

Werk

Jahr: 1936

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:12

Werk Id: PPN101433392X_0012

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X_0012 | LOG_0072

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Aufschlüsse über die Ionosphäre aus der Analyse sonnen- und mondentägiger erdmagnetischer Schwankungen

Von J. Bartels, Eberswalde — (Mit 10 Abbildungen)

Aus den tagesperiodischen erdmagnetischen Variationen läßt sich auf die Ionisation und die Bewegung in der Ionosphäre schließen. Insbesondere eignen sich dazu die mondentägigen Variationen L , weil ihre Entstehung physikalisch einfacher ist als diejenige der sonnentägigen Variationen S . Das beobachtete Verhältnis der Intensität von L zu S macht es wahrscheinlich, daß in den Schichten unterhalb der Ionosphäre keine so großen täglichen Temperaturschwankungen vorkommen wie manchmal angenommen. Für 12jährige Beobachtungen der Horizontalintensität in Huancayo, Peru, werden L und S in ihrer Abhängigkeit von der Jahreszeit, dem Fleckenzustand der Sonne und dem erdmagnetischen Störungszustand in vorläufiger Form mitgeteilt und besprochen. Die lunare Variation L im Südsommer ist an dieser Station die größte bisher für irgendein Observatorium gefundene, und zwar sowohl ihrer absoluten Größe nach wie im Vergleich zur solaren Variation S ; sie eignet sich deshalb besonders für die weitere Analyse.

1. In den sonnen- und mondentägigen erdmagnetischen Variationen [S und L in der Bezeichnungsweise von S. Chapman¹⁾] lassen sich bekanntlich die von außen stammenden (vermutlich primären) Anteile durch Entwicklungen nach Kugelfunktionen abtrennen und formal als Wirkung flächenhafter Stromsysteme darstellen. Sechs Erdkarten dieser Stromsysteme sind früher veröffentlicht²⁾ und, mit ausführlichen Literaturangaben, besprochen; für das L -System beruhen sie auf den Berechnungen für nur fünf Observatorien (Pavlovsk, Pola, Zi-ka-wei, Manila, Batavia). Die Schichtung der Ionosphäre, die mit Hilfe reflektierter drahtloser Wellen festgestellt ist, führt auf die Frage, in welcher dieser ionisierten Schichten (E in etwa 100 km Höhe, F_1 und F_2 in über 200 km Höhe) diese Stromsysteme vorwiegend zirkulieren; umgekehrt sind aus der Analyse von S und L bereits manche Schlüsse auf die Natur und die Veränderungen dieser Schichten möglich und noch zu erwarten, da in den langjährigen erdmagnetischen Reihen viel unverarbeitetes Material vorhanden ist.

Für diese Untersuchung eignen sich vor allem folgende Eigenschaften von S und L , die zum Teil nicht unabhängig voneinander sind:

- a) ihre geographische Verteilung,
- b) ihre Abhängigkeit von der Jahreszeit,
- c) ihre Abhängigkeit vom erdmagnetischen Störungszustand (der zum Beispiel durch die internationale erdmagnetische Charakterzahl C gekennzeichnet wird),
- d) ihre Abhängigkeit vom Störungszustand der Sonne (Sonnenflecken-Relativzahl R),
- e) ihre unregelmäßige Veränderlichkeit von Tag zu Tag, die nicht durch die regelmäßigen Abhängigkeiten b, c, d erklärt werden kann.

Aus diesen Eigenschaften wird zu schließen sein auf die entsprechenden Eigenschaften der Stromsysteme, und daraus auf die Veränderungen der tageszeitlichen,

geographischen und vertikalen Verteilung der Ionisation, sowie auf die tagesperiodischen Bewegungen in der Höhe. In letzterem Fall wären die Verhältnisse am einfachsten, wenn die Dynamotheorie sich weiter bewährte. Für L gibt es ja keine weitere Erklärungsmöglichkeit, und auch für S scheinen die neueren Hypothesen (Driftstrom, oder Diamagnetismus) aus verschiedenen Gründen nicht stichhaltig und auch nicht notwendig zu sein: Die Größenordnung von S im Verhältnis zu L steht nämlich in dem zu erwartenden Verhältnis der Windgeschwindigkeiten, und auch die beträchtliche Verstärkung von S über der westlichen Halbkugel läßt sich nach A. G. McNish³⁾ im Sinne der Dynamotheorie deuten. Aus den tagesperiodischen Bewegungen in der Höhe läßt sich auf das entsprechende horizontale Druckgefälle schließen, und daraus wiederum auf die Tagesperiode der Lufttemperatur in den darunter liegenden Schichten (vgl. Abschnitt 8).

2. Das Windsystem, das L erzeugt, entspricht dem Glied M_2 des Gezeitenpotentials. Am Boden sind diese Gezeiten in den entsprechenden Luftdruckschwankungen nachgewiesen⁴⁾. Allerdings ergeben die Beobachtungen von L für die mondentägigen Luftbewegungen in der Höhe eine Phase, die derjenigen am Boden gerade entgegengesetzt ist. Die Erklärung für diese unerwartete Beobachtung könnte daran anknüpfen, daß die Schwingungen der unteren Luftmasse durch Resonanz vergrößert sind; infolgedessen werden in der Höhe horizontale Druckgradienten erzeugt, die den gezeitenerzeugenden Kräften entgegengesetzt sind und sie überwiegen; oberhalb von Temperaturinversionen können deshalb entgegengesetzte Bewegungen bewirkt werden, nach Art der internen Wellen in geschichteten Flüssigkeiten. Diese schon vor mehreren Jahren geäußerte Vermutung⁵⁾ scheint sich nach theoretischen Untersuchungen von C. L. Pekeris⁶⁾ zu bestätigen.

3. Die Untersuchung der oben unter b bis e aufgezählten Abhängigkeiten verspricht die leichter zu deutenden Ergebnisse für L , weil die Natur der reinen Gezeitenbewegungen physikalisch einfacher ist als bei S , wo thermische Wirkungen sich überlagern. Aus statistischen Gründen wird aber die Ableitung von L sehr erschwert durch die Kleinheit der Amplituden von L im Verhältnis zu S : das S -System ist im Gesamtdurchschnitt rund 10mal stärker als L . Insbesondere hat die unregelmäßige Veränderlichkeit von S , wie O. Schneider⁷⁾ für Batavia gezeigt hat, einen beträchtlichen Grad von Quasi-Persistenz, die mit fast vollem Betrage in die Streuung der Mittelwerte von L eingeht. Vom Standpunkt des \sqrt{N} -Gesetzes der Fehlerfortpflanzung wirkt sich diese statistische Eigenschaft der tagesperiodischen Gänge so aus, daß N Beobachtungstage äquivalent sind einer „effektiven Anzahl“ von weniger als $N/2$ statistisch unabhängigen Tagen.

Aus diesen Gründen erscheint es erwünscht, ein Observatorium zu finden, wo das Verhältnis $S : L$ weniger ungünstig ist als der durchschnittliche Wert 10 : 1. Aus den Berechnungen von S. Chapman hatte sich in dieser Hinsicht die Ostkomponente Y in Batavia während des Südsommers (Monate November bis Februar) herausgeschält; nach O. Schneider⁷⁾ ergibt sich in der halbtägigen

harmonischen Amplitude c_2 für S 10.3 γ und für L 2.9 γ , also ein Verhältnis 3.6 : 1. Dieses günstige Verhältnis läßt sich aber doch nicht voll auswerten, weil die tagesperiodische Variation von Y in Äquatornähe ihr Vorzeichen wechselt und verschwindet; sowohl S wie L haben also kleine Amplituden für Y in Batavia.

4. Immerhin zeigt das Beispiel von Batavia, wieviel stärker das L -System von der Sommer- auf die Winterhalbkugel übergreift als das S -System, wie das schon in den Erdkarten angedeutet war²⁾. Es war also zu hoffen, daß vielleicht auch für die *Horizontalintensität* H , deren Tagesperiode am Äquator die größten Amplituden erreicht, an einer geeigneten Station und in einer der Jahreszeiten ähnliche Verhältnisse gefunden werden könnten. Diese Hoffnung hat sich bestätigt für das Observatorium *Huancayo* (Peru, 12.0° S, 75.3° W; geomagnetische Breite 0.6° S; Jahresmittel der Inklination 1922 0.6° N; 1934 2.1° N) der Carnegie Institution of Washington. Dort ist der Mondeinfluß im Südsommer so stark, daß er bereits in den *einzelnen* Tagen zum Ausdruck kommt. Diese einzigartige Erscheinung soll hier an einigen Beispielen beschrieben werden; wegen der genaueren Einzelheiten und Begründung der gewählten Gruppenbildungen usw. wird auf die endgültige Bearbeitung verwiesen.

Für jeden 24stündigen Abschnitt, durch Greenwich Mitternacht begrenzt, der ganzen Beobachtungszeit 1922 bis 1934 wurden harmonische Analysen ausgeführt. Hier sollen nur die 24- und 12stündigen Wellen S_1, L_1 und S_2, L_2 betrachtet werden, korrigiert wegen des fortschreitenden Ganges. Die Jahreseinteilung ist die übliche in *Jahresdrittel*: Nordsommer, oder Juni-Solstitium (JS), umfassend die Monate Mai bis August; Südsommer oder Dezember-Solstitium (DS), umfassend November bis Februar, und Äquinoktien, umfassend März, April, September, Oktober. Jeder Tag wurde außerdem durch drei weitere Größen gekennzeichnet, wie folgt:

Mondkulmination. Da vorläufig nur nach der Wirkung von M_2 gesucht wird, werden obere und untere Kulminationen nicht unterschieden. Die Mondstellung wird wie bei Ad. Schmidt⁸⁾ durch den Stundenwinkel μ des mittleren Mondes für den Mittag des Greenwich-Tages gekennzeichnet. Sechs Gruppen wurden gebildet, kurz mit $\mu = 0, 2, 4, 6, 8, 10$ bezeichnet. In der Gruppe $\mu = 0$ kulminiert der Mond etwa zwischen 10.5 und 12.5 Uhr Sonnenzeit, im Durchschnitt also um 11.5 Uhr; in den weiteren Gruppen um etwa μ Stunden (genauer: um μ Mondstunden) *früher*. Die Gruppe $\mu = 0$ kann man also kurz als Voll- oder Neumond bezeichnen, die Gruppe $\mu = 6$ als erstes oder letztes Viertel, und, wenn man will, die Gruppe $\mu = 2$ als fünftes oder elftes Zwölftel, $\mu = 4$ als viertes oder zehntes Zwölftel usw. im Monat.

Sonnenfleckenzahlen. Nach der endgültigen Züricher Sonnenflecken-Relativzahl R für jeden Tag wurden vier Gruppen R_0, R_1, R_2, R_3 gebildet, die im Lauf eines Sonnenfleckenzyklus etwa gleichviele Tage enthalten, nämlich:

$$R_0 = 0, \quad 0 < R_1 < 30, \quad 30 \leq R_2 < 60, \quad 60 \leq R_3.$$

Erdmagnetische Aktivität. Nach der Internationalen Erdmagnetischen Charakterzahl C wurden vier Gruppen gebildet, nämlich:

$$0.0 \leq C_0 \leq 0.2, 0.3 \leq C_1 \leq 0.7, 0.8 \leq C_2 \leq 1.1, 1.2 \leq C_3 \leq 2.0.$$

Im folgenden sind meist Mittelwerte der Gruppen C_0 bis C_2 behandelt, also durchweg Tage mit $C \leq 1.1$.

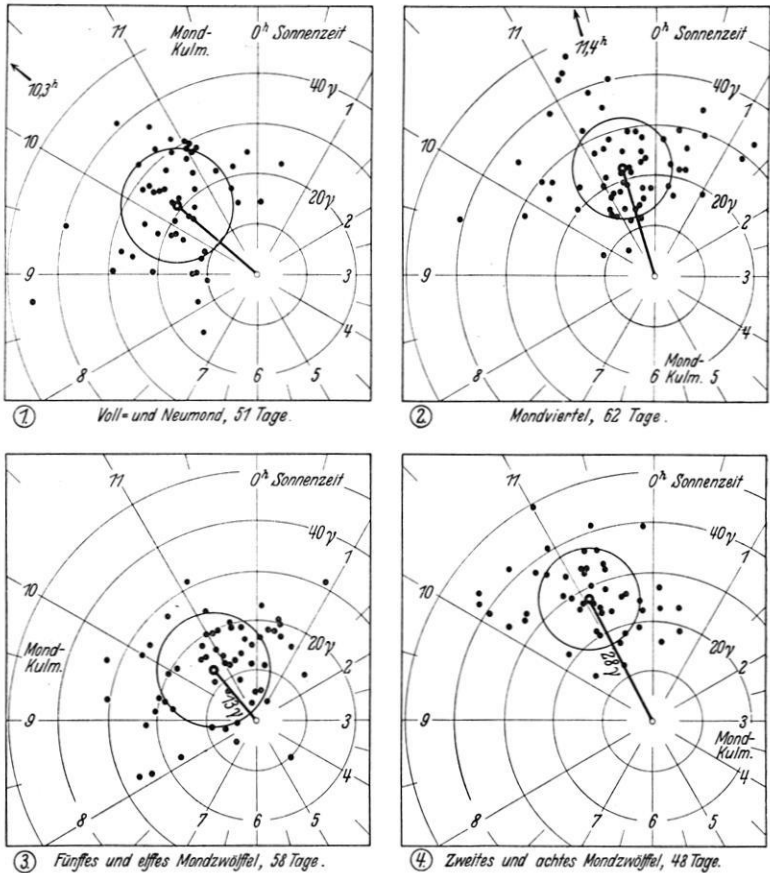


Fig. 1 bis 4.

Huancayo, Horizontalintensität, 1922 bis 1934. Südsommer, November bis Februar. Periodenuhren nach Sonnenzeit für 12stündige Wellen $S_2 + L_2$ an Einzeltagen bei fleckenfreier Sonne, für vier Gruppen von Tagen mit verschiedenem Eintritt der Mondkulmination

5. Diese vorläufige Mitteilung soll den Mondeinfluß L im Vergleich zum Sonneneinfluß S möglichst *anschaulich* zeigen, in einer Form, die sich ohne viel Zwischenrechnungen aus den Stundenmitteln der Horizontal-Intensität ergibt. Dazu eignen sich am besten *Periodenuhren* nach Sonnenzeit. In Fig. 1 bis 4

bedeutet jeder Punkt eine Sinuswelle $c_2 \sin(2t + \alpha_2)$ von 12 Sonnenstunden Periodenlänge, für einen einzelnen Tag aus harmonischer Analyse berechnet. Der Radiusvektor vom Koordinatenanfang bis zu diesem Punkt deutet durch seine Länge die Amplitude c_2 , durch seine Richtung den Winkel α_2 an, und zwar dadurch, daß der Vektor wie ein Uhrzeiger auf die Eintrittszeit des Maximums dieser Welle weist, wie an der Uhrskala abzulesen. Alle vier Abbildungen stellen Tage aus dem Südsommer dar, an denen die Sonne ganz fleckenfrei war ($R = 0$), und an denen die erdmagnetische Charakterzahl $C \leq 1.1$ war. Nur vier von den sechs Gruppen sind wiedergegeben, nämlich (in der Reihenfolge der Abbildungen) $\mu = 0$ und $\mu = 6$, sowie $\mu = 2$ und $\mu = 8$; die Sonnenzeit für die Kulmination des Mondes ist in jeder Gruppe auf der Randskala und in der Unterschrift angedeutet. Jede Gruppe zeigt also den zusammengesetzten Sonnen- und Mondeinfluß in der halbtägigen Sinuswelle, d. h. die Vektorsumme ($S_2 + L_2$); anders ausgedrückt, es wird gezeigt, wie die mondentägige Schwankung L_2 , bei vier Stellungen des Mondes, die sonnentägige Schwankung S_2 überlagert.

Jede Periodenuhr zeigt soviel Punkte, wie Tage in der betreffenden Gruppe enthalten sind, außerdem den Mittelpunkt dieser Punktwolke und um diesen den Kreis, der die halbe Anzahl der Punkte einschließt, also dem wahrscheinlichen Fehlerkreis entspricht. Die Mittelpunkte der Punktwolken sind stark verschieden. Das Abbildungspaar 1 und 2 zeigt die beiden Gruppen ($\mu = 0$ und $\mu = 6$) mit dem stärksten Unterschied in der *Eintrittszeit* der Maxima von ($S_2 + L_2$), nämlich 10.3 und 11.4 Uhr, bei ungefähr gleichen Amplituden von 21 und 23 γ . Das Abbildungspaar 3 und 4 zeigt die beiden Gruppen ($\mu = 2$ und $\mu = 8$) mit dem stärksten Unterschied der *Amplituden* von ($S_2 + L_2$), nämlich 13 und 28 γ . Die Fehlerkreise haben im Durchschnitt einen Radius von 13 γ . Diese starke Streuung der Punkte in dem recht homogenen Material ist bemerkenswert; sie verdeckt aber nicht den Mondeinfluß an den einzelnen Tagen, denn er äußert sich in der systematischen Verlagerung der Punktwolken bei Verschiebung der Mondkulmination.

6. In den Periodenuhren Fig. 5 bis 10, ebenfalls für mittlere Sonnenzeit gezeichnet, sind jeweils nur die Mittelpunkte der Punktwolken, also die durchschnittlichen Sinuswellen für jede Gruppe eingezeichnet. Die Punkte für die sechs einzelnen μ -Gruppen bilden die Ecken eines mehr oder weniger regelmäßigen Sechsecks. Der Gesamtdurchschnitt aller sechs μ -Gruppen, dargestellt durch den Mittelpunkt (Schwerpunkt) der sechs Ecken, stellt die reine sonnentägige Welle S dar; die Vektoren, die von diesem Schwerpunkt nach den Ecken gezogen werden, stellen die zusätzliche mondentägige Welle L für die betreffende μ -Gruppe dar. In den Linien, die die Ecken des Sechsecks miteinander verbinden, ist zwischen $\mu = 10$ und $\mu = 0$, durch eine Lücke der Vektor angedeutet, der ungefähr der Zeit des Voll- oder Neumondes entsprechen würde. Diese Lücke liegt näher bei dem Punkt $\mu = 0$; man kann daran die $\mu =$ Bezifferung in denjenigen Abbildungen erkennen, wo sie wegen Platzmangels fehlt, denn die Punkte $\mu = 0, 2$ usw. folgen einander im umgekehrten Uhrzeigersinne.

Das Abbildungspaar 5/6 zeigt die 24- und 12stündigen Wellen im Durchschnitt für alle Sonnenfleckenzahlen R und für Charakterzahlen $C \leq 1.1$, getrennt nach den in Abschnitt 4 genannten Jahresdritteln. Die Mittelpunkte der Sechsecke für die beiden Solstitien unterscheiden sich wenig, aber zur Zeit der Äquinoktien sind die Amplituden etwas größer; im ganzen ist aber die jahreszeitliche Ver-

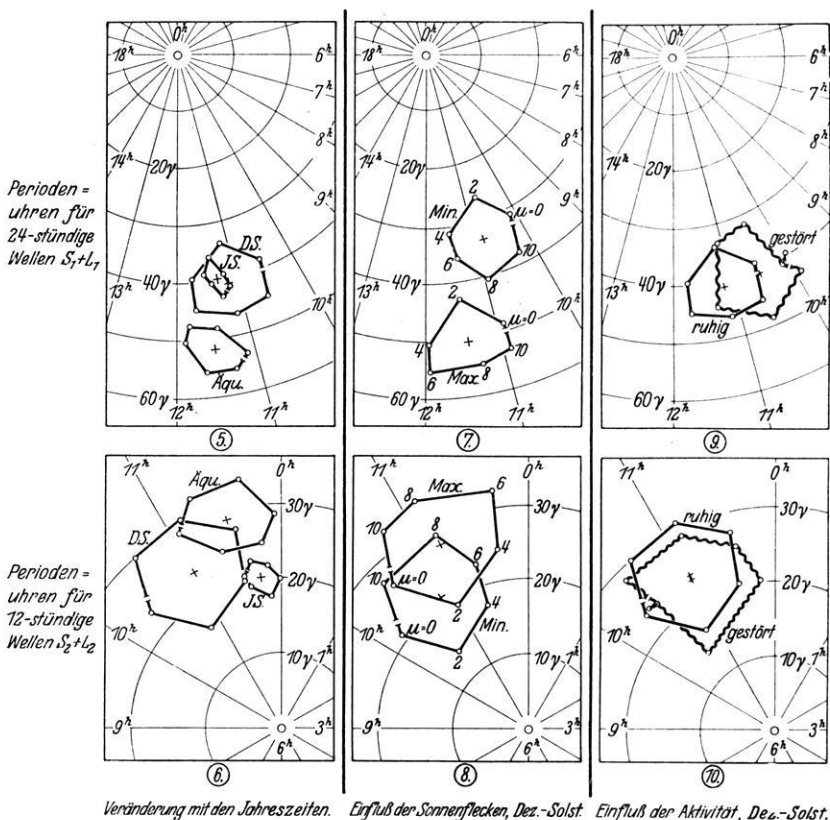


Fig. 5 bis 10.

Huancayo, Horizontalintensität, 1922 bis 1934. Periodenuhren nach Sonnenzeit für 24- und 12-stündige Wellen im Durchschnitt von Tagen mit gleicher Mondkulmination

änderung von S_1 und S_2 , die in dieser Verschiebung der Mittelpunkte zum Ausdruck kommt, nicht stark. Im auffallenden Gegensatz dazu steht aber die Größe der Sechsecke. Der durchschnittliche Abstand der Eckpunkte vom Mittelpunkt des Sechsecks kann als genähertes Maß für die Amplitude der lunaren Wellen L_1 oder L_2 angesehen werden. Der Einfluß der Zusammenfassung der Tage in μ = Gruppen, bei denen der Mond innerhalb eines Intervalls von 2 Stunden kulminiert, wird wie folgt berücksichtigt: Wenn die Durchschnittswelle für die sechs μ -Gruppen die Ecken

eines regelmäßigen Sechsecks bilden, so ist anzunehmen, daß die idealen durchschnittlichen Wellen ($S_1 + L_1$) oder ($S_2 + L_2$) für Tage, an denen der Mond zu genau derselben Minute kulminiert, für alle möglichen Kulminationen zusammen in der Periodenuhr die Peripherie eines Kreises bilden würden. Der Radius r dieses Kreises wäre die Amplitude von L_1 oder L_2 . Die Ecken des Sechsecks wären dann die Schwerpunkte von Kreisbögen mit dem Zentriwinkel $\pi/3$. Die Entfernung l dieses Schwerpunktes vom Kreismittelpunkt ist gleich $r \cdot \sin(\pi/6)/(\pi/6)$. Man erhält also $r = l \cdot \pi/3 = 1.047 l$.

7. In der Tabelle sind diese Amplituden l der lunaren Wellen verglichen mit den Amplituden s für die solaren Wellen; s ist jeweils der Abstand des Mittelpunktes des Sechsecks vom Ursprung. Sowohl l wie s sind als Amplituden von Sinuswellen aufzufassen, entsprechen also c_1 oder c_2 in $c_1 \sin(t + \alpha_1) + c_2 \sin(2t + \alpha_2)$. Aus dieser Tabelle und den entsprechenden Abbildungen läßt sich folgendes schließen:

Vorläufige Werte der harmonischen Amplituden s und l der sonnen- und mondentägigen magnetischen Variationen. Huancayo (Peru), 1922—1934, Horizontalintensität

Fig.	Art der Tage	Anzahl der Tage	24 stündige Welle			12 stündige Welle		
			s_1 γ	l_1 γ	s_1/l_1	s_2 γ	l_2 γ	s_2/l_2
5, 6	Dezember-Solstitium	1260	40.8	7.1	5.7	23.6	8.0	3.0
	Äquinoktien	1261	51.8	4.3	12.0	28.5	5.9	4.8
	Juni-Solstitium	1371	39.6	2.6	15.2	20.2	2.4	8.4
7, 8	Dezember-Solst., Flecken-Min. . .	715	33.6	6.8	4.9	21.2	7.6	2.8
	Dezember-Solst., Flecken-Max. . .	545	50.5	7.4	6.8	27.4	8.5	3.2
9, 10	Dezember-Solstitium $C \leq 1.1$. .	1260	40.8	7.1	5.7	23.6	8.0	3.0
	Dezember-Solstitium $C \geq 1.2$. .	201	40.5	8.3	4.9	23.1	8.3	2.8

Die ganztägige lunare Welle l_1 ist von derselben Größenordnung wie die halbtägige l_2 . Sowohl absolut wie relativ zu den sonnentägigen Wellen nehmen die Amplituden der mondentägigen Wellen stark ab vom Dezember- zum Juni-Solstitium. Die Verschiebung des lunaren Stromsystems L mit den Jahreszeiten erscheint also wesentlich stärker als diejenigen des S -Systems. Die Eintrittszeiten der Maxima in L ändern sich nicht so stark (zwischen 5 und 9 Uhr für L_1 , zwischen 8 und 10 Uhr für L_2).

Für das Dezember-Solstitium, in dem das Verhältnis $s_2/l_2 = 3.0$ besonders günstig für die Untersuchung von L erscheint, sind in den Abbildungspaaren 7/8 und 9/10 noch zwei Unterteilungen vorgenommen.

Fig. 7/8 zeigt Durchschnitte für alle Tage (mit erdmagnetischer Charakterzahl bis höchstens 1.1) mit wenigen Sonnenflecken (Min. genannt, $R < 30$) und mit viel Sonnenflecken (Max. genannt, $R \geq 30$). Die durchschnittlichen Fleckenzahlen in diesen beiden Gruppen sind etwa $R = 8$ und $R = 72$. Der Einfluß der Sonnenflecken auf S ist offensichtlich viel stärker als derjenige auf L . s_1 wächst vom Minimum zum Maximum von 33.6 auf 50.5 γ , im Verhältnis 1 : 1.50; s_2 wächst im

Verhältnis 1:1.29. (Als weiterer Fleckeneinfluß ist zu verzeichnen, daß die Maxima von S_1 im Fleckenmaximum etwa eine halbe Stunde später eintreten.) l_1 und l_2 wachsen dagegen nur im Verhältnis 1:1.09 und 1:1.12.

In anderen Arbeiten wurde bisher der Einfluß der Sonnenflecken R auf die sonnentägige Variation S immer so untersucht, daß Monatsmittel von R und S in Beziehung gesetzt wurden. Hier sind zum erstenmal die *täglichen* Werte von R zur Auswahl verwendet worden. Eine besondere Untersuchung wird die Frage klären müssen, ob wirklich die täglichen Werte von R auf S wirken, oder ob nur der allgemeine mittlere Störungszustand der Sonne (etwa das Monatsmittel von R) ausschlaggebend ist. Das letztere ist ja für die Beziehung zwischen R und dem erdmagnetischen Störungszustand C der Fall, wo die täglichen Werte von R und C nur sehr schwach verbunden sind, während die Monats- und Jahresmittel deutliche Korrelation zeigen. — Als geeignetes Material für diese Untersuchung der Beziehungen zwischen R und S bieten sich die Tage des Juni-Solstitiums, gerade wegen des *kleinen* Mondeinflusses L .

Fig. 9/10 zeigt, ebenfalls für das Dezember-Solstitium, zu den Durchschnittswerten für die Tage mit $C \leq 1.1$ (als „*ruhig*“ bezeichnet; das Sechseck ist natürlich dasselbe wie das Sechseck DS in Fig. 5/6) auch die Durchschnittswerte für die „gestörten“ Tage mit $C \geq 1.2$. Der durchschnittliche Störungsgrad für die Tage in der gestörten Gruppe wird etwas höher liegen als im Durchschnitt der fünf internationalen gestörten Tage im Monat. Das durch Wellenlinien bezeichnete Sechseck für die gestörten Tage ist, schon wegen der geringen Anzahl der Tage, nicht so regelmäßig wie dasjenige für die ruhigen; z. B. würde der Punkt für die Gruppe $\mu = 0$ (die 31 Tage enthält) sich um soviel verschieben, wie der Pfeil andeutet, wenn nur *ein* Tag, der 12. Februar 1930, bei der Mittelbildung, ausgelassen würde!

Es war auf Grund von früheren Untersuchungen zu erwarten, daß für äquatoriale Stationen der Einfluß der erdmagnetischen Aktivität nicht groß sein würde. Immerhin ist es überraschend, wie klein er in Fig. 10 für die halbtägige Welle ist! Auch bei der ganztägigen Welle, Fig. 9, besteht der Einfluß der Störungen im wesentlichen darin, daß ein zusätzlicher sonnentägiger Vektor der Amplitude 7.1γ , mit einem Maximum um etwa 6 Uhr, zu den Wellen an den ruhigen Tagen hinzutritt. Der Eintritt des Maximums dieses zusätzlichen Vektors stimmt zu den Beobachtungen an anderen Orten¹⁾.

8. Diese vorläufige Mitteilung über die lunare Variation in einer erdmagnetischen Komponente an einer einzelnen Station ist nicht der Ort für eine allgemeine Erörterung aller Fragen, die mit L zusammenhängen. Jedoch sei eine Bemerkung gestattet: L wird erzeugt durch die horizontalen Komponenten gezeitenartiger Bewegungen in der Ionosphäre. Im Verhältnis zu S ergibt es sich größer als das Verhältnis 13:1 der sonnen- und mondentägigen Bewegungen am Erdboden, abgeschätzt an den Variationen des Luftdruckes. Da nun die Ionosphäre von der ganzen darunter liegenden Atmosphäre getragen wird und deshalb auf (sonnentägige!) Temperaturschwankungen in ihr selbst oder in den darunterliegenden

Schichten durch periodische Bewegungen reagieren müßte, so müßten tägliche Temperaturschwankungen der Größenordnung 100° C, wie sie von einigen Autoren vermutet werden, sich erdmagnetisch darin äußern, das S relativ zu L noch viel größer wäre als beobachtet; denn die Schwankungen der Isobarenflächen in der Höhe müßten dann mehrere km erreichen, was entsprechende Druckgradienten und Winde zur Folge hätte. Da aber tatsächlich $S : L$ nur von der Größenordnung $10 : 1$ und kleiner ist, scheint die Möglichkeit so großer täglicher Temperaturschwankungen innerhalb oder unterhalb der Schichten, in denen S und L fließen, recht fraglich. Diese „erdmagnetische Grenzbedingung für Temperaturschwankungen in der hohen Atmosphäre“ gilt auch für jahreszeitliche Temperaturschwankungen, da die beobachtete jahreszeitliche erdmagnetische Schwankung nur die Größenordnung der täglichen erreicht. Ein Ausweg könnte wohl nur gefunden werden, wenn die Dynamo-Theorie nicht anwendbar wäre, was aber — gerade wegen der deutlichen Existenz von L — ziemlich unwahrscheinlich ist.

9. Dem Direktor der Erdmagnetischen Abteilung der Carnegie Institution in Washington, Herrn Dr. J. A. Fleming, bin ich zu Dank verpflichtet für die Überlassung des unveröffentlichten Beobachtungsmaterials für Huancayo und für Bereitstellung von Mitteln für die Rechenarbeiten; diese sind von Herrn W. Zick und Frl. G. Gille in Eberswalde ausgeführt.

Literatur

- ¹⁾ S. Chapman: *The Earth's Magnetism*. London: Methuen u. Co. 1936, 116 S.
- ²⁾ J. Bartels: Überblick über die Physik der hohen Atmosphäre. *Elektr. Nachr.-Technik* **10**, Sonderheft, 1933.
- ³⁾ A. G. McNish: *Magnetic Diurnal Variations*. Int. Ass. für Erdmagn. u. Erd-elektrizität, Tagung der Int. Union f. Geodäsie u. Geophysik in Edinburgh, Sept. 1936.
- ⁴⁾ S. Chapman: The lunar tide in the Earth's atmosphere. *Proc. Roy. Soc. London (A)* **151**, 105—117 (1935).
- ⁵⁾ J. Bartels: *Zeitschr. f. Geophys.* **4**, 17 (1928); *Wien-Harms: Handb. d. Experimentalphys.* **25**, Teil 1, 651. Leipzig 1928.
- ⁶⁾ C. L. Pekeris: Mitteilung auf der Tagung der Int. Union f. Geodäsie u. Geophys. Edinburgh, Sept. 1936.
- ⁷⁾ O. Schneider: Einflüsse der Sonne auf die lunare Variation des Erdmagnetismus. *Veröff. Met. Inst. Univ. Berlin* **1**, Heft 3. Berlin 1936.
- ⁸⁾ Ad. Schmidt: Der Einfluß des Mondes in Potsdam und Seddin. *Archiv des Erdmagnetismus*, Heft 7 (Veröff. d. Preuß. Meteorol. Inst. Nr. 357, Abhandl. Bd. 9, Nr. 1.) Berlin 1928.

Eberswalde, Forstliche Hochschule, Oktober 1936.
