

d) Stickstoffstrahlung ionisiert sowohl Sauerstoff als auch Stickstoff.

In der Ionisationskammer werden

$$Y = I_e \cdot A \cdot f(p_{O_2}) \cdot \left[\exp \left\{ - \left(k_{N_2} + \frac{\mu_{O_2} p_{O_2}}{760} \right) x_2 \right\} - \exp \left\{ - \left(k_{N_2} + \frac{\mu_{O_2} p_{O_2}}{760} \right) x_5 \right\} \right] \quad (5)$$

Photonen/sec absorbiert [vgl. (2) und (4)].

Es sind: k_{N_2} der Absorptionskoeffizient des Stickstoffs; $\mu_{O_2} \cdot p_{O_2}/760$ der Absorptionskoeffizient des Sauerstoffs; $f(p_{O_2})$ eine Funktion, die die Abhängigkeit der emittierten Intensität der ionisierenden Strahlung vom Sauerstoffpartialdruck angibt; A ein Faktor, der die Ausblendung der Strahlung und die Zahl der emittierten ionisierenden Photonen pro ionisierendem Stoß eines Elektrons berücksichtigt.

Für geringe Sauerstoffbeimischungen von weniger als 1% sind bei festem E/p die Größen A und k_{N_2} praktisch konstant und überdies gilt (siehe Abb. 3) $\mu_{O_2} \cdot p_{O_2}/760 \ll k_{N_2}$ und somit

$$Y = I_e \cdot \text{const} \cdot f(p_{O_2}). \quad (6)$$

Von diesen Y absorbierten Photonen wird nur der Bruchteil ionisieren, der gegeben ist durch den Quotienten aus dem Ionisierungsquerschnitt und dem Gesamtabsorptionsquerschnitt. Dieser Quotient ist

$$Q = \frac{g k_{N_2} + h (\mu_{O_2} p_{O_2}/760)}{k_{N_2} + (\mu_{O_2} p_{O_2}/760)}, \quad (7)$$

worin g und h die jeweiligen Photoionisierungsausbeuten sind (Ionisierungsausbeute = Zahl der Ionenpaare pro absorbiertes Photon). Für nichtionisierende Strahlung ($\lambda > \lambda_{\text{ion}}$) ist $g = h = 0$; dagegen ist für ionisierende Strahlung ($\lambda \leq \lambda_{\text{ion}}$), deren λ etwas über der Ionisierungsgrenze λ_{ion} liegt, $g, h \approx 1$ (s. WEISSLER¹⁰). Der Gesamtstrom in der Ionisationskammer ist also

$$\Sigma I_i = Q Y = Q I_e \cdot \text{const} \cdot f(p_{O_2})$$

und

$$(\Sigma I_i)/I_e = \text{const} Q f(p_{O_2}). \quad (8)$$

Zu a) Die Emission der Stickstoffstrahlung ist unabhängig von der Sauerstoffkonzentration, also $f(p_{O_2}) = 1$. Ferner ist $g = 0$ und $h \approx 1$. Daher ist wegen $\mu_{O_2} \cdot p_{O_2}/760 \ll k_{N_2}$

$$(\Sigma I_i)/I_e = \text{const} \cdot p_{O_2}.$$

Zu b) Die Intensität der Sauerstoffstrahlung ist dem Sauerstoffpartialdruck proportional, also $f(p_{O_2}) = p_{O_2}$. Zur Ionisierung führt der gleiche Bruchteil wie bei a), woraus folgt

$$(\Sigma I_i)/I_e = \text{const} \cdot p_{O_2}^2.$$

Zu c) Hier ist wiederum $f(p_{O_2}) = p_{O_2}$. Da fast jedes absorbierte Photon auch ionisiert, — also $g \approx h \approx 1$ —, ist $Q \approx 1$ und damit

$$(\Sigma I_i)/I_e = \text{const} \cdot p_{O_2}.$$

Zu d) Es ist $f(p_{O_2}) = 1$ und auch $g \approx h \approx 1$, woraus $Q \approx 1$ folgt und somit $(\Sigma I_i)/I_e = \text{const}$.

Da der Fall a) gemäß den vorangegangenen Betrachtungen über den Absorptionskoeffizienten sicher vorkommt, kann c) nur noch zusätzlich zu a) auftreten. Der Fall c) benötigt jedoch Photonen, die um mindestens 3,5 V über der Ionisierungsgrenze des Sauerstoffs liegen, deren Anregung nicht sehr wahrscheinlich ist. Darüber hinaus tritt Sauerstoffstrahlung in den N_2 – O_2 -Gemischen mit geringen Sauerstoffkonzentrationen in merklicher Intensität ohnehin nicht auf, wie bereits bei den Betrachtungen über die Absorptionskoeffizienten diskutiert wurde. Daher kann der Fall c) ausgeschieden werden. Für die Erklärung der linearen Abhängigkeit von $(\Sigma I_i)/I_e$ bei kleinen Sauerstoffkonzentrationen in Abb. 5 bleibt also nur der Fall a) übrig, wie zu zeigen war.

Diese Arbeit ist Teil einer Dissertation, die im Institut für Angewandte Physik der Universität Hamburg angefertigt wurde. Dem Leiter des Instituts, Herrn Prof. Dr. H. RAETHER, danke ich für die Stellung des Themas und die großzügige Förderung dieser Arbeit.

NOTIZEN

Zur 27-tägigen Periode der Kosmischen Strahlung

Von W. ZWANZIG

Institut für experimentelle Physik der Universität Halle/S.
und Arbeitsstelle für Kosmische Strahlung der
Deutschen Akademie der Wissenschaften

(Z. Naturforschg. 16 a, 1237—1239 [1961]; eingeg. am 22. September 1961)

Es wird die Existenz einer persistenten 27,2-tägigen Welle der Intensität der Kosmischen Strahlung nachgewiesen.

Bei der Untersuchung der 27-tägigen Periode der Kosmischen Strahlung wurde in den meisten Arbeiten

das Material in Intervalle nach der BARTELSschen Zählung der Sonnenrotationen aufgeteilt, gemittelt und in vielen Fällen harmonisch analysiert. Das Ergebnis wird durch die Angabe der Amplitude der ersten Harmonischen und des Tages ihres Maximums nach der BARTELSschen Zählung eindeutig charakterisiert. HESS¹ fand 1936 eine 27-Tage-Welle mit 3‰ Amplitude, KOLHÖRSTER² 1939 aus der Mittelung über 14 Sonnenrotationsperioden 5‰ Amplitude mit dem Maximum etwa am 25. Tage. Weiter erhielten WÄFFLER³ 1941 aus 10 Perioden und BROXON⁴ 1942 4 bzw. 2‰ Amplitude mit dem Maximum am 4. bzw. 5. Tage. GHERI und STEIN-

¹ V. F. HESS, Terr. Magn. Atmos. Elect. **41**, 345 [1936].

² W. KOLHÖRSTER, Phys. Z. **40**, 107 [1939].

³ H. WÄFFLER, Helv. Phys. Acta **14**, 248 [1941].

⁴ J. W. BROXON, Phys. Rev. **62**, 508 [1942].



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitalized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

MAURER^{5,6} kamen 1947 aus 30 kompletten Rotationen auf eine Amplitude von 1‰ mit dem Maximum am 3. Tage. Schließlich fanden HOGG⁷ für 66 Rotationen und FORBUSH und LANGE⁸ für 10 Jahre keine nennenswerte Amplitude mehr.

Aus den angeführten Ergebnissen folgt, daß die Amplitude der 27-tägigen Periode mit zunehmender Summationszeit immer kleiner wird. Sie wird schließlich unbedeutend, wenn die zur Verfügung stehenden Registrierdaten 5 bis 10 Jahre und mehr umfassen. Man neigte aus diesem Grunde dazu, die 27-tägige Welle für nur quasipersistent zu halten, wenn auch die Möglichkeit der Existenz einer echten persistenten Welle nicht auszuschließen war⁸⁻¹⁰. Das Verschwinden der Amplitude bei der Mitteilung über lange Zeiten ist das Hauptargument gegen die Annahme der Existenz einer echten persistenten Welle.

Die Abnahme der Amplitude schließt eine echte Persistenz der 27-tägigen Periode aber nicht aus. Schon bei einer Abweichung der Dauer der Periode um nur 1% von genau 27 Tagen würde bei einer 27-Tage-Mittelung eine sinusförmige Welle nach etwa 7,5 Jahren verschwinden. Es ist bekannt, daß die Sonne in verschiedenen Zonen mit abweichenden Geschwindigkeiten rotiert¹¹. Es war daher naheliegend, mehrere aufeinanderfolgende Sonnenrotationen in Gruppen zusammenzufassen und das Verhalten der Lage des Maximums in Abhängigkeit von der Zeit zu untersuchen. Hierzu wurden die nach dem Luftdruck und dem Jahresgang korrigierten Ionisationskammerdaten von Halle/Saale^{12,13} aus den Jahren 1957 bis 1961 (Sonnenrotationen 1691 bis 1745) herangezogen. Von diesen 55 Rotationen wurden 8 (Nr. 1691, 1699, 1701, 1704, 1707, 1711, 1722 und 1724) wegen starker Sprünge z. B. durch FORBUSH-Effekte von der Mittelung ausgeschlossen.

Für die Auswertung wurde über je 5 Rotationen gemittelt. Es ergaben sich so 11 Gruppen. Die aus den Kurven dieser Gruppen erhaltenen ersten Harmonischen sind in Abb. 1 nach Amplitude und Phase (Tag des Maximums) dargestellt. Die Amplitude schwankt, von einigen Abweichungen nach höheren Werten abgesehen, zwischen 0,8 und 2‰. Wenn in der Phasenkurve von dem Punkt für Gruppen-Nr. 2 abgesehen wird, dann ergibt eine durch alle restlichen Punkte gelegte Gerade eine Phasenverschiebung des Tages des Maximums um rund 14 Tage für 55 Rotationen bei einer der Natur der Sache entsprechenden, starken Streuung der Einzelpunkte um die Gerade.

Zur Erweiterung des Materials wurden in der gleichen Weise die entsprechend korrigierten Registrierdaten von Huancayo¹⁴ (Rotations-Nr. 1413 bis 1550) ausgewertet. Von diesen 138 Rotationen erfuhren aus dem gleichen Grunde wie oben 13 Perioden (Nr. 1424,

1434, 1437, 1451, 1457, 1477, 1511, 1512, 1525, 1543, 1544, 1546, 1549) bei der Mittelung keine Berücksichtigung. Hier erlaubte es die Fülle des Materials

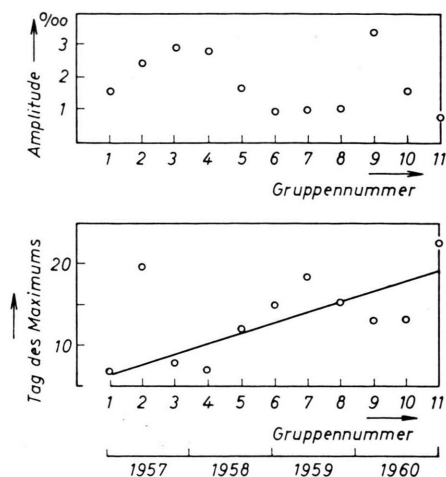


Abb. 1. Amplitude (oben) und Phase bzw. Tag des Maximums der 27-tägigen Periode nach der BARTELSschen Zählung der Sonnenrotationen (unten) für das Ionisationskammermaterial von Halle/Saale (Perioden-Nr. 1691 bis 1745). Je 5 zeitlich aufeinanderfolgende Perioden sind zu einer Gruppe zusammengefaßt.

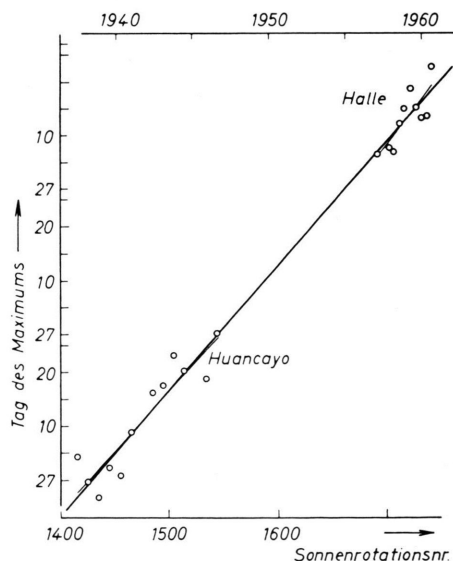


Abb. 2. Tag des Maximums für Huancayo (Perioden-Nr. 1413 bis 1550) und für Halle.

⁵ H. GHERI u. R. STEINMAURER, Terr. Magn. Atmos. Elect. **52**, 343 [1947].

⁶ H. GHERI u. R. STEINMAURER, Acta Phys. Austr. **1**, 42 [1947].

⁷ A. R. HOGG, Mem. Commonwealth Observatory Canberra No. 10 [1949].

⁸ S. E. FORBUSH u. I. LANGE, Phys. Rev. **76**, 164 [1949].

⁹ E. G. v. ROKA, Z. Naturforschg. **5 a**, 517 [1950].

¹⁰ H. ELLIOT, Progr. Cosmic Ray Physics Vol. I, Chapt. VIII [1957].

¹¹ Handb. d. Astrophysik. Bd. IV, Berlin 1929, S. 100.

¹² W. MESSERSCHMIDT, Exp. Techn. Phys. **6**, 145 [1958].

¹³ W. MESSERSCHMIDT, Z. Naturforschg. **15 a**, 470 [1960].

¹⁴ S. E. FORBUSH u. I. LANGE, Res. Dep. Terr. Magn., Vol. XIV, Carnegie Institution of Washington Publication **175**, 16 bis 129 [1948].

je 10 Sonnenrotationen pro Gruppe zusammenzufassen. Bei der Berechnung der Geraden durch die für Huancayo erhaltenen Punkte fanden aus dem gleichen Grunde wie oben 2 Punkte keine Berücksichtigung.

Die Abb. 2 zeigt die für Huancayo erhaltene Phasenkurve gemeinsam mit der für Halle. Beide Kurven besitzen innerhalb der zu erwartenden Genauigkeit die gleiche Steigung und lassen sich zwanglos aneinander anschließen. Die dick ausgezogene Gerade wurde durch beide Punktansammlungen gemeinsam errechnet. Sie zeigt eindeutig die Existenz einer echten persistenten,

wenn auch oft stark gestörten Welle, deren zeitliche Länge sich zu 27,2 Tagen ergibt. Die Amplituden der Zehnergruppen liegen in der Regel auch etwa zwischen 0,8 und 2‰. Die Untersuchungen werden fortgesetzt, vor allem sollen Registrierungen aus den Jahren 1945 bis 1956 zur Vervollständigung herangezogen werden.

Herrn Prof. Dr. W. MESSERSCHMIDT danke ich für das zur Verfügung gestellte Registriermaterial, für wertvolle Diskussionen und für sein Interesse am Fortgang der Untersuchungen.

Polarlichtbeobachtungen während der Jahre 1958—1960 in Deutschland

Von W. SCHRÖDER *

(Z. Naturforsch. 16 a, 1239 [1961]; eingegangen am 28. August 1961)

Vorbemerkung. Die fortlaufende Überwachung des Polarlichtes war einer der Hauptprogrammpunkte des Internationalen Geophysikalischen Jahres (I.G.Y.). Die vom Verfasser in Norddeutschland erhaltenen Beobachtungen werden hier mitgeteilt.

1. Die Beobachtungen: Es handelt sich dabei um visuelle Beobachtungen, die vom Verfasser in Bremen-Rönnebeck (φ : $53^{\circ}12'24''$ N, λ : $8^{\circ}32'20''$ E) erhalten wurden. In Tab. 1 sind die Beobachtungen zusammengestellt.

Datum	UT	K_p	Bemerkung
17. 2. 58	21h00	4—	1
14. 6. 58	22h09—22h52	5o	2
28. 3. 59	20h48—22h43	7+	
3./4. 9. 59	22h00	7—	2
6./7. 2. 60	23h25—1h00	2o	
31. 3./1. 4. 60	21h15—23h50	8—	
1. 4. 60	19h00—20h35	8—	
17. 4. 60	22h00	4o	
16. 7. 60	21h58—23h39	4o	
20./21. 7. 60	22h40—0h45	4—	
16./17. 8. 60	21h24—1h45	7—	2
12. 11. 60	21h00	7—	2

Tab. 1. Polarlichtbeobachtungen 1958—1960.

Bemerkungen: 1. Es wurde am Nordhimmel eine Erhellung festgestellt, so daß Polarlicht vermutet wird. 2. Magnetischer Sturm wurde festgestellt.

2. Korrelation mit erdmagnetischer Unruhe: In fünf Fällen liegt der K_p -Wert bei 4 oder darunter. Bei

diesem Störungsgrad wäre so weit südlich kein Polarlicht zu erwarten gewesen. Bereits LANGE-HESSE¹ wies auf ähnliche Beobachtungen im I.G.Y. hin. Über die physikalischen Ursachen dieser Abweichungen läßt sich im Augenblick noch nichts sagen. Bei den Polarlichtern vom 14. 6. 58, 31. 3. 60, 1. 4. 60 und 12. 11. 60 liegt einwandfrei Korrelation mit Sonneneruptionen vor.

3. Farbbeobachtungen: Zehn vom Verfasser beobachtete Polarlichter zeigten folgende Farbverteilung: rot = 64%, grün-weiß = 27%, blau-violett = 9%. Die blau-violette Färbung wurde nur bei dem sehr eindrucksvollen Polarlicht vom 31. 3./1. 4. 60 festgestellt. Nach LANGE-HESSE¹ fielen derartig gefärbte Polarlichter zeitlich mit hohen erdmagnetischen Unruhegraden zusammen.

4. Polarlichtformen: Bei den Polarlichtbeobachtungen sollten stets die Einzelformen etc. angegeben werden. Näheres über die Polarlichtformen findet sich in der Literatur^{2,3}. 14 vom Verfasser in höheren Breiten beobachtete Polarlichter zeigten folgende Formenverteilung (Tab. 2).

Form	Anteil	Form	Anteil
A	25%	RR	36%
R	43%	DS	86%
S	71%	C	7%

Tab. 2. Beobachtete Polarlichtformen.

Abkürzungen: A=Typischer Nordlichtbogen, R=Strahlen, S=Flächen, RR=Rasch bewegte Strahlen, DS=Unschärf begrenzte Flächen, C=Krone.

Alle vorstehend geschilderten Annahmen basieren nur auf wenigen Beobachtungen, diese werden aber weiter fortgesetzt.

* Bremen-Rönnebeck, Hechelstr. 8.

¹ G. LANGE-HESSE, Phys. Bl. 16, 635 [1960].

² L. HARANG, Das Polarlicht und die Probleme der höchsten

Atmosphärenschichten, Akadem. Verlagsanstalt Becker & Erler, Leipzig 1940.

³ C. HOFFMEISTER, Die Sterne 33, 51 [1957].