

Werk

Jahr: 1938

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:14

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0014

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0014

LOG Id: LOG_0057

LOG Titel: Ergebnisse von Dauerregistrierungen der Ionosphäre

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

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

schnittlich bis zum Zenith heraufreichten, in Tunis noch auf etwa 20° Höhe Nord, käme man auf die ganz rohe Schätzung von 600 km Höhe. — Für Spektren stand ein Nachthimmelslicht-Quarzspektrograph der Firma Zeiss von der hohen Lichtstärke F/1 zur Verfügung. Ein im Norden liegender grüner homogener Bogen zeigte etwa das übliche Nordlichtspektrum; schon hier waren bei der verwendeten Plattensorte Agfa Spektral Rot-Ultrarapid die Sauerstofflinien 6300 bis 6363 am stärksten; etwas schwächer 5577, die Stickstofflinie 3914 und die Stickstoffbande 6500—6550; schwach 4278 Å. Um so „brennender“ war nun aber die Frage für die seit den siebziger Jahren so selten gewordenen roten Lichter, die beispielsweise in der neuesten Zusammenfassung der „Reviews of Modern Physics“, Oktober 1937, noch ganz offen gelassen wird. Die kräftigste, noch besser durchexponierte Aufnahme als die auf der gleichen Platte befindlichen 15- bis 20stündigen Nachlichtaufnahmen konnte von dem flammenden Rot 8 Uhr 49 MEZ schon in 90 Sekunden Belichtung erhalten werden; sie zeigt 6300—6363 Å noch auf der vierten Stufe eines vorgesetzten Stufenfilters, trotzdem aber keine Spur einer anderen Linie. Während Störmer*) für die roten Flächen auch noch schwach die im grünen Bogen gefundenen Linien erhält, und visuell auch in Arosa noch die grüne Linie in den roten Lichtern gesehen werden konnte, handelt es sich bei dieser Aufnahme also um praktisch monochromatisches Licht. Durch die Kürze der Belichtungszeit ist im Vergleich zu Störmer also offenbar eine Beimischung anderer Formen hier vermieden, auch könnte nach den ähnlichen Ergebnissen von Dufay und Gauzit**) auch die südlichere Breite mitsprechen. — Zum Schluß sei auf die Wünschbarkeit einer engeren Zusammenarbeit etwa der Gebirgsobservatorien im Sinne einer dauernden Überwachung solcher und ähnlicher Erscheinungen der hohen Atmosphäre hingewiesen.

Ergebnisse von Dauerregistrierungen der Ionosphäre

Von **W. Dieminger** und **H. Plendl** ***). — (Mit 16 Abbildungen)

An Hand von Registrierungen werden einige Vorgänge in der Ionosphäre und ihr Zusammenhang mit anderen Naturerscheinungen besprochen und zwar von den normalen Erscheinungen die Aufspaltung und die Frage der Gleichzeitigkeit an verschiedenen Orten, von den abnormalen Erscheinungen abnormale E-Schicht, Ionosphäreneinbruch und Ionosphärensturm.

In der Geophysik nimmt man seit geraumer Zeit zur Erklärung bestimmter terrestrischer Erscheinungen an, daß in der hohen Atmosphäre Schichten erhöhter elektrischer Leitfähigkeit vorhanden sind. Den exakten Nachweis dieser Schichten

*) Die Naturwissenschaften 26, 633 (1938).

**) C. R. 206, 619 (1938).

***) Vorgetragen von W. Dieminger.

lieferte die Hochfrequenztechnik durch die Beobachtung, daß elektrische Wellen in diesen Höhen reflektiert werden. Ausgedehnte Versuche mit diesen reflektierten Wellen haben in relativ kurzer Zeit unsere Kenntnis von dem Aufbau der hohen Atmosphäre außerordentlich erweitert.

Auf die physikalischen Grundlagen dieser Messungen und ihre praktische Durchführung sei hier im Interesse der Kürze nicht eingegangen, um so mehr, als an anderen Stellen*) darüber ausführlich berichtet ist. Hier sollen vielmehr einige Ausschnitte aus Registrierungen**) gebracht werden, wie sie in der Ionosphärenwarte der Erprobungsstelle der Luftwaffe Rechlin seit Herbst 1935, also seit nunmehr drei Jahren, für Zwecke der Nachrichtenübermittlung auf Kurzwellen laufend durchgeführt werden. Die Registrierungen stammen von Geräten, die automatisch den zeitlichen Reflexionsverlauf bestimmter fester Wellen aufzeichnen. Die Bedienung der Geräte beschränkt sich auf das tägliche Auswechseln des Registrierpapiers. Daß diese Beobachtungen über ihren eigentlichen technischen Zweck hinaus auch geophysikalisch interessantes Material liefern, ist eine erfreuliche Beigabe.

Ergebnisse. a) *Normaler Verlauf.* Eine Reihe von Erscheinungen im Reflexionsverlauf wiederholt sich regelmäßig zu bestimmten Zeiten. Man faßt daher diese Erscheinungen unter der Bezeichnung „normaler Verlauf“ zusammen.

Hierzu gehört das „Durchgehen“ der Welle bei abnehmender Trägerdichte (Fig. 1). Die scheinbare Reflexionshöhe nimmt dabei erst langsam, dann schnell

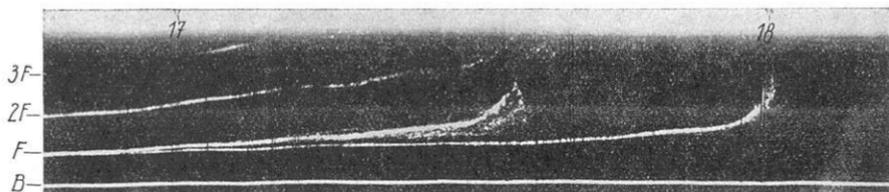


Fig. 1. „Durchgehen“ der Welle bei abnehmender Trägerdichte ($B =$ Bodenwelle; F , $2F$, $3F =$ einfache, zweifache, dreifache Reflexion an der F -Schicht)

zu, schließlich setzen die Reflexionen in großer Höhe vollständig aus. Gleichzeitig beobachtet man eine zweite Reflexion, die sich von der ersten abspaltet und erst später die Schicht durchdringt. Man nimmt allgemein an, daß diese Aufspaltung darauf zurückzuführen ist, daß die Ionosphäre unter dem Einfluß des magnetischen Erdfeldes wie ein doppelbrechendes Medium wirkt. Die beiden Komponenten, die dem ordentlichen und dem außerordentlichen Strahl in der

*) Z. B. J. Zenneck: Gerlands Beitr. z. Geophys. Ergebn. d. kosmischen Physik, Bd. III, Leipzig 1938; W. Dieminger: Ergebn. d. exakt. Naturwiss., Bd. XVII, Berlin 1938 (dort auch ausführliches Literaturverzeichnis).

**) Es ist beabsichtigt, die gesamten Ergebnisse demnächst in der Zeitschr. f. H.-F.-Techn. u. El.-Ak. zu veröffentlichen.

Optik entsprechen, verhalten sich wie zwei verschiedene Frequenzen, werden also an Stellen verschiedener Trägerdichte reflektiert. Ändert sich die Trägerdichte örtlich sehr rasch mit der Höhe, so werden beide Komponenten praktisch in der gleichen Höhe reflektiert, es ist keine Aufspaltung zu erkennen. Ist der Gradient dagegen gering, so rücken die Reflexionsstellen auseinander, die Aufspaltung wird deutlich sichtbar. In der Nähe der kritischen Frequenz tritt sogar der Fall ein, daß die Trägerdichte nur noch für die eine Komponente ausreicht, während die andere die Schicht bereits durchdringt. Ein merklicher Einfluß der Schwankungen des magnetischen Erdfeldes auf den Grad der Aufspaltung ist nicht zu erwarten, denn die Schwankungen betragen nur einige Promille des mittleren Feldwertes. Die Auswirkung auf die Aufspaltung fällt daher weit unter die Meßgenauigkeit.

Außer der Aufspaltung infolge eines niedrigen Gradienten der Trägerdichte kann eine Aufspaltung auch auftreten, wenn beide Komponenten wohl praktisch

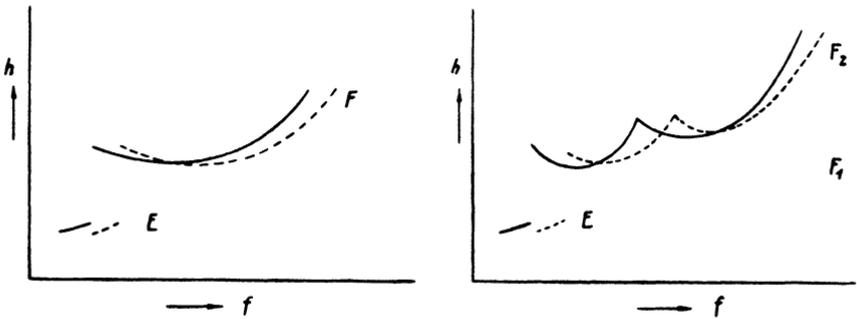


Fig. 2. Reflexionshöhen in Abhängigkeit von der Frequenz a) bei Nacht, b) bei Tag

in der gleichen Höhe reflektiert werden, aber merklich verschiedene Ausbreitungsgeschwindigkeiten besitzen. Das ist z. B. der Fall, wenn beide Komponenten an der F -Schicht reflektiert werden, die Trägerdichte der E -Schicht aber schon so hoch ist, daß sie fast zur Reflexion ausreicht. Die a. o. Komponente, die eine geringere Trägerdichte zur Reflexion benötigt als die o. Komponente, liegt dann schon so nahe an der kritischen Frequenz der E -Schicht, daß sie beim Durchgang durch diese erheblich verzögert wird und deshalb aus größerer Höhe als die o. Komponente zu kommen scheint. Wird die Trägerdichte der E -Schicht dann noch etwas größer, so springt plötzlich die a. o. Komponente von der F -Schicht auf die E -Schicht. Daß diese Erklärung richtig ist, erkennt man deutlich, wenn man den Verlauf der beiden Komponenten über den ganzen Frequenzbereich verfolgt (Fig. 2a). Die a. o. Komponente, die für hohe Frequenzen tiefer liegt als die o. Komponente, vereinigt sich mit dieser, überkreuzt sie, steigt an und springt plötzlich auf die E -Schicht. Den gleichen Anstieg zeigt auch die o. Komponente vor ihrem Übergang auf die E -Schicht. Diese Verhältnisse gelten, wenn nur eine E - und eine einheitliche F -Schicht vorhanden ist, also vor allem

nachts. Bei Tage, wenn sich die F -Schicht in eine F_1 - und eine F_2 -Schicht aufgespalten hat (Fig. 2b), sind die Verhältnisse komplizierter. Man erhält dann insgesamt drei Überkreuzungen. Der gleiche Verlauf ergibt sich, wenn man mit fester Frequenz während einer Zeit registriert, in der sich die Trägerdichte ändert. Eine derartige Registrierung, auf der die Aufspaltung vor dem Sprung von der

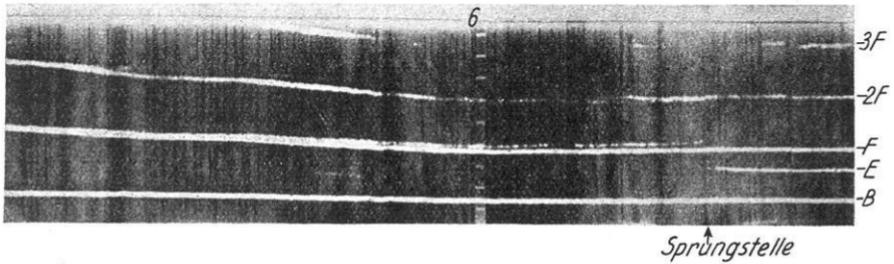


Fig. 3. Aufspaltung durch Verzögerung der a. o. Komponente in der E -Schicht

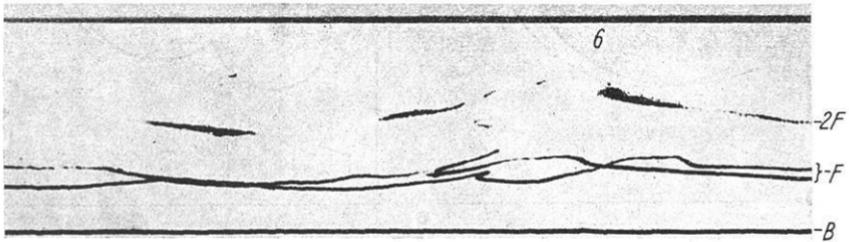


Fig. 4. „Überkreuzungen“ beim Übergang von F_2 auf F_1

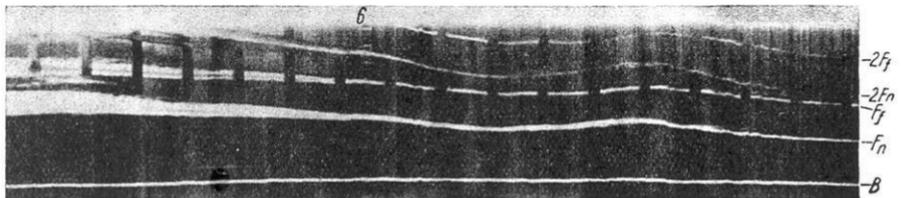


Fig. 5. Gleichzeitige Registrierungen eines nahen (n) und eines fernen (f) Senders

F -Schicht zur E -Schicht gut zu erkennen ist, zeigt Fig. 3. In Fig. 4 sind zwei Überkreuzungen sichtbar, wie sie beim Übergang von F_2 auf F_1 auftreten. Es handelt sich dabei also um einen ganz normalen Vorgang, der mit der üblichen Theorie durchaus in Einklang zu bringen ist.

Eine Frage von großer Wichtigkeit ist, ob die normalen Erscheinungen in der Ionosphäre rein örtlicher Natur sind, oder ob sie sich über größere Gebiete gleichmäßig erstrecken. Zu diesem Zweck wurden gleichzeitig zwei Sender regi-

striert, die auf der gleichen Welle arbeiten, von denen aber der eine 5 km, der andere 100 km vom Empfänger entfernt ist. Der Reflexionspunkt des nahen Senders liegt also praktisch senkrecht über dem Beobachtungspunkt, der des fernen Senders etwa 50 km entfernt. Eine derartige Registrierung zeigt Fig. 5. B bedeutet die Bodenwelle des nahen Senders; die Echos dieses Senders sind mit dem Index n bezeichnet, die des fernen Senders mit f . Die Bodenwelle des fernen Senders ist bereits abgeklungen. Die Registrierung zeigt einen erstaunlich gleichmäßigen Verlauf in der Höhe und der Erscheinungsform der Reflexionen. Man kann nach diesen Versuchen die Ionosphäre in normalen Fällen über eine Strecke von 50 km als homogen ansehen. Die Ausdehnung dieser Versuche auf größere Strecken ist im Gange.

b) *Abnormale Erscheinungen.* Die Abweichungen, die dem normalen Verlauf überlagert sind, faßt man unter dem Begriff „abnormale Erscheinungen“ zusammen.

Hierzu gehört die abnormale E -Schicht. Sie besteht darin, daß für einige Zeit ein wesentlich größerer Frequenzbereich an der E -Schicht reflektiert wird,

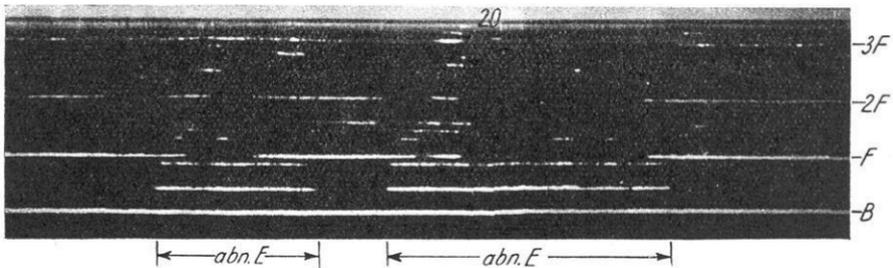


Fig. 6. Abnormale E -Schicht

als der Tages- und Jahreszeit entspricht. Bei Registrierungen mit fester Frequenz äußert sich das darin, daß plötzlich eine starke E -Reflexion auftritt und nach einiger Zeit wieder verschwindet (Fig. 6). Augenscheinlich tritt während dieser Zeit eine erhebliche Zunahme der Trägerdichte in der E -Schicht über den Normalwert hinaus ein. Statistiken haben bis jetzt ergeben, daß die abnormale E -Schicht zu jeder Tages- und Jahreszeit auftreten kann. Irgendeine Regelmäßigkeit wurde nicht gefunden. In höheren Breiten scheint sie allerdings häufiger zu sein als in der Nähe des Äquators. Als Ursache scheidet die normale Ionisierungsursache der E -Schicht, nämlich das ultraviolette Sonnenlicht, von vornherein aus, weil die abnormale E -Schicht auch während der Nacht auftreten kann. Als Grund kommt demnach entweder ablenkbare, also korpuskulare Sonnenstrahlung oder eine kosmische Strahlung in Frage. Irgendein Zusammenhang mit anderen Naturerscheinungen konnte nicht festgestellt werden. In welcher Richtung die Ursache gesucht werden muß, dafür geben einige Beobachtungen über die Struktur der abnormalen E -Schicht Fingerzeige. 1. Die abnormale E -Schicht hat augen-

scheinlich eine wolkenartige Struktur. Man schließt das aus folgendem: In den meisten Fällen beobachtet man beim Ein- und Aussetzen der abnormalen *E*-Schicht Reflexionen, die in ihrer Höhe der Höhe der *F*-Schicht plus dem Abstand der *F*- von der *E*-Schicht entsprechen (Fig. 7). Man erklärt sie am einfachsten durch Reflexion eines Teils der von der *F*-Schicht zurückkehrenden Strahlen auf der Oberseite der *E*-Schicht und nennt sie der Form ihres Weges entsprechend *M*-Reflexionen. Das setzt aber eine wolkige Beschaffenheit der *E*-Schicht voraus.

2. Die abnormale *E*-Schicht tritt an verschiedenen Orten nicht gleichzeitig auf. Bei Versuchen über größere Entfernungen (mehrere 100 km) konnte ein Zusammenhang überhaupt nicht festgestellt werden. Bei unseren Versuchen mit zwei Sendern, die 100 km voneinander entfernt sind, ergab sich als neue Erkenntnis eine deutliche Verschiebung im zeitlichen Auftreten der abnormalen *E*-Schicht (Fig. 8). Über Einzelheiten wird nach Abschluß der Versuche berichtet werden. Man wird davon einen deutlichen Hinweis erwarten dürfen, auf welchem Gebiet die Ursache der abnormalen *E*-Schicht zu suchen ist.

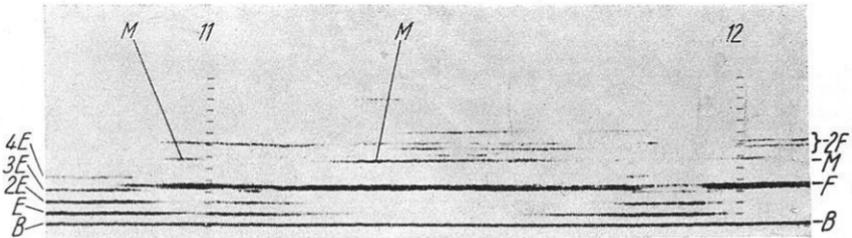


Fig. 7. *M*-Reflexionen

Eine andere abnormale Erscheinung ist der Ionosphäreneinbruch. Er besteht in einem ziemlich plötzlichen Aussetzen und in einem allmählichen Wiedereinsetzen der Echos. Gleichzeitig mit dem Aussetzen der Echos fällt der gesamte Funkverkehr auf Kurzwellen auf der belichteten Erdhalbkugel aus. Hervorgerufen wird der Einbruch wahrscheinlich durch eine Zunahme der Trägerdichte in der *E*-Schicht und dem darunterliegenden Gebiet. Unterhalb der *E*-Schicht ist aber die Luftdichte schon so groß, daß eine Zunahme der Trägerdichte keine Reflexion, sondern eine Absorption der elektrischen Wellen bewirkt. Gut erläutert wird diese Auffassung durch Fig. 9. Man hat den Eindruck, daß zunächst die *F*-Schicht von der *E*-Schicht und dann diese von einer noch tieferliegenden, nicht reflektierenden Schicht abgedeckt wird. Weil man den Einbruch nur am Tage beobachtet, und zwar auf der ganzen belichteten Halbkugel gleichzeitig, ist anzunehmen, daß er von einer solaren Wellenstrahlung hervorgerufen wird. Man beobachtet denn auch gleichzeitig mit dem Einbruch einen H_a -Ausbruch in der Chromosphäre der Sonne. Von ihm geht anscheinend eine kurzwellige Strahlung aus, welche die obere Ionosphäre ohne Effekt durchdringt, aber in der unteren Ionosphäre eine Zunahme der Trägerdichte hervorruft. Für diese Auffassung

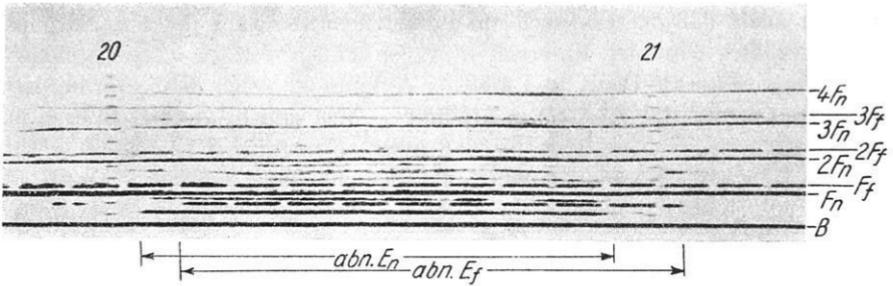


Fig. 8. Verschiebung der abnormalen E-Schicht für verschiedene Orte

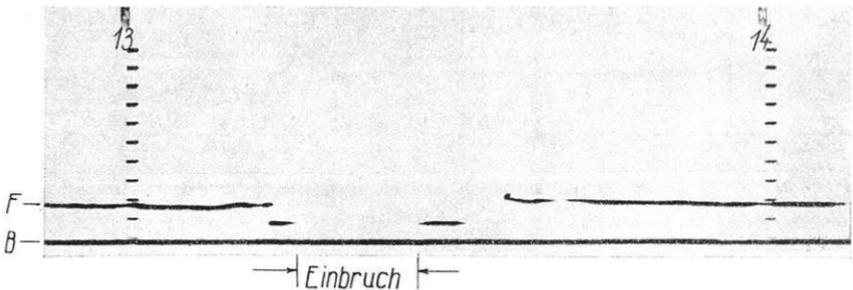


Fig. 9. „Ionosphäreneinbruch“

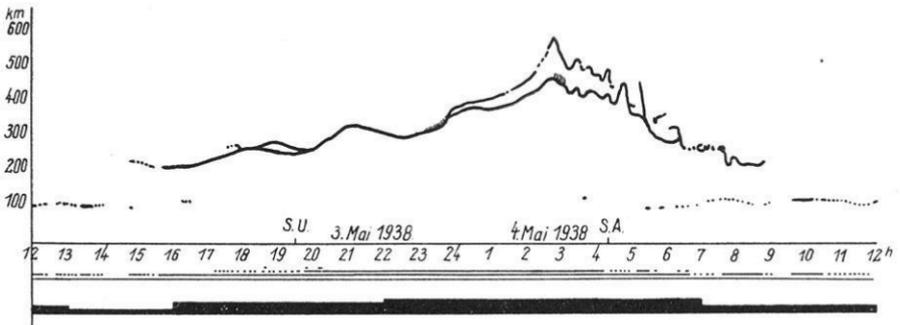
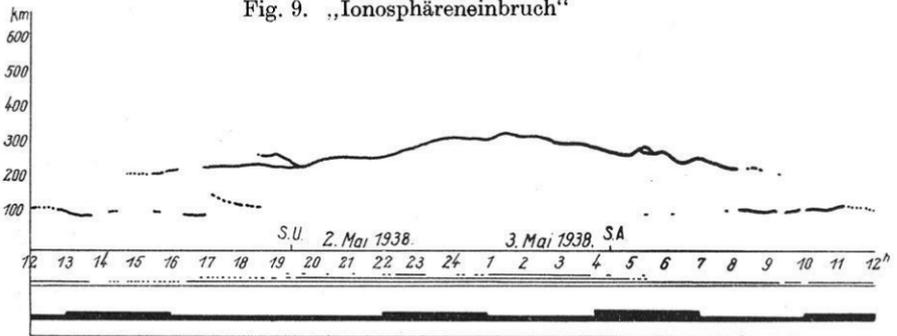


Fig. 10.

Reflexionsverlauf an zwei aufeinanderfolgenden Tagen. 1. Tag ruhig, 2. Tag gestört

spricht auch, daß der Einbruch am stärksten in der Nähe des Subsolarpunktes ist. Begleitet wird der Einbruch in vielen Fällen von einer erdmagnetischen Störung von kurzer Dauer und mäßiger Amplitude. Auch diese Störung ist am stärksten in der Nähe des Subsolarpunktes. Wir sind in unseren Breiten meist schon zu weit davon entfernt, als daß noch ein merklicher magnetischer Effekt zu erwarten wäre. Noch zu klären ist, warum nicht bei jedem Einbruch ein H_z -Aus-

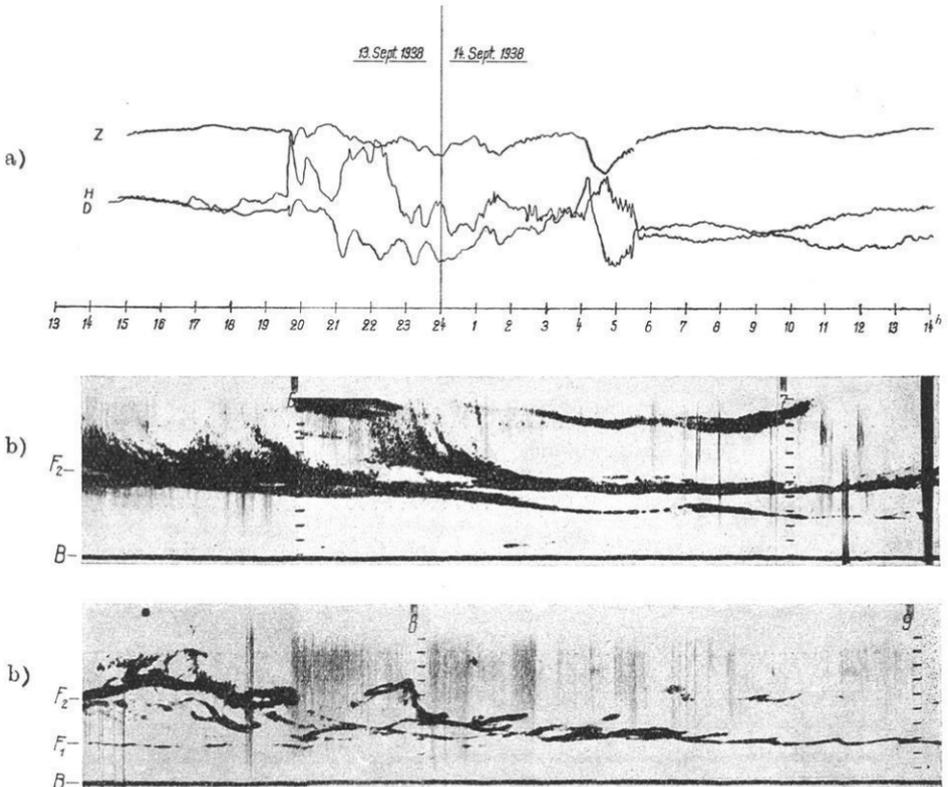


Fig. 11. Verlauf a) der Magnetik, b) der Reflexionen gegen Ende eines Sturmes

bruch beobachtet wird, und ob nicht in der Stratosphäre gleichzeitig ein Effekt irgendwelcher Art zu beobachten ist.

Eine dritte Gruppe von abnormalen Erscheinungen bilden die Ionosphärenstürme. Man nennt sie so in Anlehnung an die Bezeichnung: magnetische Stürme, um so mehr, als sie meist gleichzeitig mit diesen auftreten. Was man darunter versteht, zeigen am besten einige Beispiele. In Fig. 10 sind die Reflexionserscheinungen der 80-m-Welle an zwei aufeinanderfolgenden Tagen wiedergegeben. Unterhalb des Höhenverlaufs der Reflexionen sind die neuen Potsdamer Charakterzahlen für dreistündige Intervalle aufgetragen, und zwar entspricht die Dicke des

schwarzen Striches den Charakterzahlen 0 bis 9. Der erste Tag ist sowohl ionosphärisch als magnetisch als ruhig zu bezeichnen. Die Charakterzahl geht nirgends über 3 hinaus. Am zweiten Tage steigt sie bis zu dem Werte 5 an; gleichzeitig liegt in der Ionosphäre die Schicht merklich höher. Außerdem weist die Aufspaltung darauf hin, daß die Welle näher an der kritischen Frequenz liegt, daß also die Trägerdichte in der F -Schicht geringer als normal ist. Das sind die beiden Effekte, die für diese Art von Störung charakteristisch sind: Zunahme der Schicht-

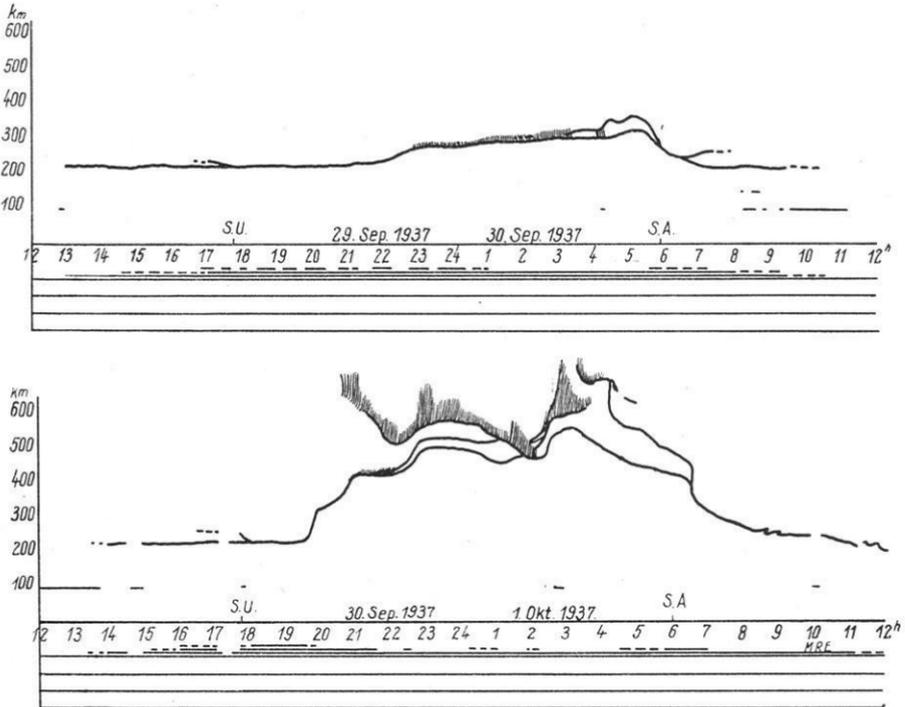


Fig. 12. Reflexionsverlauf an zwei aufeinanderfolgenden Tagen.
1. Tag ruhig, 2. Tag Nordlicht

höhe und Abnahme der Trägerdichte der F -Schicht. Typisch ist auch der niedrige Wert der Trägerdichte und die geringe Reflexionsfähigkeit der F_2 -Schicht am Tage nach einem magnetischen Sturm. Daß überhaupt der Ionosphärensturm merklich über die magnetische Unruhe hinaus andauert, zeigen Fig. 11a und 11b. Während der magnetische Sturm um 6 Uhr praktisch abgeklungen ist, ist die Ionosphäre noch um 8 Uhr stark gestört.

Eine Erscheinung, die vor allem bei stärkeren magnetischen Stürmen auftritt, ist das Auftauchen stark streuender Reflexionen oberhalb der F -Schicht, wie es z. B. in der Nacht vom 30. 9./1. 10. 37 der Fall war (Fig. 12). Die Reflexionen setzen in großer Höhe ein, sinken allmählich herab und scheinen gegen 1 Uhr

die F -Schicht zu durchdringen. Gleichzeitig liegt die F -Schicht, wie immer bei magnetischen Störungen, höher als normal. Besonders auffällig wird die Abweichung vom Normalverlauf beim Vergleich mit der vorhergehenden ungestörten Nacht. Die Aufzeichnungen des magnetischen Erdfeldes während des gestörten Zeitraumes (Fig. 13) zeigen gegen 15 Uhr einen deutlichen Stoß in allen Komponenten, dem eine Periode starker magnetischer Unruhe folgt. Außerdem wurde noch eine andere auffallende Naturerscheinung beobachtet. Etwa gleichzeitig mit dem Auftreten der diffusen Reflexionen wurde ein Nordlicht sichtbar, das nicht besonders stark war, aber immerhin in Norddeutschland gut beobachtet werden konnte. Diese Koinzidenz zwischen Nordlicht, magnetischem Sturm und Ionosphärenstörung war in einer ganzen Reihe von Fällen vorhanden, wobei besonders charakteristisch folgender zeitlicher Ablauf ist: als erstes tritt ein Stoß in der Magnetik auf, mehrere Stunden später erscheint etwa gleichzeitig

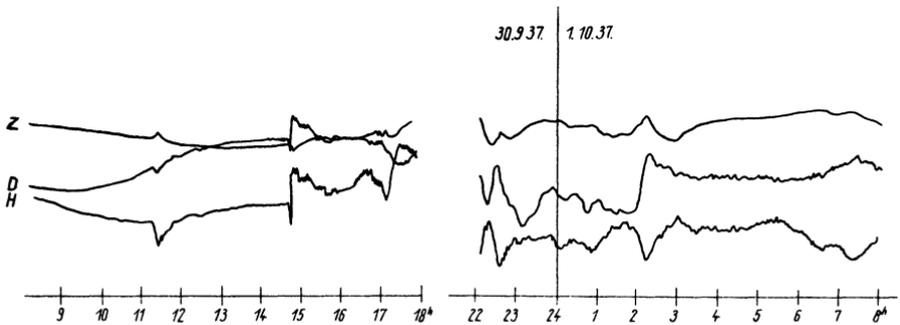


Fig. 13. Magnetische Registrierung eines Tages mit Nordlicht

mit dem Nordlicht die diffuse Schicht. Es handelt sich dabei stets um Nordlichter, die im Beobachtungsort nicht bis zum Zenit reichten, sondern nur einen beschränkten Winkelbereich des nördlichen Himmels einnahmen. Diese Tatsache, sowie der Umstand, daß die Erklärung der „Nordlicht-Schicht“ durch Reflexionen senkrecht über dem Beobachtungspunkt gewisse theoretische Schwierigkeiten bietet, ließen vermuten, daß vielleicht die Schicht durch schräge Reflexion an einer Art Raumladung vorgetäuscht wurde, die den eigentlichen Herd des Nordlichtes umgibt und wie dieses nördlich vom Beobachtungspunkt liegt. Gestützt wurde diese Annahme durch gleichzeitige Beobachtungen mit zwei Sendern. Dabei war die Höhe der normalen F -Schicht für beide Sender gleich groß. Für die Nordlichtschicht dagegen ergab der südliche Sender eine merklich größere Höhe als der nördliche. Die einfachste Erklärung dafür ist die Annahme einer schräg liegenden Reflexionsschicht. Die andere Möglichkeit, daß die Nordlichtschicht zwischen beiden Sendern einen Sprung von etwa 100 km Höhe hat, erscheint weniger wahrscheinlich.

Wesentlich anders ist der Reflexionsverlauf, wenn das Nordlicht so stark ist, daß die Leuchterscheinungen auch in unseren Breiten bis zum Zenit reichen.

Dieser Fall trat in der ersten Hälfte des Jahres 1938 zweimal ein, und zwar in der Nacht vom 25./26. 1. und in der Nacht vom 11./12. 5. Den Verlauf der Re-

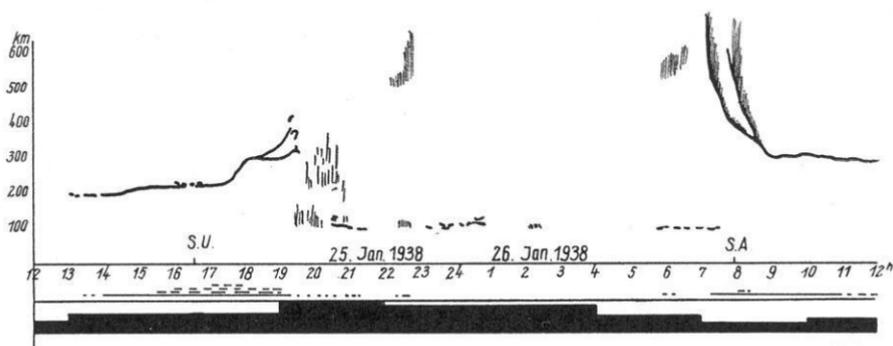


Fig. 14. Reflexionsverlauf bei starkem Nordlicht

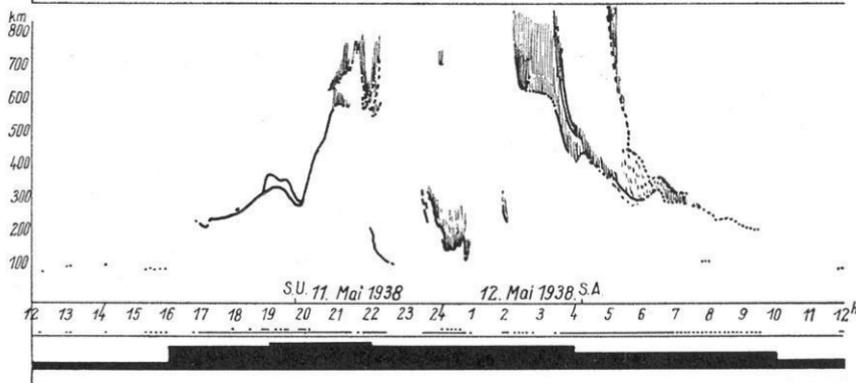
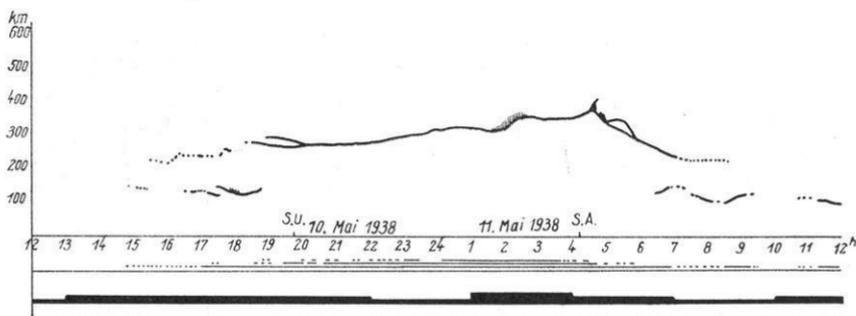


Fig. 15. Reflexionsverlauf an zwei aufeinanderfolgenden Tagen.
1. Tag ruhig, 2. Tag starkes Nordlicht

flexionen am 25./26. 1. 38 zeigt Fig. 14. An Stelle einer zusammenhängenden Nordlichtschicht treten ganz verwaschene Echos aus dem Gebiete der E- und der F-Schicht auf. Die magnetische Charakterzahl erreicht zeitweise den Wert 9.

Die Aufzeichnungen des Erdmagnetfeldes zeigen wieder den charakteristischen Stoß mehrere Stunden vor dem Ausbruch des Ionosphärensturmes. Ihm folgt zunächst eine Periode mäßiger Unruhe, die sich mit dem Einsetzen des Nordlichtes zu einem gewaltigen Sturm steigert. Ganz ähnlich ist der Verlauf am 11./12. 5. 38 (Fig. 15). Wie stark die Störungen waren, erkennt man besonders deutlich aus einem Vergleich mit dem vorhergehenden ungestörten Tag. An dem gestörten Tage ist die F -Schicht zeitweise restlos zerstört, an ihre Stelle treten diffuse Echos. Entsprechend ist der Unterschied in der dreistündigen magnetischen Charakterzahl. Am 10./11. 5. 38 übersteigt die Zahl nirgends den Wert 3, während am 11./12. 5. 38 der Wert 9 erreicht wird. Auch hier beginnt die magnetische Störung erheblich vor der ionosphärischen, der Stoß liegt 4 Stunden vor dem Einsetzen des Ionosphärensturmes.

Eine gewisse Enttäuschung bringen demgegenüber die Registrierungen der 80-m-Welle am Morgen des 16. 4. 38, an dem ein magnetischer Sturm von seltenen Ausmaßen ausbrach (Fig. 16). Man bemerkt wohl genau von dem Zeitpunkt

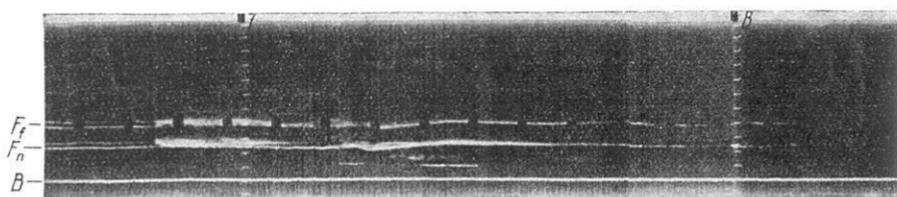


Fig. 16. Echoerscheinungen während des großen Sturmes am 16. IV. 1938 (F_n = Reflexion des nahen Senders, F_f = Reflexion des fernen Senders)

des Sturmenseinsatzes ab eine Verbreiterung in der F -Schicht und sporadische Reflexionen in der E -Schicht, aber der erwartete Effekt einer restlosen Zerstörung der Schicht blieb aus. Doch ist folgendes zu bedenken: 1. der magnetische Sturm beginnt im Gegensatz zu den anderen frühmorgens, kann also nicht ohne weiteres mit ihnen verglichen werden. 2. Die 80-m-Welle wird um diese Zeit in einem Bereich reflektiert, der auf magnetische Störungen anscheinend nicht sehr stark anspricht. Immerhin ist der beobachtete Effekt sehr deutlich und bedeutet eine erhebliche Abweichung vom Normalverlauf.

Zusammenfassend kann über die Ionosphärenstürme folgendes gesagt werden: Bei geringen Störungen ist die Höhe der F -Schicht größer und die Trägerdichte geringer als im Normalfall. Bei größeren Störungen, die meist von Nordlicht begleitet sind, erscheint außerdem die stark streuende „Nordlichtschicht“ oberhalb der F -Schicht. Bei sehr starken Störungen, bei denen das Nordlicht in unseren Breiten bis zum Zenit reicht, wird die normale F -Schicht zerstört. Statt dessen beobachtet man zeitweise verwaschene Reflexionen aus der Höhe der E - und der F -Schicht. Diese Aussagen beziehen sich auf die nächtlichen Ionosphärenstürme, bei denen der Zusammenhang mit den nachmittags ausbrechenden magnetischen Stürmen sehr deutlich ist. Anscheinend darf daraus aber nicht ein Parallelismus beider Erscheinungen in allen Fällen gefolgert werden.

Die besprochenen Beispiele zeigen, daß Dauerbeobachtungen mit fester Frequenz für die Erforschung einer ganzen Reihe von Erscheinungen in der Ionosphäre durchaus geeignet sind. Es mag in letzter Zeit die Ansicht entstanden sein, daß nur Beobachtungen mit veränderlicher Frequenz exakte Ergebnisse zu liefern vermögen. Demgegenüber ist zu betonen, daß der genaue zeitliche Ablauf sogar besser durch Registrierungen mit fester Frequenz wiedergegeben wird. Das erstrebenswerte Ziel ist die Anwendung beider Verfahren gleichzeitig. Dabei zieht sich die Dauerbeobachtung fester Frequenzen wie ein roter Faden durch die Gesamtheit der Registrierungen und erleichtert ganz wesentlich die richtige Deutung der Aufnahmen mit veränderlicher Frequenz. Über die Ergebnisse von Versuchen mit derartigen kombinierten Anlagen wird zu gegebener Zeit berichtet werden.

Über den Nachweis der Sonnenstrahlung bei 2150 Å

Von K. O. Kiepenheuer, Göttingen. — (Mit 1 Abbildung)

Diesjährige Messungen auf dem Jungfrauojoch (3600 m ü. d. M.) mit Lichtzählrohren haben den Nachweis der Sonnenstrahlung in der Ozon-Sauerstoff-Absorptionslücke bei 2150 Å erbracht. Die Intensität dieser Strahlung schwankt außerordentlich und zeigt keine deutliche Abhängigkeit von der Zenitdistanz der Sonne.

Die Kenntnis der extraterrestrischen Beschaffenheit der ultravioletten Sonnenstrahlung ist für das Verständnis der Vorgänge in den höchsten Schichten der Erdatmosphäre von großer Bedeutung. So sind die Ionosphäre, das Himmelslicht und gewisse erdmagnetischen Feldschwankungen eine unmittelbare Folge einer sehr kurzwelligen und intensiven Ultraviolett-Einstrahlung.

Die direkte Erforschung des ultravioletten Teiles des Sonnenspektrums wird durch die Absorption der Erdatmosphäre außerordentlich erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht, so daß wir bis heute fast ganz auf sehr indirekte Schlüsse angewiesen sind.

Die Absorption des atmosphärischen Ozons schneidet das Sonnenspektrum etwa bei 2900 Å ab. Die kürzeste photographisch nachgewiesene Wellenlänge ist 2863 Å [1] und lichtelektrisch etwa 2845 Å [2]. Die Ozonabsorption erreicht bei 2550 Å ein Maximum, wo die Sonnenstrahlung wohl auf weniger als 10⁻³⁰ ihrer extraterrestrischen Intensität geschwächt wird [3], und sinkt dann langsam gegen 2000 Å wieder ab. Unterhalb 2000 Å dürfte das Ozon durchsichtig sein.

Bei etwa 2100 Å setzt dann eine kräftige Bandenabsorption des Sauerstoffs ein, die bei 1750 Å in eine kontinuierliche, bis 1250 Å reichende Absorption übergeht [4].

Der Stickstoff ist oberhalb 1700 Å praktisch durchsichtig und zeigt zwischen 1700 und 1250 Å eine intensive Bandenabsorption. In der Gegend von 1200 Å jedoch ist er ähnlich wie Sauerstoff verhältnismäßig durchsichtig.