

Werk

Jahr: 1931

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:7

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0007

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0007

LOG Id: LOG_0045

LOG Titel: Vorträge, gehalten auf der 9. Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, Potsdam, 11. bis 14. September 1930

LOG Typ: section

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 there 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

Vorträge, gehalten auf der 9. Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft,

Potsdam, 11. bis 14. September 1930

Neuere Untersuchungen über Höhenstrahlung

Von Werner Kolhörster

Bericht über die Ergebnisse der Höhenstrahlungsforschung der letzten drei Jahre
bis September 1930

Der ehrenvollen Aufforderung Ihres Vorstandes, über Höhenstrahlung hier vorzutragen, habe ich gern entsprochen. Indessen wird es in Anbetracht der zur Verfügung stehenden Zeit kaum möglich sein, mehr als einen allgemeinen Bericht zu geben, selbst wenn ich mich nur auf die Forschungsarbeiten der letzten zwei bis drei Jahre beschränke. Wenn also ein Eingehen auf alle Arbeiten und Einzelheiten nicht in dem gewünschten Maße möglich ist, so bitte ich das mit der Kürze der Zeit zu entschuldigen und nicht etwa als Werturteil ansehen zu wollen.

Bei einem so jungen Gebiet sind instrumentelle Fortschritte von ganz besonderer Bedeutung. Ich habe sie daher vorangestellt.

Bisher hat man die Höhenstrahlung nur an ihrer ionisierenden Wirkung in Gasen verfolgt. Ihre geringe Intensität in andere Energien zur bequemeren Messung zu überführen, verspricht fürs erste wenig Erfolg. Selbst die summierende Wirkung auf die photographische Platte dürfte, wenn überhaupt, sich erst nach langem Lagern zeigen. Wie weit neben Temperatur und anderen Einflüssen die Zunahme der Dunkelpunkte in einer photographischen Emulsion (das Schleiern der Platten) durch Höhenstrahlung bewirkt wird, sollen Versuche zeigen, die seit etwa drei Jahren von Prof. Eggert und mir mit Unterstützung der Agfa im Gange sind. Gleiche Pakete der verschiedenen Emulsionen der Agfa werden im Berlepsch-Schacht in Staßfurt und in der Filmfabrik Wolfen bei Bitterfeld unter möglichst gleichen Bedingungen aufbewahrt und Proben von Zeit zu Zeit auf Dunkelpunkte ausgezählt. Indessen hat sich bisher nichts ergeben, was als sicherer Einfluß der Höhenstrahlung gedeutet werden könnte. Ein positiver Befund ließe sich in dem Sinne ausnutzen, daß Pilotballone mit photographischen Platten zur Kontrolle der Strahlungsintensität in den schwer zugänglichen Höhen Verwendung finden.

Die Ionisationsmethode in Gasen hat sich nach zwei Richtungen entwickelt: 1. das ältere, mehr integrierende Meßverfahren an Strahlenbündeln mit der Ionisationskammer; 2. die mehr differentielle Methode der Untersuchung einzelner Strahlen mit statistischer Auswertung der Ergebnisse.

Die Messung mit Ionisationskammern hat gerade in der Berichtszeit große Fortschritte zu verzeichnen. Man mag von dem Bestreben nach Ausgleich der Extreme sprechen insofern, als die Meßgenauigkeit der überwiegend benutzten

transportablen Instrumente weiter verfeinert, dagegen die großen Laboratoriumsapparaturen einfacher gestaltet wurden. So verwendet man z. B. in den bekannten großen Hoffmannapparaturen mehr und mehr unempfindlichere Elektrometer (Faden- oder Lindemannelektrometer) statt des ursprünglich hierfür konstruierten Hoffmannelektrometers, und Steinke hat besonders die Kompensations- und Registriervorrichtungen vereinfacht. Daß bei alledem diese Aggregate vollautomatisch arbeiten (Pforte) und daher für die Erzielung langer, einheitlicher Registrierreihen unter Laboratoriumsbedingungen bestens geeignet sind, ist das Ergebnis dauernder Verbesserungen von Hoffmann und Mitarbeitern.

Die eigenartigen Verhältnisse bei Höhenstrahlungsmessungen machen es erklärlich, daß die transportablen Instrumente ausgedehnte Verwendung finden, wenn auch ihre Meßgenauigkeit naturgemäß etwa eine Zehnerpotenz geringer als die der komplizierten Apparaturen ist. Da bei einer Meßgenauigkeit von im Mittel 0.05 I die transportablen Apparate ungefähr an die statistischen Schwankungen der Höhenstrahlung heranreichen, gibt man sich bei dem oft sehr rauen Betrieb damit zufrieden. (So haben z. B. die Strahlungsapparate meiner Konstruktion den Absturz bei der Nobile-Katastrophe unbeschadet überstanden.) Dauernde Verbesserung der Schlingenelektrometer und ihrer Optik, der Dichtigkeitskontrolle (Innen-Aneroid und Thermometer), der Ladesonden, Isolatoren und anderer Einzelheiten sind erfolgt. Wenn verschiedentlich über Undichthalten der Gefäße geklagt wurde, so mag hier einmal darauf hingewiesen werden, daß bisher alle Fälle, die aufgeklärt werden konnten, auf grobe mechanische Verletzungen zurückzuführen waren, deren Spuren sich deutlich nachweisen ließen.

Die Notwendigkeit zur genauen Bestimmung der kleinen Elektrometerkapazität hat zur Ausarbeitung neuer Kapazitätsmeßmethoden geführt (Millikan, Hess und Reitz, Kolhörster), deren Anwendbarkeit aber erst durch Vergleich verschiedener Verfahren sichergestellt wurde (Kolhörster). Damit sind nunmehr alle Konstanten von Strahlungsapparaten mit Schlingenelektrometern auf + oder — 1% bequem zu bestimmen.

Auf einige interessante, allerdings noch wenig erprobte Konstruktionen sei noch hingewiesen: So hat z. B. Schonland aus einer Art Interferenzelektrometer ein Blattelektrometer entwickelt, dessen dünne Glimmerplatte direkt als Spiegel wirkt. Es gehört zur Gruppe der Kippelektrometer und wird in Ionisationsgefäße üblicher Konstruktion eingebaut. Von Elektrometern, die zu den hier in Betracht kommenden Messungen Verwendung finden bzw. finden können, seien die von Perucca, von Lindemann und das über das Anfangsstadium noch nicht herausgekommene Interferenzelektrometer von Kolhörster und Müller erwähnt.

Hess und Matthias haben den seinerzeit von mir konstruierten einfachen Filmregistrierer für ihre Arbeiten auf dem Sonnenblick bequemer gemacht. Sie haben das Instrument in dem Sinne weiter entwickelt, wie ich bereits meinen Plattenregistrierer ausgebaut hatte, der für eine weitere Durcharbeit geeigneter erschien als der Filmregistrierer.

In dem Bestreben nach Verfeinerung und Vergleichbarkeit der Messungen ist die Schaffung von Normalplätzen von Bedeutung, um reproduzierbare Bedingungen bezüglich der Strahlen und Störstrahlen der Umgebung zu erzielen. In üblichen Laboratorien in Ziegelsteingegebäuden muß man ohne Panzer bei rund 2 I Höhenstrahlungsintensität mit einer nahezu konstanten Gebäudestrahlung von rund 1.5 I und der stark schwankenden Erd- und Luftstrahlung von etwa 2.5 I , also mit Störungen von gleicher Größe wie die gesuchten Effekte rechnen. Einigermmaßen noch zu handhabende Panzer schirmen zwar die weichen Störstrahler, aber unterdrücken auch die weichen Höhenstrahlungsanteile. Daher hat die Preußische Akademie der Wissenschaften in Potsdam am Meteorologisch-Magnetischen Observatorium einen Normalplatz errichten lassen. Die Erdstrahlung und besonders ihre Schwankungen sind durch eine absorbierende Eisenbetonschicht von 140 cm Wasseräquivalent abgeschirmt, zum Bau des Hauses ist nach Möglichkeit nur strahlungsfreies Material, wie Holz, Schilfrohr, Pappe, verwendet worden*). Man erhält auf diesem Platz etwa dieselben Intensitätswerte, wie sie Bothe und Kolhörster an Bord der „Resolute“ mitten auf der Nordsee gefunden haben. Der Platz eignet sich auch besonders zum Eichen und Vergleichen von Instrumenten untereinander. Durch Reststrahlungsmessungen ist er an die Werte der Reststrahlung im großen Festsaal des Berlepsch-Schachtes in Staßfurt angeschlossen (406 m u. M. jüngerer Steinsalz, 0.5% Kaligehalt, dessen γ -Strahlwirkung in Abzug gebracht wird). So ist es möglich, auf dem Normalplatz die einzelnen Strahlungskomponenten der Instrumente zu bestimmen, ohne erst im Bergwerk zu messen.

Daß einzelne Höhenstrahlenteilchen gesondert wahrzunehmen sind, wirkt eigentlich überraschend, da man ja gewohnt ist, bei der Höhenstrahlung nur mit außerordentlich geringen Strahlungsintensitäten zu arbeiten. Indessen erklärt sich das ohne weiteres, wenn man bedenkt, eine wie hohe Energiekonzentration im einzelnen Höhenstrahl enthalten ist. Untersuchungen dieser Art haben besonders in letzter Zeit große Bedeutung erlangt.

Mit der Wilsonschen Nebelkammer und unter Verwendung starker magnetischer Felder bis 1500 Gauß ist es Skobelzyn gelungen, Bahnen hochgeschwinder Elektronen stereoskopisch zu photographieren. Ihre Geschwindigkeit (über 15 Millionen Volt), ihre Richtungsverteilung und Anzahl sprechen dafür, daß sie im engsten Zusammenhang mit der Höhenstrahlung stehen. Skobelzyn deutete sie zunächst als Sekundärelektron einer γ -artigen Höhenstrahlung.

Die schwache Ionisationswirkung einzelner Strahlen durch Stoßionisation zu verstärken, wie bei α - und β -Teilchen, war das Ziel, das Geiger bereits seit 1923 vorschwebte und durch das Elektronenzählrohr von Geiger und Müller 1928 erreicht wurde. Die damit erzielte Verstärkung um rund das 10^8 -fache läßt erkennen, von welcher Bedeutung ein solches Instrument besonders für die Höhenstrahlungsforschung ist.

*) Das vor Eintun geprüft wurde.

Die hohe Durchdringungsfähigkeit der Strahlung veranlaßte mich zu untersuchen, wie sich zwei nebeneinander liegende Zählrohre verhalten, da meine früheren Versuche mit zwei Ionisationskammern unbefriedigend geblieben waren. Bei den Zählrohren zeigten sich sofort Koinzidenzen und ein deutlicher Richtungseffekt, so daß man also mit einer solchen Anordnung in der Lage ist, den Weg eines einzelnen Höhenstrahls zu verfolgen.

Weitere Überlegungen gemeinsam mit Bothe führten dazu, die Absorption des in der geschilderten Weise definierten Strahlers zu messen, was bei den schwer absorbierbaren Strahlen erst mit Gold in Barrendicke gelang. Für die weiche Komponente der Höhenstrahlung ergab sich ihr aus den Ionisationsmessungen her bekannter normaler Absorptionskoeffizient. Da die Zählrohre nur auf Korpuskularstrahlen ansprechen, so kamen Bothe und Kolhörster zu dem Ergebnis, daß in der Atmosphäre eine Korpuskularstrahlung von ganz denselben Eigenschaften existiert, wie sie der Höhenstrahlung bisher zugeschrieben wird. Da der γ -Charakter der Höhenstrahlung bisher noch nicht bewiesen ist, das Vorhandensein einer γ -artigen Höhenstrahlung also zunächst nur eine Annahme darstellt, so erschien es uns am einfachsten (bis zum Beweis des Gegenteils), die experimentell erwiesene Korpuskularstrahlung mit der Höhenstrahlung zu identifizieren.

Wenn man mit Hilfe der Koinzidenzen den Weg eines Höhenstrahls festlegen kann, so sollte es möglich sein, diesen Strahl durch Ablenkung im Magnetfeld zu analysieren. Versuche dieser Art haben Curtis und Rossi begonnen, die vorläufigen Ergebnisse sollen für Elektronen sprechen. Geeignet erscheint auch folgende Anordnung: Zwei Zählrohre liegen nebeneinander, ein drittes senkrecht darüber in der Symmetrieachse. Die Zahl der Koinzidenzen zwischen 3 und 1 sowie zwischen 3 und 2 sollten ohne Magnetfeld gleich, bei Erregung des Feldes doppelt so stark verschieden sein als bei Verwendung nur zweier Zählrohre. Hiermit kommen wir schon zu Mehrfachkoinzidenzen, wobei drei oder mehrere Zählrohre untereinander stehen. Versuche dieser Art sind von Tuve, Rossi und Mott-Smith begonnen worden. Dabei dienen die beiden ersten Rohre als Spalt, wodurch die Zahl der zufälligen Koinzidenzen quadratisch vermindert wird. Das Magnetfeld wirkt im Zwischenraum des zweiten und dritten Rohres. Man könnte auch daran denken, die Strahlen zunächst abzulenken und dann auf ihre Härte zu untersuchen, um gleich zu sehen, wie weit Sekundäreffekte hierbei eine Rolle spielen, die besondere Schwierigkeiten bei solchen Untersuchungen bereiten.

Die Registrierung der Elektrometerausschläge auf laufendem Film erfordert eine mühselige Auszählung, noch umständlicher ist die Koinzidenzenbestimmung, die bei einigermaßen brauchbarem Auflösungsvermögen sehr viel Aufwand macht. Das Bestreben auf automatische Summierung der Einzelstöße sowie der Einfach- und Mehrfachkoinzidenzen ist daher verständlich. Mit Hilfe der Röhrenverstärkung kann man die Intensität der Stromstöße beliebig erhöhen einfach durch Wahl geeigneter Röhren entsprechend hoher Emission. Man arbeitet mit Ruhestrom

bei Verwendung einer Röhre. Durch Widerstandsverstärkung auf ein zweites Rohr erhält man Arbeitsstrom, wobei das erste Rohr als Steuerrohr nur ganz geringe Emission zu haben braucht. Zur Summierung von Koinzidenzen läßt man die Steuerrohre jedes Zählrohres über einen gemeinsamen Widerstand auf das Koinzidenzenrohr einwirken, so daß dieses nur den Strom freigibt, wenn gleichzeitig beide Steuerrohre sperren (Kolhörster, Rossi). Das Auflösungsvermögen einer solchen Anordnung ist von der Wahl der Widerstände und der Kapazitäten in den Verstärkerkreisen abhängig und läßt sich unschwer auf ein tausendstel Sekunde bringen. Eine etwas andere Schaltung mit Doppelgitterrohr ist von Bothe für Einfachkoinzidenzen angegeben worden.

Als Zählwerk genügt bei langsamer Stoßfolge bis zu etwa 10 bis 20 in der Sekunde der Telephongesprächszähler der Reichspost. Für schnellere Stoßfolge bis zu 300 in der Minute hat man ähnliche Zählwerke umkonstruiert (Geiger). Die Industrie bietet in dem Vorwähler der automatischen Telephonie geeignete Konstruktionselemente, die bis etwa 100 Stöße in der Sekunde zu summieren gestatten. Da die Vorwähler nur etwa bis 30 einzelne Schritte schalten, muß zur Summierung der dreißiger Schritte ein weiterer Rollenzähler (Telephongesprächszähler) Verwendung finden. Die Registrierung der Zählerausschläge kann dann photographisch oder nach Art der Schlagbügelinstrumente ausgeführt werden. Für sehr schnelle Stoßfolgen kann man auch die entsprechend verstärkte Energie direkt mit Gleichstromzählern integrieren. Rotierende Gleichstromzähler brauchen etwa 50 Milliamp., Elektrolytzähler nur 5. Da bei letzteren der Schwellenwert für das Ansprechen des Zählers sehr niedrig liegt, muß der Ruhestrom in der Verstärkeranordnung weitgehendst kompensiert werden, während man bei rotierenden Zählern wegen ihres viel höheren Schwellenwertes weniger peinlich zu sein braucht.

Probleme der Höhenstrahlung. Das Grundproblem, nämlich der Nachweis der Existenz der Höhenstrahlung, dürfte seit etwa fünf Jahren widerspruchslos gelöst sein. Die Arbeiten der folgenden Jahre haben mehr oder weniger ausgesprochen zum Ziel, das Wesen der Höhenstrahlung zu erforschen, sei es indirekt durch Untersuchung der Intensität und der Richtung des Energiestromes, sei es direkt durch Einwirkung auf die Strahlen mittels absorbierender Medien oder magnetischer Kräfte.

Intensitätsmessungen unter verschiedenen geographischen Breiten sind von Millikan und Cameron zwischen San Francisco $+ 37^{\circ}$ und Mollendo $- 20^{\circ}$, von Clay zwischen Leiden $+ 52^{\circ}$ und Bandoeng $- 7^{\circ}$, von Corlin zwischen Potsdam $+ 52^{\circ}$ und Abisko $+ 71^{\circ}$, sowie von Bothe und Kolhörster von Potsdam $+ 52^{\circ}$ bis zur Packeisgrenze bei Spitzbergen $+ 81^{\circ}$ ausgeführt worden.

Millikan und Cameron sowie Bothe und Kolhörster finden keine wesentliche Intensitätsänderung innerhalb 6 bzw. 5%. Hingegen ist nach Clay sowie Corlin eine Abnahme der Intensität nach Süden sowie Norden zu beobachten. Eine Maximalzone der Strahlung wäre also über Mitteleuropa anzunehmen. Diese Änderung würde direkt für die korpuskulare Hypothese sprechen. Da das

schwache Erdfeld erst auf Strecken von der Größenordnung des Erdradius deutlich wirksam werden kann, so müßte man weiter daraus folgern, daß die Strahlung von außen her in die Atmosphäre eindringt und nicht erst sekundär in dem Luftmantel erzeugt wird (Bothe und Kolhörster). Ferner müßte, weshalb gerade Bothe und Kolhörster das Gebiet zwischen $+52$ bis 81° Breite, — 23° bis $+24^\circ$ Länge untersuchten, darauf geachtet werden, ob die Intensität von der geographischen oder geomagnetischen Breite abhängt. Im ersteren Falle müßte man eventuell andere Ursachen, wie z. B. Abplattung der Atmosphäre, für die Intensitätsänderung annehmen. Von Absorptionseffekten herrührende Änderungen können auch selbstverständlich Wirkungen des Erdfeldes überlagern, was bei der Deutung der Ergebnisse zu beachten sein würde. Es ist zu hoffen, daß eine eingehende Messung der Höhenstrahlung unter den verschiedenen Breiten durch das internationale Polarjahr wesentlich gefördert werden kann.

Intensitätsmessungen in verschiedenen Höhen sind von Clay bei Flügen auf Java bis zu etwa 4000 m Höhe wieder ausgeführt worden. Sie bestätigen im großen und ganzen die Flugzeugmessungen Büttners und die alten Ballonbeobachtungen von Hess und Kolhörster. Bei den meßtechnischen Fortschritten der letzten Zeit wäre es erwünscht, die Untersuchungen auf möglichst exakter Basis zu wiederholen, was von Potsdam aus geplant ist. Insbesondere liegt mir daran, die Strahlungsintensität in dem ersten sowie vom sechsten Höhenkilometer an möglichst eingehend zu untersuchen, um die Wirkung der Erdstrahlung und jenes eigentümliche Verhalten des Absorptionskoeffizienten im sechsten bis siebenten Kilometer zu studieren. Ich hatte hier nämlich bei den Ballonfahrten einen ebensolchen Buckel in der Absorptionskurve gefunden, wie er bei der Absorption von β - und γ -Strahlen in fester Materie auftritt. Zur Ergänzung bis in größte Höhen sind schließlich Pilotmessungen geplant und in Vorbereitung. Hochgebirgsmessungen wurden von Hoffmann, Steinke und Lindholm in Muottas Muragl (2500 m), von Hess und Mitarbeitern auf dem Sonnblick (3100 m) und von Millikan und Cameron in den südamerikanischen Anden bis rund 3500 m Höhe ausgeführt.

Zu den unperiodischen Intensitätsschwankungen an ein und demselben Orte gehören solche von größerem Ausmaß, aber nur von kurzer Dauer, sogenannte Stöße, die sich etwa alle 24 Stunden einige Male ereignen und bei den Registrierungen von Steinke und Hoffmann ab und zu gefunden worden sind. Beobachtungen des Intensitätsverlaufs im Steinsalz bei voller Abschirmung der Höhenstrahlung zeigen im Vergleich zu den Messungen mit Höhenstrahlung, daß auch die augenblickliche Intensität dauernd kleinen Schwankungen unterliegt, die wohl charakteristisch für sie sind (Hoffmann und Pforte). Längerdauernde Abweichungen, die sich über Tage erstrecken können, sind die von Corlin so bezeichneten Schwankungen zweiter Art. Bis zu welchem Grade diese primär oder sekundär oder überhaupt der Höhenstrahlung zuzuschreiben sind, müssen erst weitere Beobachtungen zeigen.

Intensitätsschwankungen stehen auch mit dem Barometerstand in Beziehung (Barometereffekt). Wenn es sich um einen reinen Absorptionseffekt handeln sollte, müßte strikt entgegengesetztes Verhalten zum Luftdruck bestehen. Da dies öfters nicht der Fall ist — die früheren Arbeiten hatten keine derartigen Unstimmigkeiten erkennen lassen —, müssen eventuell noch irgendwelche andere Faktoren wirksam sein. Dorno und Lindholm glauben verschiedenes Absorptionsvermögen der verschiedenen Luftmassen annehmen zu müssen. Aber vielleicht handelt es sich nur um Schwankungen zweiter Art und um Zusatzwirkungen der nicht völlig geschirmten Erd- und Luftstrahlen, wofür Beobachtungen von Lindholm (Strahlungserhöhung bei Hagel) und die von Lindholm und Hoffmann gefundene sonnenzeitliche Periode sprechen könnten.

Periodisch verlaufende Intensitätsschwankungen sind schon sehr bald mit ungepanzten Apparaten in großen Höhen beobachtet worden. Im einzelnen Tagesverlauf sind sie leicht verwischt, erst in den Mittelwerten längerer Beobachtungsreihen treten sie deutlich hervor und am besten dann, wenn die Intensitätswerte nach Sternzeit geordnet werden. Mit gepanzerten Instrumenten und besonders in Seehöhe sind sie wegen der geringen Intensität und dem Einfluß der Störstrahlen natürlich nur schwer aufzufinden. Infolgedessen hat man die Ergebnisse zunächst lebhaft bestritten, wobei man dem Unterschied in den Versuchsbedingungen (Hochgebirge — Meereshöhe, gepanzerte — ungepanzte Apparate) wohl nicht genügende Aufmerksamkeit zuwandte. In kurzen Zügen war die Entwicklung etwa so: Kolhörster, Kolhörster und von Salis, Büttner, von Salis sowie Corlin, welch letzterer das gesamte Material, auch das von Steinke und Lindholm einheitlich bearbeitete, kamen zur Überzeugung von der Sternzeitsperiode. Millikan und Cameron, Hoffmann, Steinke lehnten zunächst jegliche Periodizität ab. Später traten Hoffmann und besonders Lindholm für eine sonnenzeitliche Periode ein. Auch Hess und Matthias konnten sich zunächst nicht für eine sternzeitliche Periode entschließen. Nachdem Corlin darauf hingewiesen hatte, daß die weiche Strahlungskomponente wahrscheinlich die Periode viel deutlicher als die harte zeigen würde, hat dann Steinke aus seinem Material Differenzkurven für gepanzerte und ungepanzte Instrumente gebildet, die eine so überraschende Übereinstimmung mit den Sternzeitskurven zeigen, daß auch er nunmehr für die Sternzeitsperiode eintritt. Zu ähnlichem Ergebnis für einen ihrer Apparate gelangten in gleicher Weise Hess und Steinmaurer. Ferner hat Corlin neuerdings aus eigenem Material in Abisko sowie aus dem neueren Lindholmschen Material die Sternzeitsperiode abgeleitet, also aus einem Material, das Lindholm als Beweis für die Ortszeitsperiode deutet. Zusammenfassend ist zu sagen, daß die Überzeugung von der Sternzeitsperiode sich weiter durchgesetzt hat. In diesem Zusammenhang kann die Bedeutung von Hochgebirgsmessungen, wie ich sie für Südamerika plane, nicht hoch genug veranschlagt werden. Weiter sind Intensitätsunterschiede insofern beobachtet worden, als die Tageswerte $\frac{1}{2}$ bis 1% über den Nachtwerten liegen (Lindholm und Hoffmann, Hess und Steinmaurer).

Im jährlichen Verlauf wurden im Winter niedere Werte als im Sommer gefunden (Steinke, Clay). Ein solches Verhalten erscheint wegen der Ähnlichkeit mit dem Verlauf der Erdstrahlung (z. B. in Waniköi) immerhin verdächtig. Ob also wirklich bei den neueren Beobachtungen die Erd- und Luftstrahlungen so vollständig abgeschirmt worden sind, daß man die gefundenen Effekte allein der Höhenstrahlung zuschreiben kann, ist noch fraglich. Der Befund z. B. von Lindholm, daß Verringerung der Schwankungen mit zunehmender Panzerdicke eintritt, könnte zwar auf Abschirmung der weichen Strahlungskomponente zurückgeführt werden. Indessen spricht doch der merkwürdige Einfluß der meteorologischen Elemente (Strahlungserhöhung bei Hagelwetter, Bewölkungseinfluß) mehr für eine Wirkung der Erd- bzw. Luftstrahlung. Auch hier ist aus Beobachtungen, wie sie für das Polarjahr angestrebt werden, noch sehr viel zu erwarten.

Richtungsmessungen sind neuerdings wieder von Steinke durch teilweises Abschirmen der Ionisationsgefäße ausgeführt worden. Sie zeigen den überwiegenden Einfluß der Vertikalen, wie die früheren Beobachtungen am Jungfrau-Joch, und geben entsprechend den definierten Bedingungen weitere Aufschlüsse. Myssowsky und Tuwim haben durch Messungen an einem Wasserturm ähnliche Ergebnisse erzielt. Die Nebelkammeraufnahmen von Skobelzyn zeigen, von der Vertikalen ausgehend, bis $48^{\circ}20'$, zwischen 48° bis $71^{\circ}10'$, zwischen 71° und 90° (Horizontale) 2 Elektronenbahnen und geben damit ein recht anschauliches Bild der Richtungsverteilung. Bei Vorversuchen erhielt Kolhörster nach der Koinzidenzmethode die doppelte bis dreifache Anzahl von Koinzidenzen aus der Vertikalen gegenüber solchen aus der Horizontalen.

Die Absorption der Strahlen ist weiter sehr eingehend studiert worden. Von etwa 60 m Wassertiefe bis rund 3500 m ü. M. haben Millikan und Cameron gemessen und glauben vier verschiedene Absorptionskoeffizienten aus dem Material bestimmen zu können. Ihre weiteren Schlüsse auf die Wellenlänge und Energie führen sie zu der Ansicht, daß die Strahlen bei der Bildung von Wasserstoff, Helium, Silicium und Eisen (in einem einzigen Akt im interstellaren Raum) entstehen. Jedoch ist zu bemerken, daß die Zerlegung von Exponentialkurven in der von Millikan und Cameron ausgeführten Weise nicht zwingend und daß die Bestimmung der Wellenlängen aus den Absorptionskoeffizienten doch außerordentlich unsicher ist. Andere Autoren haben daher nur zwischen weicher und harter Strahlungskomponente unterschieden, weil in der Tat die Absorptionskurve zwischen 10 bis 13 m Wasseräquivalent (vom Gipfel der Atmosphäre aus gerechnet) einen deutlichen Knick macht. Dies Verhalten ist bisher viel zu wenig beachtet worden, obwohl es bei Versuchen in Laboratorien leicht eintreten kann, daß durch die Schirmwirkung der überlagernden Gebäudeteile die weiche Komponente unbeabsichtigt ausgeblendet wird. Dieselbe Apparatur kann dann bei Messungen im Dachgeschoß zu anderen Ergebnissen führen als etwa in den zu ebener Erde gelegenen Räumen (Bothe und Kolhörster).

Von großem Interesse sind die bei Absorptionsmessungen gefundenen Übergangseffekte (Hoffmann und Steinke, Myssowsky und Tuwim). Sie als beweisend für den γ -Charakter der Strahlung anzusehen (Hoffmann), ist aber insofern nicht zwingend, weil auch schnelle Elektronen dasselbe Verhalten zeigen (Varder, Schonland, Eddy). Absorptionsmessungen bis 50 m Wassertiefe hat Steinke ausgeführt, und Regner konnte sogar noch in 235 m Tiefe im Bodensee die Strahlung nachweisen, was für eine kaum vorstellbare Härte derselben spricht.

Kulenkampff ist es gelungen, das Problem des Eindringens einer γ -Strahlung in ein absorbierendes Medium und das Verhalten der dabei auftretenden Streustrahlung angenähert so darzustellen, daß Vergleiche mit den experimentellen Befunden möglich werden. Indessen hat sich mit dem bisher vorliegenden experimentellen Material noch keine rechte Übereinstimmung erzielen lassen. Bemerkenswert ist, daß auch Kulenkampff betont, daß vieles für den korpuskularen Charakter der Strahlen spricht.

Auf die Versuche von Curtis, Rossi, Tuve und Mott-Smith, die Natur der Höhenstrahlung durch magnetische Ablenkung mit der Koinzidenzmethode direkt zu bestimmen, ist bereits hingewiesen worden. Curtis und Rossi neigen nach ihren bisherigen Versuchen der korpuskularen Auffassung von Bothe und Kolhörster zu.

Über die Beziehungen zwischen Störungen des Kurzwellenempfanges und den erdmagnetischen Störungen

Von **H. Mögel**, Transradio A.-G. Berlin *) — (Mit 5 Abbildungen)

Der Vortrag sollte einmal der Geophysik aus der Praxis heraus zeigen, mit welchen Mitteln es der Kurzwellentechnik heute möglich ist, Zustandsänderungen der Kennelly-Heaviside-Schicht durch das Experiment systematisch zu erforschen. Ferner wurde angestrebt, nach abschließender Mitteilung der bisher in der Transradio-Empfangsanlage Geltow bei Potsdam gesammelten Beobachtungsergebnisse eine systematische Zusammenarbeit mit dem Observatorium Potsdam zu erreichen.

I. Nachweis von Zustandsänderungen der Kennelly-Heaviside-Schicht durch Studien von Kurzwellenphänomenen für die normalen Variationen und für Störungen.

1. Übertragungsbedingungen auf dem direkten Wege Sender—Empfänger für verschiedene Wellengattungen bei jeder Tages- und Jahreszeit durch Messung der Empfangsamplitude und Feldstärke**).

*) Vortrag auf der Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, Potsdam, 12. September 1930.

**) E. Quäck u. H. Mögel: „Hörbarkeitsgrenzen und günstigste Verkehrszeiten bei Kurzwellen“, Elektr. Nachr.-Techn. 5, Heft 12 (1928).