

## Werk

**Jahr:** 1926

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:2

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN101433392X\_0002

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0002](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0002)

**LOG Id:** LOG\_0051

**LOG Titel:** Versuche über die durchdringende Strahlung (Erste vorläufige Mitteilung)

**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](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß auch weiter entfernt von der Wetzinquelle zwischen den Quellen 16 und 17\*) in der Nähe von 17 im Grunde des hier sehr sumpfigen Zankbachtals bei einer Wiesenquelle eine Gasmessung vorgenommen wurde. Hier trat auch lebhaft Gasblasenbildung auf. Auch hier noch ein beachtenswerter Emanationsgehalt.

Die Untersuchungen wurden ausgeführt auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. Ludewig, Leiter des Radium-Institutes in Freiberg i. S., mit den Hilfsmitteln des Institutes. Ich möchte Herrn Prof. Ludewig für die Förderung der Arbeit meinen ergebensten Dank aussprechen; ferner auch an dieser Stelle der Brambacher Sprudelgesellschaft G. m. b. H. in Brambach und ihrem derzeitigen Direktor, Herrn A. Hayer, für das freundliche Entgegenkommen und die gewährte Hilfe herzlich danken.

Freiberg i. S., 21. Mai 1926.

## Versuche über die durchdringende Strahlung.

(Erste vorläufige Mitteilung.)

Von **Konrad Büttner**. — (Mit sechs Abbildungen.)

I. Angaben über die benutzten Apparate. — II. Die Eigenstrahlung der Instrumente erweist sich als von der Spannung abhängig. Sie wird wesentlich von  $\alpha$ -Strahlen erzeugt. — III. Die Abnahme der Erdstrahlung mit der Höhe stimmt mit der theoretisch, unter Vernachlässigung der Streuung berechneten überein. — IV. Die Existenz und der Betrag der Höhenstrahlung im Meeresniveau wird mit Eisen- und Bleipanzern und auf einem See untersucht. Der Absorptionsvorgang im Wasser wird mit einem bleigepanzerten Instrument untersucht. — V. Die tägliche Periode der Höhenstrahlung im Meeresniveau wird in zwei Monaten gemessen. Dies bestätigt Kolhörsters Messungen.

I. Die Apparate. Für die folgenden Versuche wurden zwei Strahlungsapparate nach Kolhörster<sup>1)</sup> verwandt: Apparat A hat ein Zweifadenelektrometer nach Wulf mit Temperaturkompensation nach Kolhörster; Apparat B ein Quarzfadenelektrometer nach Kolhörster. Bei beiden umgeben Zn-Wände von 3 mm Stärke ein Luft- bzw. CO<sub>2</sub>-Volumen von 4 Litern; die Kapazität der Elektrometer beträgt 0.95 bzw. 0.82 cm. Die Strahlungsangaben beider Instrumente sind praktisch unabhängig von der Temperatur und der seitlichen Neigung. Die Skalenempfindlichkeit erwies sich als zeitlich unveränderlich, bei A durch vier Jahre. Die Evesche Zahl  $K$ , die die Wirkung von Ra- $\gamma$ -Strahlen auf die Apparate darstellt, wurde nach der Methode von Heß<sup>2)</sup> mit einigen Milligramm Radium gemessen. Es ergab sich:

$$K_A = 4.7 \cdot 10^9 \text{ Ionenpaare cm}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ sec}^{-1},$$

$$K_B = 5.5 \cdot 10^9,$$

und nach Auskleidung mit einer dünnen Papierschicht innen:

$$K_B = 3.5 \cdot 10^9.$$

\*) Siehe P. Ludewig und H. Witte: Zeitschr. f. Geophys. 1, 246 (1925), Fig. 1.

Da sich im Steinsalzbergwerk in 500 m Tiefe bei Eichung mit Radium dieselben Zahlen ergaben, kann auch die Höhenstrahlung keinen Einfluß auf den radioaktiven Zerfall haben, wie ihn Perrin vermutet<sup>3)</sup>.

II. Die Eigenstrahlung. Als wesentliche Ursache der nach Abschirmung aller äußeren Strahlung im Gefäß beobachteten Restionisierung hat man die von den Wänden ausgehenden  $\alpha$ -Strahlen betrachtet. Untersuchungen über die Abhängigkeit des Ionisationsstromes von der Feldstärke, d. h. der gemessenen

Strahlung in  $J$  von der Elektrometerspannung, sprechen für diese Annahme. Nach den Messungen mit Ra herrscht oberhalb von 40 bzw. 100 Volt für  $\gamma$ -Strahlen Sättigungsstrom. Trotzdem zeigte sich in längeren Meßreihen deutlich ein Sinken des Stromes mit sinkender Spannung. Bei den Beobachtungsreihen 1 und 2 (300 Einzelwerte) waren durch Panzer die Schwankungen der Erdstrahlung beseitigt und die der Höhenstrahlung aus den Messungen der täglichen Periode bekannt und eliminierbar; bei Reihe 4 (30 Einzelwerte) lag nur Eigenstrahlung vor. Fig. 1 und 2 zeigt die Abhängigkeit von Strom und Spannung für die beiden Instrumente. Die äußere Strahlung ist dabei abgezogen. Zur Erklärung diene folgendes:

a) Infolge der Säulenionisation bei  $\alpha$ -Strahlen tritt erst bei Feldern von 3000 Volt/cm Sättigungsstrom ein, für 10 Volt/cm werden 72 Proz., für 30 Volt/cm 80 Proz. der erzeugten Ionen vor der Rekombination an die Elektroden gezogen [nach M. Moulin<sup>4)</sup>]. Es ist also für dies Gebiet, in dem die

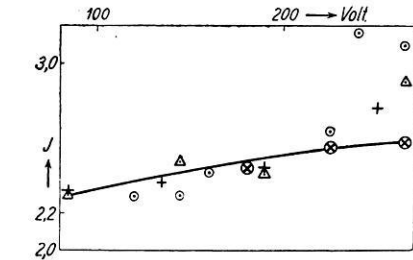


Fig. 1. Eigenstrahlung. Apparat A.

1.  $\Delta$  Beobachtung. in Dorfmark, Geldschrank.
2.  $\circ$  " " Göttingen, Fe Panzer.
3.  $+$  Mittel aus 1. und 2.
4.  $\otimes$  Beobachtungen im Steinsalz.

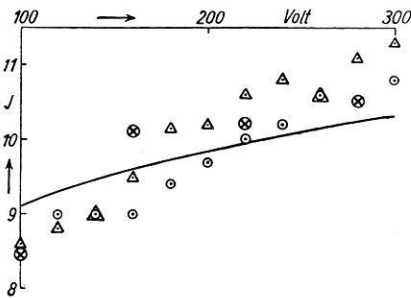


Fig. 2. Eigenstrahlung. Apparat B.

Bezeichnungen siehe Fig. 1.

obigen Messungen liegen — 100 bis 300 Volt Spannung und 10 cm Abstand der Elektroden —, eine 11 proz. Änderung des Stromes zu erwarten.

b) Es fließt ein Ohmscher Strom über den Isolator.

c) Nach der Neuaufladung des Elektrometers treten Nachwirkungen auf, die eine scheinbare Strahlungserhöhung bewirken. Da meist auf hohe Spannungen aufgeladen wurde, ist dort am ehesten diese Erhöhung zu erwarten.

Die ausgezogenen Kurven in Fig. 1 und 2 stellen die Strahlungsänderung dar für den Fall, daß reiner  $\alpha$ -Strahlenstrom parallel dem Felde vorliegt. Für Apparat A (Fig. 1) scheint Fall a) und c), für Apparat B a) und b) vorzuliegen. Bei Apparat B ergäbe sich ein Isolatorwiderstand von  $2 \cdot 10^{17}$  Ohm.

Bei Apparat B wurde neuerdings die Eigenstrahlung durch Innenauskleidung der Wände mit Papier auf 3.5  $J$  herabgesetzt. Im folgenden ist bei allen Angaben die Eigenstrahlung, der Spannung entsprechend abgezogen.

III. Die Erdstrahlung. Nach Hoffmann müßte in Luft (kleine Ordnungszahl) für Erdstrahlung starke Streuung auftreten. Die Abnahme der Erdstrahlung mit der Höhe könnte danach nicht nach einem einfachen Exponentialgesetz erfolgen. Messungen über die Abnahme der Erdstrahlung mit der Höhe bis 240 m auf dem Funkenturm in Königswusterhausen ergaben jedoch, daß mit einem einfachen Exponentialgesetz gerechnet werden kann. Strahlend wirkte außer der Höhenstrahlung (2.0  $J$ , s. u.) fast nur die Erdoberfläche, die hier mit genügender Genauigkeit als unendliche Ebene angesehen werden kann. Man muß dann bei Gültigkeit reiner Exponentialgesetze eine Abnahme der Strahlung  $J(x)$  mit der Höhe  $x$  erwarten nach der Formel\*)

$$J(x) = J(0) \left[ e^{-\mu x} - \mu x \int_{\mu x}^{\infty} y^{-1} \cdot e^{-y} \cdot dy \right].$$

Setzt man den Absorptionskoeffizienten der  $\gamma$ -Strahlen in Luft nach Heß<sup>4)</sup>

$$\mu = 4.6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1},$$

so ergibt (Fig. 3) die berechnete ausgezogene Kurve eine befriedigende Übereinstimmung mit den Meßergebnissen. Die Höhenstrahlung wurde abgezogen. Die Form des Turmes bringt Abweichungen für kleine  $x$ .

IV. Existenz und Absorption der Höhenstrahlung. An der Existenz der Höhenstrahlung im Meeresniveau kann nicht mehr gezweifelt werden. Die folgenden Abschirmversuche mit einem 7-cm-Eisen- und einem 5-cm-Bleipanzer sind ein weiterer Beleg. (Das Blei ist nach Messungen im Steinsalzbergwerk  $\gamma$ -strahlenfrei!) Es ergab sich in Göttingen für Apparat A:

Strahlung ohne Panzer . . . . .	3.9 $J$ ,
„ mit 7 cm Fe . . . . .	1.9 $J$ ,
„ „ 5 „ Pb . . . . .	1.4 $J$ .

Da Ra- $\gamma$ -Strahlen durch die Panzer auf 5 Proz. abgeschwächt werden, ergibt sich die Höhenstrahlung außerhalb der Panzer zu 2  $J$  (s. u.) und eine Abnahme um 88 Proz. bzw. 65 Proz. für Fe und Pb, was einem Massenabsorptionskoeffizienten von  $\mu/\rho = 5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$  für Fe und  $\mu/\rho = 26 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$  für Pb entspricht.

\*) Die Formel stellt mathematisch die Strahlungsintensität, d. h. die Energieabnahme pro Wegelement dar in einem Punkte, der sich im Abstand  $x$  von der unendlichen Grenzfläche zweier unendlicher Medien befindet. Das eine davon (die Erde) ist gleichmäßig mit strahlender und absorbierender Masse erfüllt, das andere absorbiert gleichmäßig mit dem Koeffizienten  $\mu$ . Eine Ableitung der Formel findet sich in <sup>4)</sup>.

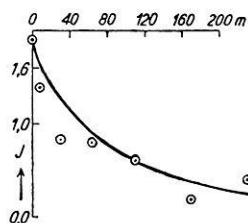


Fig. 3. Abnahme der Erdstrahlung mit der Höhe. Apparat A.

Die Absorption im Stoffe hoher Ordnungszahl ist also viel stärker. — Auf der Oberfläche eines Sees bei Potsdam ergab sich:

Apparat A . . . . . 2.0 J,  
 " B . . . . . 2.0 J

und mit 5-cm-Pb-Panzer:

Apparat B . . . . . 1.3 J.

5 cm Blei bringen die Strahlung wieder auf 65 Proz. herunter. Instrumente verschiedener  $\gamma$ -Strahlenempfindlichkeit ( $4.7$  und  $3.5 \cdot 10^9$ ) zeigen hier gleiche Werte für Höhenstrahlung an. Die hier ionisierend wirkenden Elektronen müssen so hart sein, daß sie im Papier des Apparats B kaum gebremst werden.

Versenkversuche mit beiden Instrumenten bis 850 cm Wassertiefe ergaben eine exponentielle Abnahme der Strahlung mit einem Massenabsorptionskoeffizienten

$$\mu/\rho = (2.5 \pm 0.1) \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1} \text{ (Fig. 4).}$$

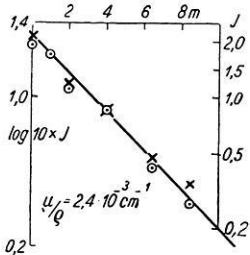


Fig. 4. Absorption der DDH im Wasser.

⊙ Apparat A. × Apparat B.

Man könnte nach Hoffmann eine starke Beeinträchtigung der Messungen durch die Streuung im Wasser erwarten. Ich wiederholte deshalb die Absorptionsmessungen im Wasser mit dem 5-cm-Bleipanzer, um alle weicheren Strahlen abzdrosseln. Die Strahlungsabnahme (Fig. 5) hat jetzt ein ganz anderes Aussehen, etwa nach dem Gesetz

$$J(x) = J_0 (1 - a \cdot x).$$

Zum Vergleich sind die bei ungepanzertem Instrument gewonnenen Werte mit eingezeichnet. Der Bleipanzer wurde in Fig. 5 mit einem Wasseräquivalent von 60 cm angesetzt. — Die mittlere Schwankung der über je etwa 2 bis 3 Stunden

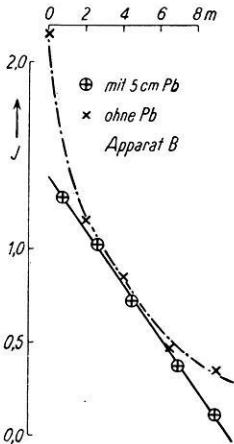


Fig. 5. Absorption der DDH im Wasser mit und ohne Bleipanzer (5 cm).

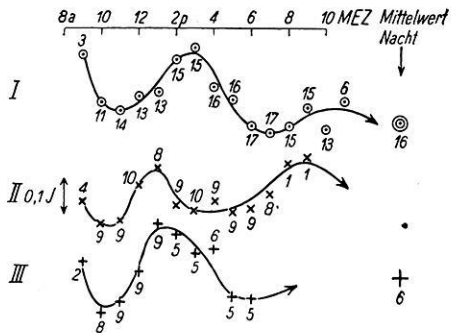


Fig. 6. Tägliche Periode der DDH.

I: 25. III. bis 7. IV. 1926, Dorfmark, Geldschrank.  
 II: 13. IV. " 23. IV. 1926, Göttingen, Eisenpanzer.  
 III: 25. IV. " 5. V. 1926, " "

Die angeschriebenen Zahlen geben die Zahl der Einzelmessungen an.

erstreckten Einzelmessung betrug 0.1 *J*. Ob es sich hierbei um Ablesefehler oder um statistische Schwankungen der Eigenstrahlung (s. II.) handelt, kann nicht entschieden werden, da beide Effekte rechnungsgemäß etwa gleich groß sind. — Die Weiterführung der Versuche im Flugzeug und im Hochgebirge ist geplant.

V. Die tägliche Periode. Wenn nach Kolhörster der Betrag der Höhenstrahlung mit dem Stande der Milchstraße um 15 Proz. schwankt, so muß diese Änderung — etwa 0.2 bis 0.3 *J* — auch in Meereshöhe nachweisbar sein. Beobachtungen in Göttingen und in Dorfmark in Hann. ergeben eine tägliche Periode der erwarteten Form und Größe (Fig. 6), bei der sich eine zweistündige Verschiebung von Monat zu Monat zeigt. Schwankungen der Erdstrahlung waren durch Panzer eliminiert.

Über Messungen der Höhenstrahlung im Flugzeug bis zu 6770 m Höhe, die eine gute Bestätigung der Kolhörsterschen Beobachtungen von 1914 brachten, wird später berichtet.

Für die Unterstützung der Arbeit habe ich sehr zu danken den Herren Bergassessor a. D. Albrecht (Kaliwerk Wittekind-Volpriehausen), Direktor Gerlach (Funkenturm Königswusterhausen) und Regierungsrat Schumacher (Preuß. Wasserbauamt Potsdam).

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung und unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Angenheister. Meinem verehrten Lehrer spreche ich auch hier meinen Dank aus.

#### Literatur.

1) W. Kolhörster: Zeitschr. f. Instrumentenkde. **44**, 333 (1924) und „Die durchdringende Strahlung in der Atmosphäre“. Hamburg 1924.

2) V. Hess: Phys. Zeitschr. **14**, 610 (1913).

3) C. S. Wright: Nature **117**, 54 (1926).

4) St. Meyer und E. v. Schweidler: „Radioaktivität“. Leipzig-Berlin 1916.

Literaturangaben über Höhenstrahlung: K. Büttner: Zeitschr. f. Geophys. **2**, 153 (1926).

Göttingen, Geophys. Institut d. Universität, 6. Juli 1926.

---

## Polschwankungen und Geotektonik.

Von **R. Spitaler**. — (Mit drei Abbildungen.)

Da durch längere Zeit im selben Sinne anhaltende Massenverschiebungen, wie beispielsweise durch die Eisablagerung während der letzten Eiszeit, die Entfernung des Rotationspols vom Symmetriepol größere Beträge annehmen kann, ist die Möglichkeit vorhanden, daß dadurch ganz bedeutende tektonische Kräfte ausgelöst werden. — Die durch die Polbewegung ausgelösten Kräfte können auch die Fließzone beeinflussen und dadurch zu epirogenetischen Bewegungen Anlaß geben. — In den Polbewegungen dürfte auch die Ursache des großen Zyklus der geologischen Umgestaltungen der Erde liegen.

Auf die am Schlusse meiner Arbeit über Erdbeben und tektonische Umgestaltungen der Erdoberfläche durch die Polhöhwenschwankungen \*) gemachten

\*) Zeitschr. f. Geophys. **2**, 113.