

## Werk

**Jahr:** 1927

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:3

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

**Werk Id:** PPN101433392X\_0003

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0003](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0003)

**LOG Id:** LOG\_0024

**LOG Titel:** Über die durchdringenden Erdstrahlungen

**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)

## Über die durchdringenden Erdstrahlungen.

Von L. N. Bogoiavlensky und Al. Al. Lomakin. — (Mit acht Abbildungen.)

**Zusammenfassung:** 1. Die Messungen der Absorptionskoeffizienten der Erdstrahlung mit Hilfe einer von 1 bis 8 cm dicken Bleischicht zeigten ihre zusammengesetzte Natur. 2. Der Absorptionskoeffizient der Erdstrahlung schwankte von 0.45 bis 0.06.

Im Sommer 1926 ist von uns der Absorptionskoeffizient der Erdstrahlung bestimmt worden. Die Versuche wurden im Kaukasus im Gebiet von Radiumlagerungen längs Erdspalten ausgeführt. Infolge ungleichmäßiger, durch die geologische Struktur verursachter Verteilung des Radiums erwiesen sich die Resultate der Messungen in sechs verschiedenen Punkten als bedeutend verschieden. Dieselben Messungen wurden auch in Leningrad, auf dem Territorium des Instituts der angewandten Geophysik, also in einer radiumarmen Gegend bei gleichmäßiger Radiumverteilung ausgeführt.

Zu den Versuchen diente ein portatives Elektrometer mit einer 3 mm dicken Messingkammer, von allen Seiten mit einem 10 mm starken Bleipanzern bedeckt. In der Mitte der Kammer befindet sich eine Elektrode mit goldenem Blatt. Die ungenügende Isolation ist nach Wilsons Methode, mit Hilfe einer Batterie von Normalelementen von 200 Volt, die mit dem Apparat eine Einheit bilden, beseitigt. Das Luftvolumen in der Kammer beträgt 1650 cm. Bei der Volttempfindlichkeit von 0.65 Volt pro eine Skalenteilung beträgt die elektrostatische Kapazität des Systems 0.725 cm. Der Apparat konnte von oben mit vier eindringenden Bleipanzern von 2 cm Dicke, von unten mit vier ebenso starken Bleifiltern bedeckt werden. Im ganzen konnte der Apparat von einer 8 cm dicken Bleischicht umkreist werden, wobei die ganze Apparatur ungefähr 500 kg wog (umstehende Fig. 1).

Die Messungen wurden folgendermaßen ausgeführt: Am vorangehenden Tage wurde das Elektrometer von allen Seiten mit der 8 cm dicken Bleischicht umgeben. Während der Nacht wurde die Temperatur des Apparats und des Bleis ausgeglichen. Am Morgen wurden die Messungen in folgender Reihenfolge ausgeführt: Anfangs wurden die Filter beseitigt, sodann die Panzer (I. Beobachtungsserie). Nach Beendigung der Arbeiten wurde der Apparat wieder mit dem Blei bedeckt. Am nächsten Tage wurden die Messungen in entgegengesetzter Reihenfolge ausgeführt, d. h. es wurden erst die Panzer beseitigt, die Filter aber an zweiter Stelle gestellt (II. Beobachtungsserie). Die beiden Beobachtungsserien kontrollierten sich in dieser Weise beiderseitig, da die Resultate der einen Serie von den Resultaten der anderen um eine Konstante voneinander verschieden sein müssen. Diese Art von Kontrolle verringerte den subjektiven Einfluß des Beobachters, welcher bei der Wieder

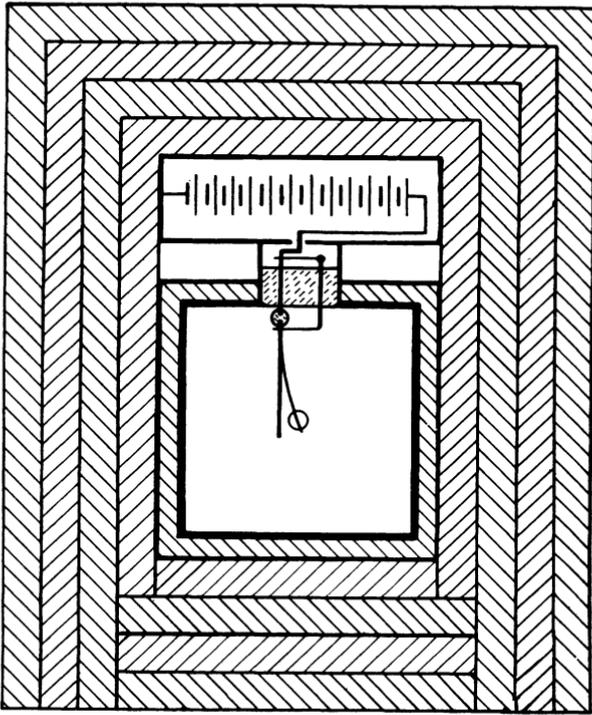


Fig. 1.

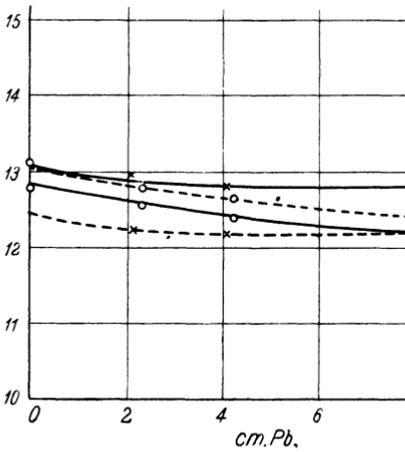


Fig. 2.

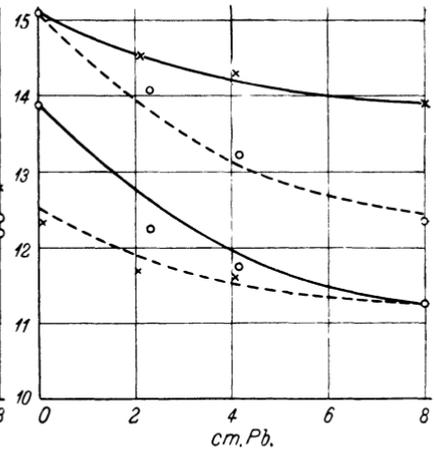


Fig. 3.

holung derselben Ziffern zum zweiten Male fühlbar werden könnte. Um die Messungsgenauigkeit zu bestimmen, führen wir die wahrscheinlichen Abweichungen der experimentell erhaltenen Größen von Kurven an, welche auf Grund der zwei Beobachtungsserien, deren Ordinaten bei den Rechnungen dienten, konstruiert werden.

Punktnummer	1	2	3	4	5	6
$\sigma$ Ionenpaar $\frac{\text{cm}^3/\text{sec}}$	0.025	0.13	0.1	0.028	0.024	0.00

Bei Unterbringung der Filter unter den Apparat, erwies sich aus Konstruktionsrücksichten als notwendig, die fehlenden Bleifilter durch Holzfilter zu ersetzen.

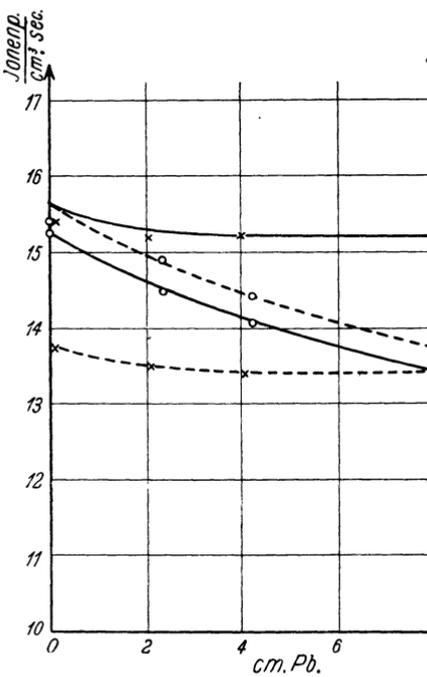


Fig. 4.

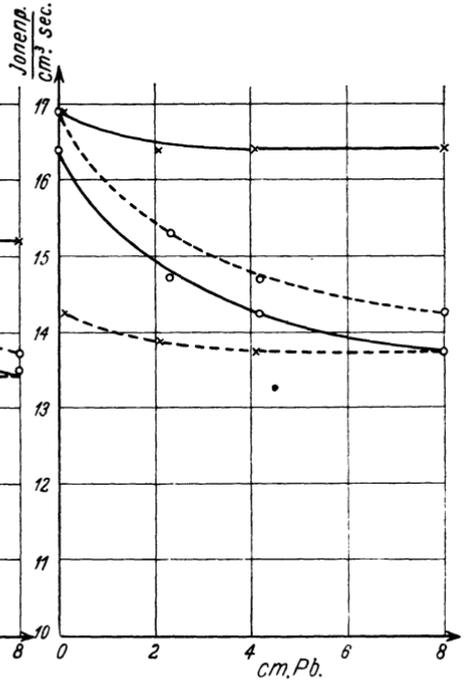


Fig. 5.

Deshalb wurde bei den unten folgenden Berechnungen der Absorptionskoeffizienten die Dicke des Holzes, welche zu der äquivalenten Bleidicke reduziert wurde, in Betracht genommen. Die Resultate der Versuche sind auf 6 Diagrammen (Fig. 2 bis 7) zusammengestellt (I. Beobachtungsserie gestrichelt). Diese Resultate sind in der Zahl pro Kubikzentimeter und Sekunde gebildeten Ionenpaare ausgedrückt.

Es muß noch bemerkt werden, daß in den meisten Beobachtungspunkten die Versuche zweimal nach mehrtägiger Pause wiederholt wurden; vom ersten Beobachtungspunkt wurde der Apparat auf den zweiten und dritten Punkt über-

führt, wobei man sodann zum ersten zurückkehrte. Aus dem Vergleich der Resultate kann man über die Unveränderlichkeit der Apparate urteilen.

Punkt- nummer	$q_{\max}$	$q_{\min}$	$q_{\max} - q_{\min}$	Punkt- nummer	$q_{\max}$	$q_{\min}$	$q_{\max} - q_{\min}$
1	13.10	12.19	0.91	4	16.90	13.73	3.17
2	15.10	11.23	3.87	5	11.23	10.17	1.06
3	15.40	13.49	1.91	6	12.32	11.75	1.07

Wenn wir mit  $q_{\max}$  die Ionenpaare bei geöffnetem Apparat und mit  $q_{\min}$  bei von 8 cm dicken Bleipanzer bedecktem Apparat bezeichnen, so gibt die obige Tabelle das Gesamtbild der erhaltenen Resultate.

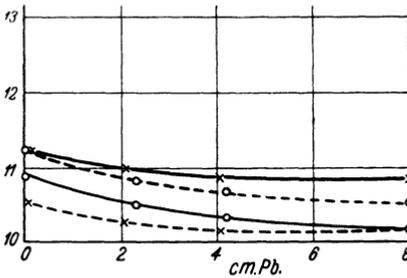


Fig. 6.

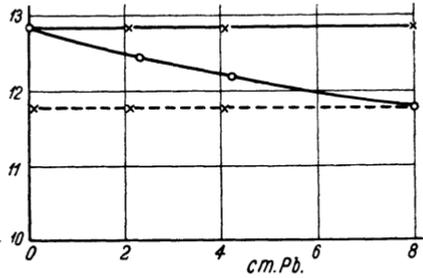


Fig. 7.

Aus den konstruierten Kurven ist zu ersehen, daß in allen Fällen die Ordinaten der I. und II. Serie, wie bei Gebrauch der Filter, so auch der Panzer, auf eine Konstante voneinander verschieden sind. Die Absorptionskurven der Panzer haben fast überall die Tendenz, hinter der Bleidicke von 4 cm der Abszissenachse parallel zu sein, d. h. die seitlichen und von oben gerichteten Strahlen sind verhältnismäßig weich. Eine Ausnahme stellt nur Punkt 2 vor, wo sogar bei 8 cm Blei keine vollständige Absorption beobachtet wurde, und Punkt 6, wo überhaupt keine Absorption bemerkbar war. Was aber die Absorptionskurven der Filter an betrifft, so verändern sie zusehends ihren Charakter im Zusammenhang mit der Gegend, wo die Messungen ausgeführt wurden.

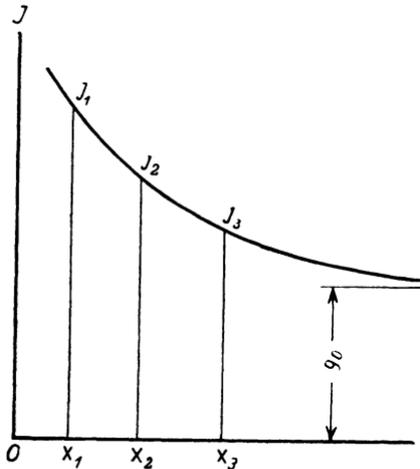


Fig. 8.

Auf Grund der Ordinaten unserer Kurven ist es möglich, die Absorptionskoeffizienten des Bleies zu berechnen.

Berechnung der Absorptionskoeffizienten. Nehmen wir an, daß uns drei Punkte der Exponentialkurve, deren Asymptote die Gerade  $J_0 = q_0$  ist (Fig. 8), bekannt sind. Diese Größe  $q_0$  wird die eigentliche Ionisation des Apparats im Falle der homogenen Strahlung bedeuten. Wir erhalten das System der Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} J_1 - q_0 &= (J_0 - q_0) e^{-\mu x_1} \\ J_2 - q_0 &= (J_0 - q_0) e^{-\mu x_2} \\ J_3 - q_0 &= (J_0 - q_0) e^{-\mu x_3} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

Bei Ausschließung von  $q_0$  und  $J_0$  erhalten wir:

$$\frac{J_1 - J_3}{J_2 - J_3} = \frac{e^{\mu(x_3 - x_1)} - 1}{e^{\mu(x_3 - x_2)} - 1} \dots \dots \dots (2)$$

In der letzten Gleichung sind die Differenzen bekannt; es bleibt nur die unbekannt  $\mu$  zu bestimmen.

Diese Art der Berechnung von  $\mu$  hängt nur vom Charakter der Kurve ab, ist aber von  $q_0$ , der eigentlichen natürlichen Ionisation des Apparats, unabhängig.

Die experimentelle Bestimmung der letzteren Größe ist aber höchst schwierig; ihre Konstanz ist nicht zu verbürgen.

Da wir für jede der von uns berechneten Kurven vier Punkte besitzen, so können wir mit Hilfe von (2) die Größe von  $\mu$  in drei Strecken der Kurve, welche der Bleidecke von 0, 2.3, 4.2 cm ( $\mu_1$ ); 2.3, 4.2, 8.0 cm ( $\mu_2$ ); 0, 4.2, 8.0 cm ( $\mu$ ) entspricht, bestimmen.

Unten führen wir die so berechneten Größen für  $\mu$  an:

Punkt- nummer	Für Panzer (seitliche und obere Strahlungen)			Für Filter (untere Strahlungen)		
	$\mu'_1$	$\mu'_2$	$\mu'$	$\mu_1$	$\mu_2$	$\mu$
1	0.6	—	—	0.25	0.08	0.13
2	0.33	0.18	0.23	0.23	0.25	0.24
3	0.5	—	—	0.14	0.07	0.085
4	0.6	—	—	0.45	0.27	0.33
5	0.47	—	—	0.365	0.31	0.32
6	—	—	—	0.08	0.06	0.075

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß die Absorptionskoeffizienten der seitlichen und oberen Strahlungen dem Werte 0.5 sich nähern\*). Wir glauben, daß diese Strahlungen durch das Relief der Gegend verursacht sind, was durch die Beobachtungen am flachgelegenen Punkt 6 sich bestätigt, wo keine Absorption bemerkbar war. Was die kosmische Strahlung anbetrifft, so ist sie bei den hier verwandten Größen der Bleidicke außer den Grenzen der Empfindlichkeit des Apparats\*\*).

\*) Es muß bemerkt werden, daß die, besonders für die Panzer, berechneten Absorptionskoeffizienten nur bedingten Wert besitzen, da die obere Formel für einen normalen zur Absorptionsfläche Strahlenbündel gelten.

\*\* ) Hoffmann: Ann. d. Phys. 16 (1926).

Ganz andere Resultate sind für die von unten gerichteten Strahlungen, die beim Gebrauch der flachen Filter entdeckt wurden, erhalten. Hier erwies sich augenscheinlich die Wirkung von Strahlungen viel größerer Durchdringbarkeit, als die  $\gamma$ -Strahlen des Radiums C, da die Werte von  $\mu$  für Blei von 0.45 bis 0.06 schwanken. Diese Strahlungen sind ungleichartig, da bei Vergrößerung der Bleidicke  $\mu$  kleiner wird.

Mit Hilfe der Gleichungen (1) ist es möglich, den Wert von  $q_0$  zu bestimmen, wenn man  $\mu_2$  für den Absorptionskoeffizient annimmt. Die Schwankungen der Größe von  $q_0$  werden die Menge durchdringbarer im Vergleich mit  $\mu_2$ -Strahlung, an verschiedenen Orten verschieden, charakterisieren.

Führen wir die Werte von  $q_0$  für verschiedene Punkte an:

	Punktnummer	1	2	3	4	5	6
$q_0$	Ionenpaar cm <sup>3</sup> /sec	11.1	10.47	11.1	13.5	10.1	10.45

Wenn man von den Absorptionskoeffizienten  $\mu$  zu den Wellenlängen  $\lambda$  übergeht, so ist zu bemerken, daß dem extremen Werte von  $\mu = 0.06$  der Wert  $\lambda = 0.00165 \text{ \AA. - E.}$  entspricht, also zwölfmal kürzere Strahlen als die  $\gamma$ -Strahlen des Radiums C ( $\lambda = 0.02 \text{ \AA. - E.}$ ); diese Strahlen nähern sich der kosmischen Strahlung ( $\lambda = 0.00067 \text{ \AA. - E.}$ ).

Die Resultate der Messungen mit derselben Apparatur im Institut der angewandten Geophysik in Leningrad geben für  $q_{\max} = 7.9$  und für  $q_{\min} = 7.3$ , wobei keine Absorption durch die Panzer bemerkt wurde. Die Absorptionskoeffizienten durch die Filter erwiesen sich als  $\mu_1 = 0.24$ ;  $\mu_2 = 0.12$  und  $\mu = 0.15$ , d. h. es wurden viel härtere Strahlungen als die  $\gamma$ -Strahlen des Radiums C beobachtet.

Es wäre natürlich, die oben beschriebenen Erdstrahlungen dem in der Erdkruste zerstreuten Radium zuzuschreiben. Wenn wir dem Radium Strahlungen mit kürzerer Wellenlänge zuschreiben, so nehmen wir an, daß es uns geglückt ist, härtere Strahlen zu entdecken, da auf den Apparat bedeutende Massen schwach radioaktiver Substanz wirkten. Wie bekannt, wächst bei diesen Bedingungen die relative Anzahl harter Strahlung bedeutend (ungefähr im umgekehrten Verhältnis zu  $\mu$ ). Schon früher haben Ahmad und Hoffmann\*) prinzipiell das Problem der Existenz sehr harter Radiumstrahlung berührt.

Die Arbeiten wurden vom Institut der angewandten Geophysik bei Beteiligung der Hauptkammer für Maße und Gewichte, denen wir unseren aufrichtigen Dank für ihre Aufmerksamkeit aussprechen, unterstützt.

\*) Ahmad: Proc. Roy. Soc. Nr. 749 A, Sept. 1 (1925); Hoffmann: Ann. d. Phys. 16 (1926).