

Werk

Titel: Die durchdringende radioaktive Strahlung der Atmosphäre

Autor: Ludwig , P.

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006 | LOG_0066

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Oberfläche, soweit sie an die Atemhöhle grenzen, von einer für Wasserdampf schwer durchlässigen Kutikula bedeckt sind, so daß ihre unmittelbare Transpiration nach Tunlichkeit eingeschränkt erscheint.

(Schluß folgt.)

Die durchdringende radioaktive Strahlung in der Atmosphäre.

Von Prof. Dr. P. Ludewig, z. Zt. Kiel.

Unter den zahlreichen Problemen der modernen Radiumkunde ist die Erforschung der in der Atmosphäre vorhandenen durchdringenden Strahlung besonders bedeutungsvoll, weil sie auch für eine große Anzahl anderer naturwissenschaftlicher Gebiete, und zwar für die Geologie, die Luftelektrizität, die Astronomie und nicht zuletzt auch für die Luftfahrt von großem Interesse geworden ist. Die Erforschung des Problems ist heute durchaus noch nicht abgeschlossen, sondern nur soweit gediehen, daß sich in *qualitativer* Beziehung die Faktoren, die von Einfluß sind, übersehen lassen, daß dagegen in *quantitativer* Beziehung nur geschätzte Zahlen vorliegen.

I.

Die Erscheinung, die dem neuen Sondergebiet zugrunde liegt, wurde bei der Messung der Stärke der *Ionisierung eines in einem Metallgefäß eingeschlossenen Gases* gefunden. Ein Gas wird bekanntlich dadurch elektrisch leitend, daß unter der Einwirkung von Radium- oder anderen Strahlungen seine Moleküle elektrisch gespalten (ionisiert) und so zu Trägern des durch das Gas hindurchgehenden Stromes gemacht werden. Die Anzahl der in der Sekunde in einem Kubikzentimeter erzeugten Ionen ist ein Maß für die Stärke der Ionisation und damit für die Stärke der Strahlung. Man sollte nun annehmen, daß ein in einem dickwandigen Metallgefäß abgeschlossenes Gasvolumen, das äußeren Strahlen durch die Wandung vollkommen entzogen ist, keinerlei Leitfähigkeit mehr besitzen könne. Das ist aber nicht der Fall. Vielmehr haben Versuche gezeigt, daß in einem jeden geschlossenen Gefäß die Ionisation nicht unter einen bestimmten Betrag erniedrigt werden kann, und daß der Grund dafür in einer vielgestaltigen Summe von komplizierten Strahlungserscheinungen zu suchen ist. Als einer der wichtigsten Summanden, der bei einem nicht zu dickwandigen Gefäß mit zur Wirkung kommt, ist eine *sehr durchdringungsfähige radioaktive Strahlung* zu nennen, die überall in der Atmosphäre vorhanden ist und dem Problem die umfassende Bedeutung gibt.

Das Vorhandensein dieser äußeren Strahlung wurde in den Jahren 1900/1901 von *Elster* und *Geitel*, *Rutherford*, *Cooke* und *Wood* nachgewiesen. Sie fanden, daß ein um das Ionisationsgefäß gelegter *Bleimantel* die Zahl der in der

Sekunde innen erzeugten Ionen herabsetzte, und zwar um so mehr, je dicker der Bleimantel war. Doch war diese Herabsetzung nur bis zu einem gewissen Grade möglich: bei einer Bleidicke von 5 cm betrug die Abnahme der Ionisation 30 % und konnte nicht weiter getrieben werden. Wo die Restionisation herrührt, ist später zu erörtern, die Versuche zeigen jedenfalls, daß von außen durch die Wandung der Ionisationskammer eine durchdringungsfähige Strahlung eintritt, die erst durch einen sehr dicken Bleipanzer absorbiert werden kann. Die Strahlung kann deswegen nur eine radioaktive sein. Ihren Ursprung und ihre Eigenschaften nachzuweisen, ist die Hauptaufgabe des Problems.

Von den drei Strahlenarten, welche von radioaktiven Substanzen ausgehen, den Alpha-, den Beta- und den Gammastrahlen, können nur die letztgenannten in Frage kommen, denn die Alphastrahlen, welche aus einem Strom schnell fortgeschleuderter, positiv geladener Heliumatome bestehen, werden schon durch dünnste Metallschirme aufgehalten und die aus Elektronen bestehenden Betastrahlen vermögen trotz ihrer größeren Durchdringungskraft nur ganz geringe Bleidicken zu durchdringen. Die Durchdringungsfähigkeit der Gammastrahlen der radioaktiven Substanzen ist aber von der Größenordnung, die sich nach dem beschriebenen Abschirmungsversuch ergibt.

Tabelle I.
Absorptionskoeffizienten der γ -Strahlen in Aluminium.

Element	$\mu(\text{cm})$	Element	μ
Uran X	24	Mesothor 2 . .	26
	0,70	Thor B	0,116
	0,140		160
Radium B . . .	230	Thor D	32
	40		0,36
	0,51		0,096
Radium C . . .	0,115	Radioaktinium .	25
Radium D . . .	45		0,190
	0,99	Aktinium B . .	120
Radium E . . .	45		31
	0,99		0,45
		Aktinium D . .	0,198

Gammastrahlen werden von verschiedenen Gliedern der drei radioaktiven Zerfallreihen ausgesandt. Ihre *Durchdringungsfähigkeit* ist sehr verschieden. Die Tabelle 1 enthält die Absorptionskoeffizienten für Aluminium und zeigt, daß meist von ein und derselben Substanz Gammastrahlen verschiedener Härte ausgesandt werden. So ist z. B. beim Uran X neben einer wenig durchdringungsfähigen Strahlung (Absorptionskoeffizient = 24) und einer mittleren eine sehr durchdringungsfähige vorhanden. Auf die harte Strahlung von Radium C sei besonders verwiesen.

Die *Meßanordnung*, die bei den Versuchen zur Messung der durchdringenden Strahlung benutzt wird, ist sehr einfach und die für Ionisationsmessungen übliche. In das Ionisationsgefäß ragt eine isoliert eingeführte Metallelektrode hinein, die mit einem Elektrometer verbunden ist. Man lädt Elektrode und Elektrometer auf ein bestimmtes Potential auf und beobachtet die Zeit des Zusammenfallens der Elektrometerblättchen. Daraus läßt sich in einfacher Weise die Stärke des elektrischen Stromes bestimmen, der von der Elektrode durch die ionisierte Luft auf die geerdete Gefäßwandung übergeht und ein Maß für die Stärke der Strahlung darstellt. *Wulf* hat die Versuchsanordnung noch dadurch vereinfacht, daß er Elektrometer und Ionisationsraum vereinigte. Als Elektrode, von der der Strom zur Wandung fließt, dient bei ihm das Elektrometersystem selbst. Dieser Apparat, der oft in der Literatur „*Wulfischer Strahler*“ genannt wird, ist bei den meisten der unten erwähnten Versuche benutzt worden.

Da die Zahl der im geschlossenen Gefäß zur Wirkung kommenden *Strahlungsfaktoren* recht groß ist und sie so ineinandergreifen, daß es schwer ist, sie zu trennen, ist es zweckmäßig, gleich von vornherein eine Übersicht zu geben und so das Zurechtfinden zu erleichtern. Es würde sehr umständlich sein, wenn man hier den langen Weg, der zur Auffindung der einzelnen Faktoren geführt hat, nochmals gehen wollte.

Tabelle 2.

Ursachen der Ionisation in einem geschlossenen Metallgefäß.

1. Die Wandung strahlt α -, β - oder γ -Strahlen
 - a) herrührend von radioaktiven Verunreinigungen,
 - b) herrührend von radioaktiven Induktionen auf den Wänden,
 - c) herrührend von einer Metallstrahlung.
2. Die Luft im Gefäß enthält die Ursache der Ionisation (α -Strahlen)
 - a) herrührend von vorhandener Radium-Emanation,
 - b) das Metall gibt eine strahlende Emanation ab,
 - c) in der Luft geht eine spontane Ionisation vor sich.
3. Die Strahlung kommt von außen (γ -Strahlen)
 - a) vom Erdboden,
 - b) von den in der Atmosphäre enthaltenen Radioelementen,
 - c) vom Oberflächenbelag der Umgebung,
 - d) außerirdische Strahlung.
4. Durch die äußere Strahlung wird in den Wänden eine Sekundärstrahlung erzeugt
 - a) von Betastrahlencharakter,
 - b) von Gammastrahlencharakter.

In der Tabelle 2 sind die Ursachen der Ionisation in einem geschlossenen Gefäß zusammengestellt. Die Tabelle enthält nicht nur die Strahlungsanteile, deren Vorhandensein wirklich nachgewiesen worden ist, sondern auch alle diejenigen, welche in der Literatur überhaupt genannt worden sind.

Neben der von außen kommenden Strahlung, die wir bisher in den Vordergrund der Betrachtung gestellt haben, sind nach der Tabelle auch Alpha- und Betastrahlen wirksam. Diese gehen von strahlenden Substanzen aus, die sich *im Gefäß* befinden, also entweder auf der inneren Gefäßwandung oder in der Luft selbst. Dieser Anteil der Strahlung ist in verschiedenen Ionisationsgefäßen resp. Wulfschen Strahlern sehr verschieden.

Wie man ferner aus der Tabelle ersieht, wird beim Durchtritt der äußeren Strahlung durch die Gefäßwände eine *Sekundärstrahlung* erzeugt, die zum Teil Beta-, zum Teil Gammastrahlencharakter hat. Gerade das Auftreten dieser Sekundärstrahlung macht die Trennung der einzelnen Strahlungsanteile schwierig.

Die experimentelle Lösung der Aufgabe ist an und für sich nicht leicht, da die in Betracht kommende *Gesamtstrahlung sehr klein ist* und die oben beschriebene Versuchsmethode nur eine sehr beschränkte Genauigkeit besitzt. Daraus erklärt sich, daß die in der Literatur genannten Messungsergebnisse der einzelnen Forscher sehr voneinander abweichen.

Zu den genannten Schwierigkeiten gesellt sich noch eine neue, die ebenfalls von großer experimenteller Bedeutung ist. Schon die ersten Versuche hatten ergeben, daß die Strahlung in ihrer Stärke nicht konstant ist, sondern sich beträchtlich und sprunghaft ändert. Versuche über die Änderung der Strahlung wurden später von *Mc Lennan, Burton, Wood, Campbell, Cline* u. a. gemacht. Aus ihnen ging hervor, daß die Schwankungen ganz unkontrollierbar sind. Von einigen wurde gefunden, daß eine tägliche *Periode* besteht, die zum Teil mit der Periode des Potentialgefälles zusammenfällt; andere fanden im Gegensatz dazu, daß eine solche Periode nicht vorhanden ist. Besonders bemerkenswert sind Versuche von *Bendorff, Dorno, Heß, v. Schweidler* und *Wulf*, die gleichzeitige Beobachtungen an verschiedenen Stellen der Erde (Graz, Davos, Wien, Innsbruck, Valkenburg) machten, um zu erforschen, ob die Schwankungen an allen Stellen gleichmäßig und in gleichem Takt erfolgten. Als Meßinstrument diente das erwähnte Wulfsche Gammastrahlenelektrometer. Die Ablesungen wurden in der Zeit vom 4. Januar bis 28. Juni 1913 alle 8 Tage gemacht und hatten das in den Kurven der Fig. 1 dargestellte Resultat. Während zwei in Davos benutzte Apparate und zwei Apparate in Wien je unter sich ungefähr parallele Änderungen zeigten, ergab sich bei einem Vergleich der Werte ver-

schiedener Orte, daß ein auch nur einigermaßen paralleler Verlauf nicht vorhanden war.

Mit der Aufstellung der verschiedenen Strahlungsanteile, wie es in Tabelle 2 geschehen ist, ist das Problem naturgemäß nicht gelöst, sondern es handelt sich auch darum, die einzelnen Anteile von einander zu trennen und die Größe der Summanden zu bestimmen. Der einzige Weg, der sich dazu bietet, besteht in dem bereits erwähnten Versuch, die von außen in das Ionisationsgefäß eindringende Strahlung abzuschirmen und die Restionisation zahlenmäßig zu bestimmen.

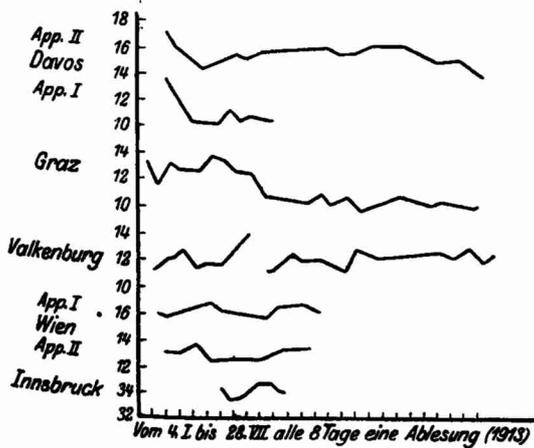


Fig. 1.

Tabelle 3.
Abschirmungsversuche.

	Schirm			%
	Material	Dicke		
Rutherford u. Cooke	Blei	5	Abnahme	30
Cooke	"	"		25
Rutherford u. Cooke	Eisen	5		30
Wood	"	1		8
"	"	5	20	
"	Bücher	35	3	
Rutherford	Ziegelsteine	"	Zunahme	—
Cooke	"	"		40—50
Wright	"	"		50
Wood	Holz	"		8.5

Tabelle 3 enthält die quantitativen Ergebnisse der in dieser Richtung gemachten Versuche. Eisen schirmt danach fast ebenso viel ab wie Blei. Ein um das Gefäß aufgestellter Bücherwall von 35 cm Stärke ergab eine Abnahme von 3 %; wurden dagegen Ziegelsteine und Holz als Schirm benutzt, so wurde eine Zunahme der Ionisation gefunden. Sie hat darin ihren Grund, daß in diesen Materialien radioaktive Substanzen als Verunreinigungen enthalten sind und eine zusätzliche Strahlung ergeben.

Es lag nahe, auch in Bergwerken Versuche anzustellen und so die äußere Strahlung durch die umgebenden Gesteinswände abzuhalten. Die Versuche von Elster und Geitel, Wulf, Bergwitz

und Gockel (Tabelle 4) hatten sehr verschiedene Ergebnisse, je nach der Art des Bergwerks, in welchem beobachtet wurde. Die in der letzten Spalte der Tabelle angegebenen Ionendifferenzen (gegen die Messungen außerhalb des Bergwerks)

Tabelle 4.
Abnahme der Strahlung in Bergwerken.

	Ort		Ionendiff. gegen außen
Elster u. Geitel	Salzbergwerk	Hedwigsburg bei Wolfenbüttel (330 m Tiefe)	8,3
Wulf	Salzbergwerk	Valkenburger Kreidhöhlen	28 %
"	"	Kalksteingrotte Han sur Lesse Belgien (100 m)	42 %
Bergwitz	Salzbergwerk	Hedwigsburg	5,3
"	Salzbergwerk	Hedwigsburg	3,9
Wulf	Kohlenbergwerk	Charleroi (933 m)	1,6
"	Kohlenbergwerk	Auvelais (200 m)	0,5
Gockel	Lötschbergtunnel	(Granit)	starke Zunahme

zeigen, daß in Salzbergwerken eine sehr beträchtliche Abschirmung der Strahlung durch die Salzschieben stattfindet, die bis 42 % betragen kann, daß die Abschirmung in Kohlenbergwerken ziemlich gering ist, und daß in dem durch Granit gehenden Lötschbergtunnel eine Zunahme der Strahlung zu beobachten ist. Da Steinsalz keine radioaktiven Verunreinigungen enthält, ist es in dicker Schicht als Schirm besonders gut zu gebrauchen. In der Kohle scheinen dagegen radioaktive Bestandteile enthalten zu sein, die die Abschirmung der äußeren Strahlung durch eine eigene Strahlung überdecken. Daß im Granitfels eine erhöhte Strahlung gefunden wurde, ist bei der steten Vereinigung von Granit mit radioaktiven Substanzen ohne weiteres verständlich.

Man hat noch auf eine andere Weise eine Abschirmung der äußeren Strahlung zu erreichen versucht, und zwar durch Messung auf und unter Wasser.

Tabelle 5 enthält eine Zusammenstellung der über Wasser angestellten Versuche, bei denen der von unten kommende Strahlungsanteil absorbiert ist. Die Versuche von Wright, Wulf, Simpson, Mc Lennan, Macallum und McLeod zeigen, daß über den Seen in jedem Falle eine Verringerung der Strahlung gemessen wurde, daß aber die Ionendifferenzen gegenüber den Messungen über Land stark, voneinander abweichen. Die Versuche unter Wasser wurden in der Weise ausgeführt, daß der Wulfsche Strahler, entsprechend abgedichtet, in das Wasser hinein-