

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_0054

LOG Titel: Beiträge zur Methode der Radioaktivitätsuntersuchungen in der angewandten Geophysik

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

Beiträge zur Methode der Radioaktivitätsuntersuchungen in der angewandten Geophysik*)

Von **Ferdinand Müller** in Kassel-Wilhelmshöhe — (Mit 3 Abbildungen)

Eine Reihe von Versuchsbedingungen, welche bei Radioaktivitätsuntersuchungen wesentlich zu beachten sind, wird besprochen, neue methodische Maßnahmen werden beschrieben und der Anwendungsbereich dieser Untersuchungen als geophysikalisches Aufschlußverfahren näher begrenzt.

In der angewandten Geophysik nehmen Radioaktivitätsuntersuchungen in der Reihe der für die Klärung geologischer Problemstellungen in Frage kommenden physikalischen Meßmethoden eine vielfach empfohlene Stellung ein. Es ist klar, daß solche Messungen nur dann von Nutzen sein und brauchbare Resultate liefern können, wenn meßbare physikalische Unterschiede in der Verteilung der radioaktiven Substanzen an bestimmte geologische Gegebenheiten gebunden sind, und wenn vor allem die geologisch bedingten Unterschiede alle möglichen äußeren Einflüsse anderer Herkunft, wie sie gerade bei Messungen dieser Art bekannt sind (meteorologische Faktoren u. a. m.), beträchtlich überwiegen bzw. trotz Überlagerung durch andere Faktoren sich erhalten. Die hauptsächlichsten Arten meßtechnischen Vorgehens auf diesem Gebiete hat der Verfasser an früherer Stelle dieser Zeitschrift¹⁾ beschrieben und dabei einige Beispiele von Messungen über geologisch ausgezeichneten Stellen mit anomalen Anhäufungen radioaktiver Substanzen gegeben. Die nachfolgenden Ausführungen sollen nun weitere Beiträge zur Meßtechnik und über das Anwendungsgebiet dieser Methode als geophysikalisches Aufschlußverfahren geben.

Zunächst einiges zu der eingangs erwähnten hervorgehobenen Hauptfrage der Reproduzierbarkeit der Messungen bzw. der gemessenen Effekte! Grundbedingung für die Erfüllung dieser Forderung ist natürlich, von gleichen Versuchsbedingungen, soweit das experimentell möglich ist, auszugehen, oder bei Wechsel derselben unter Beobachtung aller Faktoren, welche veränderte Bedingungen herbeiführen, die Messungen so zu gestalten, daß sie vergleichbar bleiben. Bezüglich der äußeren Ausgangsbedingungen, welche durch den Boden selbst oder die zu untersuchenden Gesteine gegeben sind, ist zu beachten, daß die natürliche Boden- und Gesteinsaufarbeitung unter dem Einfluß von Verwitterung, Auslaugung usw., das chemische Verhalten, das Porenvolumen, der Wassergehalt, das Gefüge, die Korngröße u. a. m. außerordentlich wechselvolle Bedingungen in sich bergen. Insbesondere sei auf das damit zusammenhängende Absorptionsvermögen für radioaktive Emanationen hingewiesen! Welche Größenordnung dasselbe erreicht, zeigen beispielsweise

*) Für die stete Förderung seiner Arbeiten ist der Verf. der Abteilung für geophysikalische Lagerstättenforschung der Firma Piepmeyer u. Co., Komm.-Ges. in Kassel-Wilhelmshöhe zu großem Dank verpflichtet.

die Untersuchungen von Markl über die Emanationsabgabe von Pechblende und deren Rückständen²⁾, wobei sich ergab, daß bei trockenen Rückständen nur etwa 2% des theoretischen Wertes der frei werdenden Radiumemanation an die Luft abgegeben wurden, ein Hinzufügen von Seesand zu den Rückständen aber die Absorption weiter erhöhte. Die Emanationsabgabe verdoppelte sich bei Anfeuchten der Rückstände mit Wasser. Von dem starken Wechsel des Absorptionsvermögens für Emanationen innerhalb gleichbleibender Schichten ohne besonderen Wechsel des Emanationsgehaltes konnte der Verfasser sich wiederholt überzeugen. So ergaben z. B. Messungen des Emanationsgehaltes der Bodenluft nach der Methode des Ansaugens derselben in eine Ionisierungskammer für Verwitterungsböden

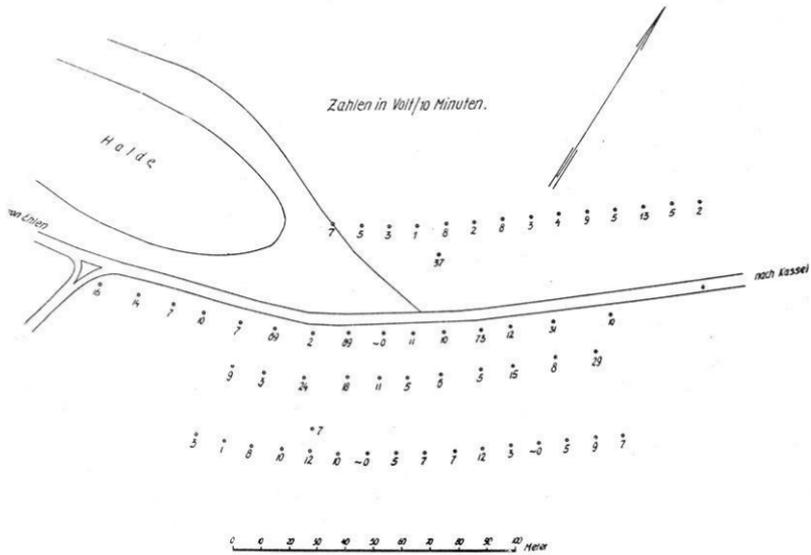


Fig. 1

von Basalten und Tuffen zahlreiche, regellos zerstreute, aber nur eng begrenzte Stellen erhöhten Emanationsgehaltes (wenige Quadratmeter), und zwar wiederholt reproduziert, welche sich nicht mit tektonischen Störungen in Zusammenhang bringen ließen. Ein Beispiel davon gibt Fig. 1, in welcher die anomalen Stellen mit den erhaltenen Zerstreungswerten in Volt/10 Minuten verzeichnet sind. Wurden jedoch an denselben Stellen in geeigneter Weise Bodenproben entnommen und jeweils gleiche Gewichtsmengen im Glühröhr entgast, so trat eine völlige Änderung im Meßbefunde, häufig gar eine Umkehr der Effekte ein, die vorher „inaktiven“ Stellen wiesen entweder einen beträchtlich höheren Emanationsgehalt auf als die „aktiven“ oder hatten wenigstens fast die gleichen Werte; jedenfalls waren die relativen Unterschiede zwischen den einzelnen Meßsorten gegenüber den mit der ersten Methode erhaltenen Werten völlig verwischt und prozentual nur noch

verhältnismäßig verschieden. Die gleichen Beobachtungen, jedoch in geringerem Ausmaße, wurden an tertiären Tonen und Sanden sowie stark verwittertem Buntsandstein bei Abwesenheit tektonischer Störungen gemacht. Wurde in der gleichen Weise über Verwerfungen gemessen, so ergaben beide Methoden regelmäßig entsprechend gleiche Resultate, anomale Häufungen von Emanation zusammenfallend mit dem Verlauf der Störungen.

Als weitere äußere Bedingungen starker Veränderlichkeit sind meteorologische Vorgänge und von ihnen abhängende Zustände des Bodens zu beachten. Solange es freilich möglich war, die Untersuchungen auf Messungen des Emanationsgehaltes der Bodenluft aus 2 m oder größerer Teufe zu stützen, wie beispielsweise bei sandigen und tonigen Schichten als oberste Decke, wurden reproduzierbare, nur um ein paar Prozent schwankende Resultate erhalten. In allen anderen Fällen, in denen aus äußeren oder methodischen Gründen diese Teufe sich nicht erreichen ließ, gingen meteorologisch bedingte Schwankungen (dieses im weitesten Sinne verstanden) in die Messungen ein. Es handelt sich hierbei ja um altbekannte Tatsachen, doch seien einige kurze Bemerkungen erlaubt. Schnell vor sich gehende Luftdruckschwankungen, insbesondere bei fallendem Luftdruck, schaffen völlig veränderte Verhältnisse, so daß zwei unmittelbar aneinander anschließende Messungen nicht mehr vergleichbar sind. Überhaupt ist es erforderlich, den Gang des Luftdrucks vor und während der Messungen stets mitzubeobachten und bei Änderungen desselben durch Wiederholungen an bereits vermessenen Stellen von der Größenordnung des Einflusses dieser Schwankungen auf den durch die Messungen erfaßten Emanationsgehalt der Bodenluft sich zu überzeugen. Auch zeitlich weiter auseinander liegende Messungen müssen, falls sie untereinander verglichen werden sollen, auf diese Weise kontrolliert werden. Andere Faktoren, wie Temperaturgang der Außenluft, Sonnenbestrahlung des Bodens, sind ebenfalls wesentlich zu beachten. Sonnenbestrahlte und beschattete Stellen geben beispielsweise sogar in allernächster Nachbarschaft erheblich verschiedene Ausgangsbedingungen ab. Entsprechendes ist natürlich ebenso bei zeitlich auseinander liegenden Wiederholungsmessungen zu berücksichtigen. Schließlich sei noch auf den erheblichen Einfluß der Bodenfeuchtigkeit, des Frostes, von Schneedecken u. a. m. hingewiesen.

Die soeben behandelte Kategorie von Änderungen in den äußeren Versuchsbedingungen beherrscht, wie oben hervorgehoben, fast alle üblichen Wege methodischen Vorgehens. Besonders stark wird begreiflicherweise die sogenannte „Kastenmethode“, bei welcher ein unten offener Kasten als Ionisierungsraum dem Boden aufgesetzt wird, davon betroffen. Doch auch die Bohrlochmethode, bei welcher in den Boden getriebene Bohrlöcher als Ionisierungsraum dienen, zeigte sich bei sämtlichen Untersuchungen, wenn auch in bedeutend geringerem Maße als die Kastenmethode, so doch immer noch wesentlich beeinflußt; darin trat auch keine Änderung ein, ob nun die Bohrlöcher unmittelbar nach dem Treiben derselben untersucht oder erst zwecks Herbeiführens eines „stationären Zustandes“ kürzere oder längere Zeit entsprechend verschlossen sich selbst überlassen wurden. Die

Messung der vom Boden ausgehenden durchdringenden Strahlung soll nach Bogoiavlensky³⁾ von meteorologischen Faktoren bis auf 3% Schwankungen unabhängig sein; weitere Untersuchungen hierüber bei den verschiedensten Bodenverhältnissen wären erwünscht. Für Untersuchungen auf Grund von Messungen des Emanationsgehaltes von Bodenluftproben, welche geringeren Teufen als 2 m entstammten, wurden bei 1 m Teufe bereits kleinere Schwankungen gefunden als bei der Bohrlochmethode, soweit überhaupt natürlich ein Vergleich bei der erheblichen Verschiedenheit der Methoden anstellbar ist.

Den Versuchsbedingungen, welche durch den Meßvorgang selbst gegeben sind, ist ebenfalls besonderes Augenmerk zuzuwenden. Es genügt nicht, für alle untereinander zu vergleichenden Messungen dieselbe Beobachtungsdauer zugrunde zu legen bzw. dieselben auf gleiche Zeiten umzurechnen; es ist ferner nicht ausreichend, jeweils von der gleichen Aufladung des Instrumentes auszugehen; sondern es ist äußerst wichtig, sämtliche Messungen auf den gleichen Ionisierungszustand, auf die gleiche Sättigung zu beziehen. Solange natürlich die normalen und anomalen „Zerstreuungswerte“ größenordnungsmäßig nicht erheblich voneinander abweichen, bleiben Meßreihen in sich vergleichbar. Jedoch

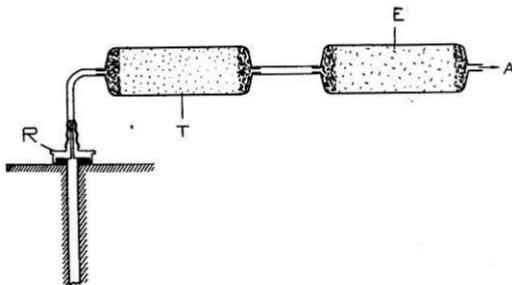


Fig. 2

des Ansaugens der Bodenluft in eine besondere Ionisierungskammer wird an jedem Meßpunkt ein bestimmtes Quantum Bodenluft — Menge derselben jeweils von der Stärke der Aktivität abhängig — mittels eines Aspirators *A* durch eine Anordnung gesaugt, welche im Schema aus den in Fig. 2 dargestellten Teilen besteht, einem Elster- und Geitelrohr *R*, das gleichzeitig als Erdbohrer ausgebildet ist⁴⁾, einem Trocknungs- und Entstaubungsrohr *T* (mit beiderseitigem Wattedausch und Chlorcalcium) und einem Absorptionsrohr *E* mit einer jeweils gleichen Gewichtsmenge eines Absorptionsmittels für Emanationen. Als Absorptionsmittel wurden u. a. benutzt: Aktivkohle von J. G. Farben,

*) Diese Gedankengänge hat der Verfasser unter Hinzufügen methodischer Bemerkungen bereits auf der Hamburger Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft 1928 vorgetragen.

Untersuchungen im Frankenswalde bei Probstzella antraf (s. die nebenstehende Tabelle!), lassen infolge des ungleichen Ionisierungszustandes keinen Vergleich mehr zu.

Um nun doch zu vergleichbaren Resultaten zu kommen, hat der Verfasser folgende Methode*) ausgebaut: Nach vorhergegangenen Orientierungsmessungen nach der Methode

Norit [XXX und Supra*)] von der Allgemeine Norit Maatschappij und ein Kieselsäuregel von I. G. Farben**). Wesentlich ist dabei, daß Emanation quantitativ absorbiert und schon bei verhältnismäßig geringem Erhitzen quantitativ wieder ausgetrieben werden kann, was bei dem Kieselsäuregel erfüllt war, oder falls diese Bedingungen, insbesondere die letztere, nicht völlig zu erfüllen sind, daß Absorption und Entemanierung wenigstens bis auf kleine Reste möglich und vor allem konstant sind; das traf bei beiden erwähnten Kohlearten zu, wobei allerdings zu beachten ist, Feuchtigkeitseinflüsse ganz auszuschalten. An emanationsreichen Stellen wird wenig Bodenluft über das Absorptionsmittel geleitet, je nach dem Gehalt 2 bis 10 Liter, an den emanationsarmen Stellen bis zu 50 Liter, so daß möglichst schon an allen Meßpunkten annähernd die gleiche Emanationsmenge absorbiert wird. Zwecks roher Orientierung über die absorbierte Menge kann nun für jeden Meßpunkt der Inhalt des Absorptionsrohres in gleichmäßiger Schicht in einer Plattenkondensatoranordnung ausgebreitet und kurz auf seine Zerstreuung geprüft werden. Für die endgültige Messung werden die Absorptions-

Tabelle 1

Meßpunkt Nr.	Spannungs- abfall	Entladungs- zeit
1	36 Volt	10 Minuten
2	20 „	10 „
4	97 „	30 Sekunden
5	98 „	30 „
7	214 „	30 „
9	10 „	10 Minuten

körper wieder entgast, die Gase in einer Ionisierungskammer aufgefangen und in bekannter Weise auf ihren Emanationsgehalt geprüft. Zweckmäßig ist ein Anschluß an eine Normlösung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Ist bei geringen Luftproben die Zerstreuung noch zu groß, so ist eine weitere Verdünnung mit inaktiver, vorher geprüfter Luft notwendig. Auf diese Weise läßt es sich erreichen, nur Proben gleichen Emanationsgehaltes der Untersuchung zu unterwerfen und damit immer die gleiche Sättigung zu erzielen. Daß die Zeitpunkte der Probeentnahme und endgültigen Messung entsprechend zu berücksichtigen sind, dürfte selbstverständlich sein.

Die Untersuchungen über die Anwendbarkeit von Radioaktivitätsuntersuchungen als geophysikalisches Untersuchungsverfahren dürften nach den Erfahrungen des Verfassers noch nicht abgeschlossen sein. Mit den bisher üblichen Methoden stellt man auch an geologisch nicht ausgezeichneten Stellen mitunter

*) Für die freundliche Überlassung reichlicher Proben zu den grundlegenden Versuchen ist der Verfasser der Maschinenfabrik Sangerhausen A.-G. in Sangerhausen zu großem Dank verpflichtet.

***) Auch hier hat der Verfasser für das Zurverfügungstellen einer beträchtlichen Probe der I. G. Farben A.-G. in Frankfurt a. M. besonders zu danken.

Anomalien in der Verteilung der radioaktiven Substanzen fest, welche sich jedoch bei Hinzuziehen weiterer meßtechnischer Maßnahmen auf lokale physikalische Verschiedenheiten ohne geologische Bedeutung zurückführen lassen. Verwerfungen und Spalten größeren Ausmaßes dagegen wurden regelmäßig von anomalen Anhäufungen radioaktiver Substanzen begleitet gefunden; ihre Feststellung gelang auch unter erheblichen Bedeckungen durch Lockermassen. Es mag hier eingefügt werden, daß Verwerfungen und Spalten infolge der sie begleitenden Zerklüftung usw. wohl vielfach nur als Stellen lokal erleichterten Emanationsaustrittes in Anspruch zu nehmen sind. Das wird im allgemeinen der Fall sein, wenn Gesteine

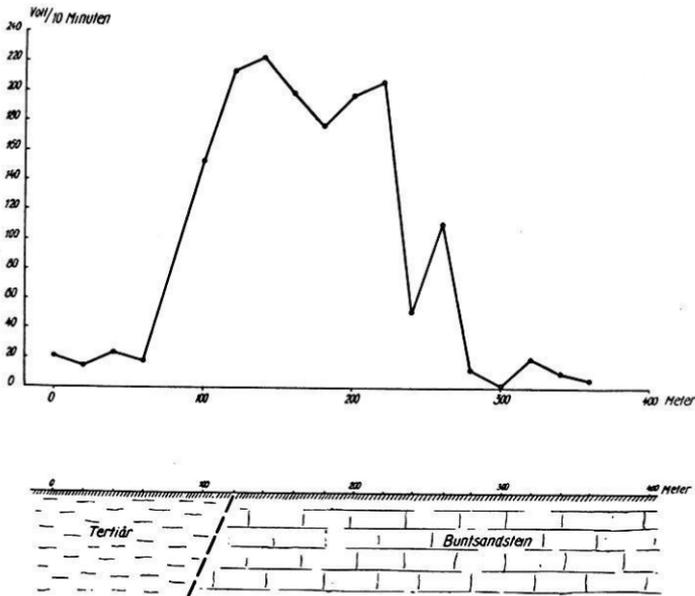


Fig. 3

gleichen oder ähnlichen Gefüges und gleicher Durchlässigkeit für Wasser beiderseits der Störung vorhanden sind. Dabei können dann sekundäre Maxima mit Nebenspalten zusammenhängen. Lagern jedoch beiderseits der Störungen Gesteine verschiedener Art, insbesondere ungleicher Durchlässigkeit für Wasser, so werden häufig auch Anreicherungen von Muttersubstanzen der radioaktiven Emanationen die Aktivitätserhöhungen mitbedingen. Hierfür kann vielleicht als Beispiel das in Fig. 3 dargestellte Ergebnis einer Messung über eine Verwerfung bei Ober-Kaufungen, Bez. Kassel, herangezogen werden, wo tertiäre Tone gegen Buntsandstein verworfen sind. Die Verwerfung ist hier zugleich Quellenlinie, die auffallend breite Zone liegt größtenteils über dem Buntsandstein, aus welchem hier Wasser für eine Trinkwasserversorgung entnommen wird.

Während man offenbar als Regel angeben kann, daß Verwerfungen und Spalten größeren Ausmaßes von Aktivitätserhöhungen begleitet sind, so ist bezüglich der Gangvorkommen einschränkend nur festzustellen, daß sie häufig Anreicherungen von radioaktiven Substanzen enthalten, daß solche Anreicherungen aber auch in vielen Gängen fehlen. Es gibt hier alle Arten von Übergängen, von den Gängen mit sichtbaren Anhäufungen über solche mit nicht mehr sichtbaren, aber elektrometrisch noch gut nachweisbaren bis zu den Gangvorkommen, welche bezüglich des Radioaktivitätsgehaltes nicht mehr ausgezeichnet sind. Hier bestimmte Regeln oder wenigstens allgemein zusammenfaßbare Beobachtungen zu geben, scheint dem Verfasser auf Grund des ihm vorliegenden und bekanntgewordenen Materials zum mindesten verfrüht. Noch unübersichtlicher liegen offenbar die Verhältnisse bei anomalen Anreicherungen in Begleitung von Erzlagern oder als Imprägnationen in Schichten.

Die Weiterführung des Radioaktivitätsverfahrens durch Koenigsberger⁵⁾ zur Mächtigkeitsbestimmung von Deckschichten über Spalten oder dergleichen bewährte sich bei homogenem Material derselben im allgemeinen gut, vorausgesetzt allerdings, daß die Ausgangsbedingungen jederzeit beachtet und herangezogen wurden.

Auf Grund der oben mitgeteilten Beobachtungen und Folgerungen erscheint die Bedeutung von Radioaktivitätsuntersuchungen als geophysikalisches Aufschlußverfahren herabgemindert; ihr Anwendungsbereich ist zwar auf die Feststellung und Verfolgung von Verwerfungen und Spalten beschränkt und erstreckt sich nur teilweise auf die Untersuchung von Gangvorkommen und die Klärung anderer Fragen; auch ist der für sie erforderliche Zeitaufwand in vielen Fällen erhöht; aber innerhalb dieses Bereiches bleiben sie ein brauchbares und billiges Verfahren und stellen somit eine wertvolle Ergänzung der physikalischen Untergrundforschung dar.

Literatur

¹⁾ Ferd. Müller: Zeitschr. f. Geophys. **3**, 330 (1927). Siehe auch J. N. Hummel: Radioaktive Methoden. In „Handb. d. Experimentalphys.“ **25**, III. Teil. Leipzig 1930.

²⁾ J. Markl: Phys. Zeitschr. **28**, 10 (1927).

³⁾ L. Bogoiavlensky: Bull. Inst. Prakt. Geophys. Leningrad **1**, 184 (1926).

⁴⁾ A. Gockel: Die Radioaktivität von Boden und Quellen, S. 55. Braunschweig 1914.

⁵⁾ J. Koenigsberger: Zeitschr. f. Geophys. **4**, 76 (1928).

Kassel-Wilhelmshöhe, den 15. März 1931.