

Werk

Jahr: 1927

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:3

Werk Id: PPN101433392X_0003

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X_0003 | LOG_0067

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

Radioaktivitätsmessungen als geophysikalische Aufschlußmethode.

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

Anreicherungen radioaktiver Substanzen kommen unter bestimmten geologischen Bedingungen vor. Die zur Feststellung solcher Anreicherungen beschrittenen Wege werden beschrieben und einige Anwendungsbeispiele gegeben.

A. Vorbereitende Tatsachen. Nach der Entdeckung der allgemeinen Verbreitung radioaktiver Substanzen im Erdboden durch Elster und Geitel (in den Jahren 1900 bis 1902) setzten allseits eingehende Untersuchungen über die spezifische Verteilung dieser Substanzen in Mineralien, Gesteinen, Gewässern aller Art, in der Atmosphäre und in der Bodenluft ein. Nach anfänglichen rein qualitativen Beobachtungen wurden sehr bald quantitative Maßbestimmungen durchgeführt. Ausführliche Zusammenstellungen über die diesbezügliche Literatur sowie über die Resultate finden sich unter anderen bei Gockel¹⁾, Geitel²⁾, Ambronn³⁾, Meyer und Schweidler⁴⁾. Diese Untersuchungen bedeuten jedoch wohl zumeist eine wesentliche Bereicherung des Tatsachenmaterials der Mineralogie und der Physik von Erde und Atmosphäre, Erkenntnisse über Beziehungen zwischen der Verteilung der radioaktiven Substanzen und geologischen Faktoren bilden sich nur langsam heraus, wenngleich auch einige Tatsachen bereits so alt sind wie überhaupt die Kenntnis der Radioaktivität. Dabei erweisen sich die nach und nach bekanntgewordenen Anomalien gegenüber der normalen Verteilung durchweg als Anreicherungen unter ganz bestimmten geologischen Bedingungen, wie zum Beispiel:

- a) Lagerstätten der stark aktiven Mineralien (Uran-Radium- und Thorium-Erze), die sowohl auf Gängen (z. B. Joachimsthal in Böhmen) als auch in Lagern (Monazitseifen in Südamerika) vorkommen.
- b) Viele Mineral- und andere aus der Tiefe kommende Spaltenquellen.
- c) Erdöllagerstätten.
- d) Verwerfungen, Spalten, Gänge und manche Erzlager.

Als Begleiterscheinung dieser Anreicherungen ist die erhöhte Aktivität ihrer nächsten Umgebung zu vermerken.

Entsprechend diesen Vorkommen ergeben sich für Radioaktivitätsmessungen als geophysikalische Aufschlußmethode hauptsächlich zwei Problemstellungen, die sich jedoch zum Teil überschneiden und experimentell dieselben Wege beschreiten: erstens handelt es sich direkt um die bloße Feststellung und gegebenenfalls um die quantitative Bearbeitung der starken Anreicherungen, also um das Aufsuchen der hochaktiven Mineralien und der aktiven Quellen sowie um die Bestimmung der Menge und der Art der aktiven Bestandteile, und zweitens sollen indirekt mit der Bestimmung der Anreicherungen bestimmte

geologische Fragen gelöst werden wie die Feststellung von Verwerfungen, Spalten, Gängen und Lagerstätten, wo die Anhäufungen nur sekundäre Begleiterscheinungen sind. Das erste Problem hat bereits vielfache Bearbeitung erfahren; freilich erstreckten sich die Untersuchungen fast nur auf Wasser- und Gesteinsprobenuntersuchungen. Das zweite Problem ist erst neuerdings durch Untersuchungen von Ambronn⁵⁾ aktuell geworden.

B. Die Untersuchungsmethoden. Die Meßmethoden selbst sind natürlich wegen der geringen Durchdringungsfähigkeit der von den radioaktiven Substanzen ausgehenden Strahlungen ausschließlich Nahemethoden, d. h. die Substanzen müssen direkt auf das Meßinstrument bzw. bestimmte Teile desselben wirken. Das schließt jedoch nicht aus, daß man auch verdeckte und nicht unmittelbar zugängliche Objekte messend verfolgen kann, weil ja, wie schon oben erwähnt, die Anreicherung sich auch auf die nächste Umgebung mit erstreckt. Der Nachweis der radioaktiven Substanzen geschieht bei diesen Methoden nur durch die Messung der Ionisierung, die durch die emittierte Strahlung in einem abgeschlossenen Luftraum erzeugt wird. Als Elektrometer können Blättcheninstrumente nach Exner oder Elster und Geitel verwandt werden; für Messungen im Gelände sind jedoch wegen ihrer großen Transportsicherheit und meist höheren Empfindlichkeit Fadenelektrometer nach Wulf oder Lutz vorzuziehen. Als Aufschlußmethode genügt meistens das Feststellen der Anreicherungen, worauf sich die nachfolgenden Mitteilungen beschränken werden. Hierzu werden Relativmessungen ausgeführt, indem von Station zu Station der Voltabfall des auf eine bestimmte Spannung aufgeladenen Elektrometers in Abhängigkeit von der Zeit gemessen wird. Wichtig ist dabei, daß die Apparate frei von Verseuchungen durch radioaktive Zerfallsprodukte gehalten werden, und daß man sich vor jeder Einzelmessung durch eine sogenannte „Vorprobe“ davon überzeugt, daß das „Zerstreuungssystem“ frei von induzierter Aktivität ist. Bei der Untersuchung eines Geländes geht man praktisch so vor, daß die je nach geologischen Gesichtspunkten mehr oder weniger dicht gewählten Meßorte längs geraden Linien liegen und an Anreicherungsstellen seitliche Streupunkte zur Erhärtung der Resultate eingeschoben werden. Auf diese Weise erhält man „radioaktive Profile“ des Untersuchungsgeländes, aus denen Schlüsse über den Aufbau des Untergrundes gezogen werden. Bei den praktischen Messungen sind folgende Wege beschrieben worden:

I. Um die vom Boden ausgehende Strahlung zu messen, kann man nach Ambronn³⁾ S. 90] eine unten offene Ionisierungskammer benutzen, die einfach auf den eventuell freizulegenden und aufzulockernden Boden aufgesetzt wird. Die Kammer soll, damit die Messungen schnell genug vonstatten gehen, nicht unter 20 Liter Luft fassen und muß mit einer Vorrichtung versehen sein, mit der sich zur Erzielung einer möglichst gleichmäßigen Ionisation die Luft im Innern gut durchmischen läßt. Diese Methode ist jedoch mit starken äußeren Fehlerquellen behaftet infolge meteorologischer Einflüsse, Zu-

fälligkeiten in der Beschaffenheit und Zusammensetzung der Oberfläche und dergleichen mehr. Trotzdem liefert sie bei gleichbleibenden Versuchsbedingungen mitunter brauchbare Resultate.

II. Etwas abgeändert ist die Methode von Bogoiavlensky⁶⁾, der nur die durchdringende Strahlung des Erdbodens mißt. Das Elektrometer ist direkt in die seitlich und unten mit Bleischirmen verschiedener Dicke versehene Ionisierungskammer eingebaut. Die Messungen sind nach Bogoiavlensky völlig unabhängig von meteorologischen Faktoren, die Intensität der Strahlung ist an ein und demselben Meßpunkte bis zu 3 Proz. konstant.

III. Eine wesentliche Verbesserung der Methode I bietet der von Koenigsberger⁷⁾ eingeschlagene Weg. Es werden Bohrlöcher in den Boden bzw. das Gestein getrieben, Tiefe möglichst über 1 m. Das Bohrloch selbst dient als Ionisierungskammer. Die Bohrlöcher werden hermetisch gegen die Außenluft abgeschlossen und wenigstens mehrere Stunden, besser aber einige Tage sich selbst überlassen. Dann erst geschieht die Ionisierungsmessung nach Art der üblichen Zerstreuungsmessungen. Die Optik der Elektrometer ist bei dieser Methode zwecks bequemerer Ablesung durch Einfügung eines Prismas in den Strahlengang rechtwinklig geknickt. Die Einwirkung äußerer meteorologischer Vorgänge und anderer Zufälligkeiten ist auf erträgliches Maß herabgemindert.

IV. Eine weitere Methode bestimmt den Emanationsgehalt der Bodenluft, die in eine zylindrische Ionisierungskammer angesaugt wird. Das Prinzip der Messung ist bereits von Elster und Geitel⁸⁾ eingeführt und später vielfach angewandt worden, in Deutschland z. B. durch von dem Borne⁹⁾. Über Sonden, die je nach Möglichkeit bis zu 2 m Tiefe in den Boden getrieben werden, wird die Bodenluft über ein Trockenfilter in die Kammer gepumpt (Durchsaugen oder Ansaugen mit Vakuum) und der Ionisationsstrom wie üblich gemessen. Auf die besondere Art des Einsaugens der Bodenluft in die Kammer, die gleichzeitig als Pumpe ausgebildet ist, bezieht sich eine Konstruktion von Lorenser¹⁰⁾. Eine andere Art der Anordnung beschreibt Ambronn¹¹⁾: die Bodenluft wird unter Überdruck in die Kammer gepreßt.

V. Bei Wässern kommen, abgesehen von wenigen Ausnahmen, nur Emanationsmessungen in Frage, welche mit den sogenannten Fontaktometern oder Fontaktoskopen vorgenommen werden. Auf eine nähere Beschreibung kann hier verzichtet werden, weil darüber bereits eine umfangreiche Literatur besteht. Eine kurze Zusammenfassung der Typen sowie Nachweis der Literatur findet sich bei Meyer und Schweidler⁴⁾, S. 309/310.

VI. Ein sehr alter Weg ist der der Probeentnahme fester Substanzen von Punkt zu Punkt, den z. B. von dem Borne⁹⁾ systematisch im Uranerzbergbau beschritten hat. Um dabei jedesmal vergleichbare Resultate zu bekommen, wird natürlich von demselben Zustand des Materials ausgegangen. Die zu prüfenden Substanzen werden fein pulverisiert und in lufttrockenem

Zustand der Untersuchung unterworfen, und zwar immer die gleiche Gewichtsmenge auf gleich großer Oberfläche ausgebreitet. Derselbe Arbeitsgang kommt für Bohrproben, Quellsedimente und dergleichen in Betracht.

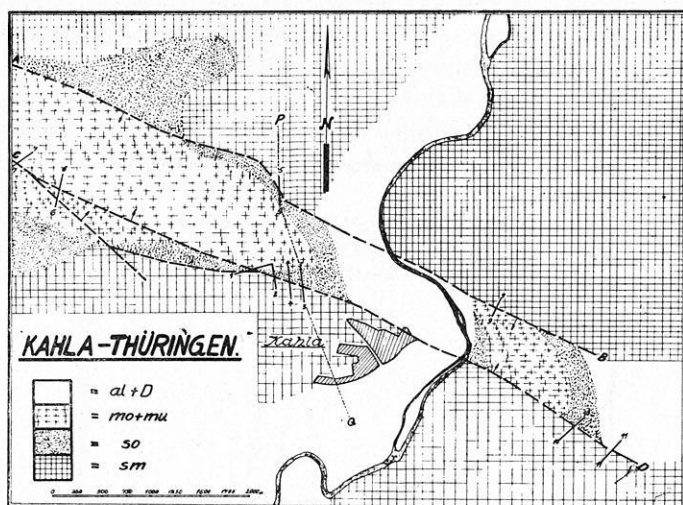


Fig. 1. Geologische Skizze der Umgebung von Kahla-Thüringen.

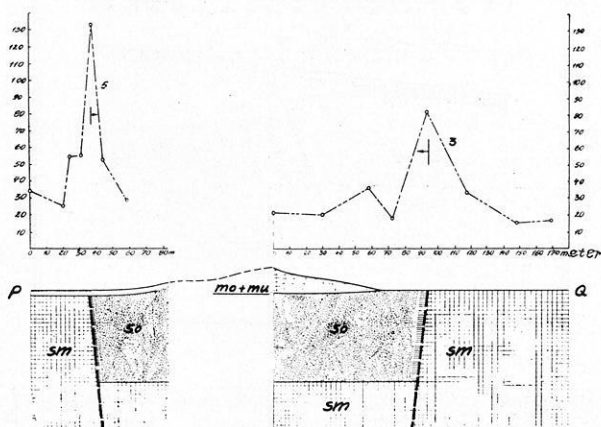


Fig. 2. Radioaktives Profil über den Leuchtenburggraben.

C. Anwendungsbeispiele. Angaben über praktische Beispiele, an denen die eine oder andere der aufgezählten Methoden für die Lösung geologischer Fragen sich bewährt hat, sind nur spärlich in der Literatur vertreten. So z. B. gibt Ambrohn^{3) 5)} radioaktive Profile ohne nähere Angaben über eine Verwerfung und einen Gang und erwähnt weitere Beispiele. Winnacker¹²⁾

bedient sich der Methode der Probeentnahme zur Ermittlung von Uranerzgängen. Bogoiavlensky¹³⁾ berichtet über die Feststellung von Verwerfungen mit Hilfe von Radioaktivitätsmessungen. Link und Schober veröffentlichen¹⁴⁾ Messungen nach der Bodenluftmethode mit dem Lorensen-Apparat, durch welche Lage und Verlauf tektonischer Störungslinien im Eyachtale (Schwarzwald) für den Bau einer Talsperre ermittelt wurden.

Es seien daher noch einige eigene Beobachtungen mitgeteilt, die der Verfasser im Auftrage der Elbof-Piepmeyer & Co., Kommanditgesellschaft,

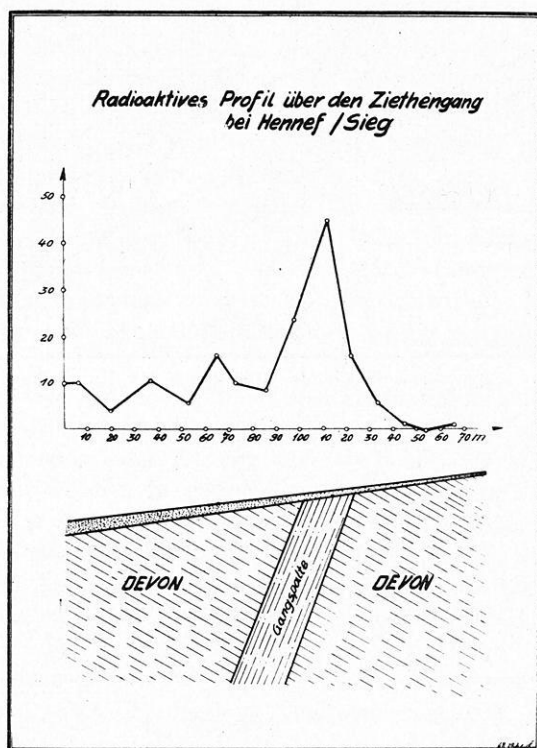


Fig. 3.

Kassel-Wilhelmshöhe, zu Studienzwecken sowie als praktische Aufschlußarbeiten durchgeführt hat. Verwendet wurden die Methode der auf den Boden zu setzenden unten offenen Ionisierungskammer — diese allerdings nur in ganz seltenen Fällen und unter sehr günstigen Versuchsbedingungen —, die Bohrlochmethode nach Koenigsberger und die Methode des Ansaugens der Bodenluft nach Elster und Geitel. Als Meßinstrumente dienten Einfadenelektrometer nach Lutz.

Fig. 1 und 2 beziehen sich auf Untersuchungen an den Randverwerfungen des Leuchtenburggrabens bei Kahla in Thüringen. Zutage gehen nur Schichten

der Trias aus, mittlerer Buntsandstein, Letten des Röts und Muschelkalk. Das Ausgehende der Verwerfungen war durch eine mehr oder minder starke Verwitterungsdecke sowie auch durch Gehängeschutt verdeckt. Die Aktivität war über den Verwerfungen, gemessen in relativen Einheiten, bis zu 600 Proz. höher als über ungestörten Lagerungsverhältnissen. Fig. 2 gibt das ausgezeichnete Verhalten der Verwerfungen wieder. Analog waren Messungen an einer großen Verwerfung von 1200 m Sprunghöhe am Nordrande des Frankenwaldes zwischen Probstzella und Lauenstein, wo mittleres Cambrium (Grauwackenschiefer) gegen

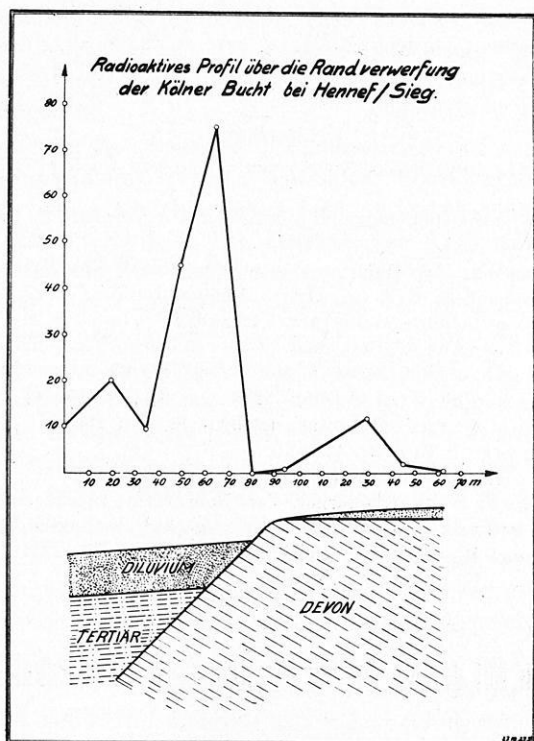


Fig. 4.

Untercarbon (Tonschiefer) verworfen ist. Hier betrug die Aktivität über der Störung mehr als 2000 Proz. gegenüber dem ungestörten Gebirge.

Weitere Untersuchungen fanden im Ganggebiet der Grube Zieten bei Hennef a. d. Sieg statt. Es handelt sich hier um eine bis zu 30 m breite und teilweise verzweigte Gangzone, deren Führung zumeist rauh ist und nur lokale Einlagerungen von Blei-, Zink- und Kupfererz zeigt. Die festgestellten Anreicherungen radioaktiver Substanzen fielen mit geringer seitlicher Streuung genau mit dem durch die Grubenaufschlüsse bekannten Ausgehenden der Gangzone zusammen. Auch die durch eine Reihe weiterer Aufschlüsse teilweise

bekannte nördliche bzw. nordwestliche Fortsetzung des Ganges konnte unter einer einige Meter starken Diluvialbedeckung nachgewiesen werden. Unweit der Zietengangspalte liegt das Ausgehende der östlichen Randverwerfung der Kölner Bucht. Auch hier wieder die ganz bedeutend erhöhte Aktivität gegenüber dem Ungestörten. Fig. 3 gibt ein radioaktives Profil über die Gangspalte, Fig. 4 ein solches über die Randverwerfung.

Zusammenfassung. Obige Ausführungen zeigen, daß Radioaktivitätsmessungen als geophysikalische Nahemethode eine wichtige Bedeutung für eine Reihe geologischer Fragen zukommt. Gerade die Feststellung von Objekten, die von Lockermassen verdeckt sind, ist eine Aufgabe, die in der angewandten Geophysik immer wieder vorkommt und durch solcherlei Messungen schnell und zuverlässig gelöst werden kann.

Literatur.

- 1) A. Gockel: „Die Radioaktivität von Boden und Quellen.“ Sammlung Vieweg; Heft 5, 1914.
- 2) H. Geitel: „Die Radioaktivität von Erde und Atmosphäre.“ Handb. d. Radiologie, Bd. I, 1920.
- 3) R. Ambronn: „Die Methoden der angewandten Geophysik.“ 1926.
- 4) St. Meyer und E. Schweidler: „Radioaktivität.“ 1927.
- 5) R. Ambronn: Jahrb. Hallescher Verband **3**, 2. Lief., S. 21 (1922).
- 6) L. Bogoiavlensky: Bull. Inst. Pract. Geophysics Leningrad **1**, 184 (1925).
- 7) J. Koenigsberger: Zeitschr. prakt. Geologie **34**, 151 (1926).
- 8) J. Elster und H. Geitel: Phys. Zeitschr. **3**, 574 (1902).
- 9) G. von dem Borne: Habilitationsschrift Breslau 1905.
- 10) E. Lorenser: D.R.-P. Nr. 420 511.
- 11) R. Ambronn: Phys. Zeitschr. **28**, 444 (1927).
- 12) Winnacker: Zeitschr. internat. Ver. Bohring. u. Bohrtechn. **32**, 57 (1924).
- 13) L. Bogoiavlensky: Bull. Inst. Pract. Geophys. Leningrad **1**, 57 u. 69 (1925).
- 14) E. Link und R. Schober: Gas- und Wasserfach **69**, 225 (1926).

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

vom 26. bis 28. September 1927 in Frankfurt a. M.

Verallgemeinerte Isobaren.

Von **Leo Wenzel Pollak** in Prag.

Die aus rund einer halben Million Luftdruckwerten abgeleiteten Frequenzkurven von 134 europäischen Stationen werden durch Maßzahlen analytisch festgelegt. Die Charakteristiken der Frequenzkurven wurden zur Konstruktion von „verallgemeinerten Isobaren“ benutzt. Die „verallgemeinerten Isobarenkarten“, die zum erstenmal für einen Erdteil gezeichnet werden, liefern nicht nur eine oft geforderte vollkommenere Beschreibung und erschöpfendere Bearbeitung meteorologischer Beobachtungen, sondern versprechen auch theoretisch wertvolle Aufschlüsse.

„Verallgemeinerte Isobaren“ sind Linien, welche Erdorte miteinander verbinden, die gleiche „Charakteristiken“ des Luftdrucks besitzen.