

## Werk

**Jahr:** 1935

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:11

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

**Werk Id:** PPN101433392X\_0011

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0011](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0011)

**LOG Id:** LOG\_0012

**LOG Titel:** Radiologische Untersuchungen im Radiumbad Brambach

**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)

schluß der „Störungszone“ zwischen  $\pm 30^\circ$  Breite den üblichen Abplattungswert erhält.

Es braucht kaum betont zu werden, daß die vorhergehenden Betrachtungen für jede beliebige Funktion  $f(\vartheta, \lambda)$  gelten. Legt man dem Ausgleich der symmetrisch verteilten Funktionswerte den Ansatz:

$$f(\vartheta, \lambda) = \sum_{n=0}^{\kappa} a_n P_n \dots \dots \dots (15)$$

zugrunde, wobei  $\kappa$  einen willkürlichen Index bedeutet, so wird die Restfunktion

$$\sum_{n=\kappa+1}^{\infty} a_n P_n$$

die Minimumsbedingung erfüllen. Obige Beweisführung läßt sich ja für jeden beliebigen Index der Kugelfunktion verallgemeinern. Es muß daher auch die Entwicklung für die einzelnen Kugelfunktionen stets dieselben Koeffizienten liefern, unabhängig von der Ordnung, bis zu welcher man fortschreitet. Hinsichtlich der Funktion darf aber diesem formalen Ergebnis nicht ohne weiteres ein physikalischer Sinn beigelegt werden. Das will heißen, es gilt die Minimumsbedingung nicht a priori allgemein für die Schwerestörung bei Zugrundelegung eines Niveausphäroids beliebig hoher Ordnung. Faßt man die Niveausphäroide im Sinne Bruns als Flächen auf, denen der gleiche Potentialwert wie dem Geoid zukommt, so ergibt sich z. B. für die Kugel als Niveausphäroid 0. Ordnung, wie sich leicht nachweisen läßt, eine konstante theoretische Schwerkraft, die eine Majorante aller  $g$ -Werte darstellt, also sicher nicht die Minimumsbedingung erfüllt. Die Minimumsbedingung wird hier vielmehr für eine Kugel anderen Potentials gelten. Der tiefere Grund für dieses Verhalten liegt darin, daß man in diesem Falle die theoretische Schwerkraft nicht einfach durch Abspalten der Kugelfunktion  $a_0 P_0$  in der  $g$ -Entwicklung erhält.

---

## Radiologische Untersuchungen im Radiumbad Brambach

Von **Werner Vogt**, Freiberg i. S. — (Mit 2 Abbildungen)

Ein Gelände in unmittelbarer Nähe des Radiumbades in Brambach wurde zur Festlegung der wasserführenden Spalten geophysikalisch nach der Methode der radioaktiven Bodenluftuntersuchung vermessen. Die Meßmethode und die Ergebnisse werden im ersten Teil der Arbeit besprochen; ein Vergleich mit rein geologisch gefundenen Tatsachen, wie er für einen Teil des Geländes möglich war, fällt erwartungsgemäß gut aus. — Außerdem wurden verschiedene Gesteinsproben aus der näheren und weiteren Umgebung des Bades auf Uran-Radiumgehalt untersucht. Die Ergebnisse gibt Tabelle 1. Auf einige Sonderheiten und Zusammenhänge mit den dortigen radiologischen Verhältnissen wird im Text hingewiesen.

Zur Frage der Entstehung der radioaktiven Quellen im Gebiet des Radiumbades Brambach wurden schon mehrfach Untersuchungen vom Radium-Institut

der Bergakademie Freiberg i. S. ausgeführt. Weidig<sup>1)</sup> untersuchte den Emanationsgehalt einer großen Anzahl von Quellen der engeren und weiteren Umgebung. Ludewig und Witte<sup>2)</sup> wiederholten die Messungen mit verbesserter Meßtechnik und erweiterten sie. Weiter veröffentlichten sie<sup>3)</sup> 4) Untersuchungen über den Emanationsgehalt der Bodenluft im engeren Quellgebiet des Bades.

In den letzten Jahren wurden vom Verfasser weitere Arbeiten im Radiumbade Brambach unternommen und zwar 1. Untersuchungen des Emanationsgehaltes der Bodenluft, um die für die Wasserführung in Frage kommenden Spalten festzulegen und 2. Untersuchungen des Radiumgehaltes einer größeren Anzahl von Gesteinsproben, um einen weiteren Beitrag zum Gesamtbild der radiologischen Verhältnisse zu gewinnen.

Das untersuchte Gebiet liegt im nordöstlichen Ausläufer des Fichtelgebirgsgranits am südlichen Hang des Röthenbachtals. Nur wenige hundert Meter nördlich der gemessenen Profillinie stehen Paragneise an (siehe Fig. 2; die Grenze des Granits verläuft dicht außerhalb des nördlichen Kartenrandes). Die vom Bade verwerteten Quellen treten im Talgrund zutage. Eine genauere geologische Beschreibung des Gebietes mit Karten gaben schon Weidig<sup>1)</sup>, Ludewig und Witte<sup>2)</sup> und Genser<sup>5)</sup>. Was die Wasser führenden Spalten betrifft, so weist schon Weidig darauf hin, daß man bei der Fassung einiger Quellen auf teils O—W, teils N—S streichende mit derbem Quarz ausgefüllte Spalten gestoßen sei. Diese etwas dehnbare Aussage wurde bei allen späteren Veröffentlichungen übernommen, anscheinend, ohne die Frage neu zu prüfen. Im letzten Jahre wurden in Zusammenarbeit mit dem Geologischen Institut der Bergakademie (Direktor Prof. Dr. Schumacher) neue geologische Untersuchungen durchgeführt\*). Das Ergebnis ist kurz zusammengefaßt folgendes: Es ist wahrscheinlich, daß für die Führung von Mineralwasser nur Quarzgänge in Frage kommen; alle Quarzgänge in dem fraglichen Gebiet haben ein recht einheitliches Streichen von etwa 150 bis 160° (N 20 bis 30 W).

Die Bodenluftuntersuchungen wurden nach der Methode von Ambronn-Lorenser durchgeführt. Die Luft wurde hierbei durch ein 1 m langes dünnes Rohr aus dem Boden gesaugt. Die Ionisationskammer ist als Zylinder mit beweglichem Kolben ausgebildet und faßt 2 Liter. Gewöhnlich wird die Bodenluft direkt durch ein Wattefilter in die Kammer gesaugt. Für die Brambacher Verhältnisse wurde die Methode etwas abgeändert, da der durchschnittliche Emanationsgehalt der Bodenluft sehr hoch ist (etwa 20 ME; ME bezieht sich stets auf 1 Liter). Es wurden stets nur 110 cm<sup>3</sup> Bodenluft in einen Ballon mit Handpumpe eingesaugt und diese mit relativ inaktiver Atmosphärenluft gemischt in die Meßkammer gebracht. Die Messung wurde stets in der 6. Minute nach dem Ansaugen der Luft ausgeführt. Bei jeder Messung wurde der natürliche Verlust bestimmt und in Rechnung gesetzt. Er erreichte nur selten 10 % des Haupt-

\*) Ich danke Herrn Dr. Blüher, Freiberg i. S. für die freundliche Erlaubnis, einen Teil der Ergebnisse seiner geologischen Felduntersuchung in vorliegender Arbeit mit zu veröffentlichen.

verlustes. Nach derselben Methode wurde die Apparatur auch mit einer Normallösung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geeicht. Es standen 20 Ballons (je 110 cm<sup>3</sup>) zur Verfügung und meist wurden morgens die Proben in kurzer Zeit im Gelände entnommen und anschließend im Zimmer untersucht. Irgendwelche Störungen durch Bodenatmung, wie sie die Messungen von Breyer<sup>6)</sup> fast unmöglich machten, oder durch ungenügende Sättigung, wie sie Müller<sup>7)</sup> vermutet, machten sich nicht bemerkbar. Die Ergebnisse waren stets gut reproduzierbar. Als Beispiel sind am Ostende der Kurve 2 (Fig. 1) die Werte, die an einem späteren Tage zur Ergänzung zwischen den ursprünglichen Punkten gemessen wurden, mit kleinen Kreisen statt Kreuzen eingetragen; sie passen gut zu den ursprünglichen Werten. Der Abstand der einzelnen Meßpunkte betrug hier 2.5 m.

Um die Meßergebnisse geologisch interpretieren zu können, ist es wünschenswert, über möglichst günstigem und besonders gleichmäßigem Boden zu arbeiten.

Die Meßpunkte lagen an einem 5 bis 10° geneigten Abhang, 10 bis 15 m über der Talsohle. Der anstehende Granit war bis in eine Tiefe von 2 m vollständig verwittert. Die Oberfläche war meist mit Gras bedeckt, nur ein Teil der Meßpunkte fällt in ein kleines Wäldchen.

Leider war es aus Zeitmangel nicht möglich, das ganze in Frage kommende Gebiet flächenhaft zu vermessen. So wurde nur eine Profillinie mög-

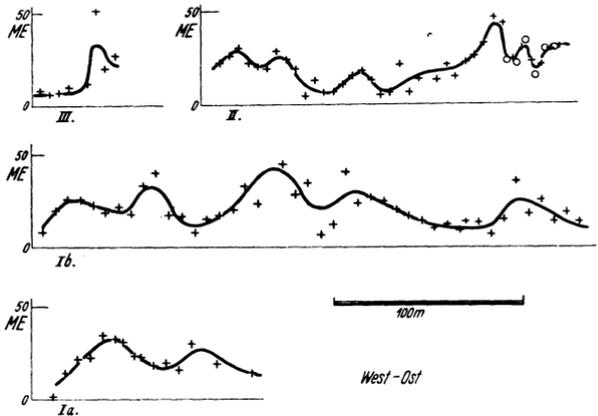


Fig. 1  
Emanationsgehalt der Bodenluft längs der Profillinien

lichst senkrecht zu dem vermuteten Streichen der Quarzgänge gelegt, dafür aber mit dem geringen Abstand von 5 bis 7 m gemessen. Einige Knickungen der Profillinie wurden durch Geländebedeckung veranlaßt.

Die Meßergebnisse zeigt Fig. 1. Da die Meßpunkte nicht übermäßig streuen, wurde ein glatter Kurvenzug hindurchgelegt, wobei jedoch einem vereinzelt herausfallenden Punkt nur eine geringe Bedeutung zugelegt wurde. Für den mittleren Teil der Kurve Ib beeinflusst vermutlich eine nahe, 5 m hohe erst kurz zuvor angelegte steile Böschung die Bodenluftströmung und ist so die Ursache für die Streuung der Meßergebnisse. Die Profillinie wurde dann auf die Geländekarte (Fig. 2) übertragen und wurde verstärkt gezeichnet an den Stellen, wo der Emanationsgehalt der Bodenluft über 20 ME betrug. Außerdem wurden durch die Punkte, in denen die Emanationskurve ein Maximum hat, die vermuteten Spalten mit einem Generalstreichen von 155° gestrichelt eingezeichnet. In Fig. 2



Tabelle 1. Radium-Gehalt verschiedener Gesteinsproben aus Brambach

$$\text{in } 10^{-12} \text{ g } \frac{\text{Ra} = \gamma = \text{Strahl} = \text{Äquivalent}}{\text{g}}$$

Mittlere Fehler etwa  $\pm 1.10^{-12}$

Fundort, Bemerkung	Oberflächen verwittert	Metasomatisch zersetzt	Unzersetzt
<b>Granit:</b>			
Deckerhäuser . . . . .	—	—	11.5
Kapellenberg . . . . .	—	—	6.5
Kapellenberg . . . . .	—	10.5	—
SW Füllhaus . . . . .	8	8	—
S Bosehaus . . . . .	8	8	—
Steinbruch am Bahnhof 1. . . . .	—	8	—
„ „ „ 2. . . . .	4.5	4.5	—
„ „ „ „Sand“ . . . . .	3.5	—	—
Versuchsbrunnen 9 m Tiefe . . . . .	8.5	—	8.5
„ „ 10 m „ . . . . .	7	—	7
Schurfgraben „Sand“ . . . . .	5.5	—	—
Schurfgraben „Sand“ Salband . . . . .	12.5	—	—
<b>Pegmatit:</b>			
Kapellenberg „mit viel Turmalin“ . . . . .	—	—	9
Deckerhäuser . . . . .	—	—	4.5
a) Feldspat . . . . .	—	—	6.5
b) Muskovitglimmer . . . . .	—	—	0
c) Quarz . . . . .	—	—	0
<b>Aplit:</b>			
SW Füllhaus . . . . .	14	—	—
<b>Schiefriges Gneis:</b>			
Bahneinschnitt Röthenbach . . . . .	4	—	—
Bahneinschnitt Röthenbach „Salband“ . . . . .	6	—	—
Bahneinschnitt Röthenbach „Salband m. Quarz“ . . . . .	3	—	—
<b>Muskovitschiefer:</b>			
Hengstberg . . . . .	5	—	—
„ „ „Salband“ . . . . .	3	—	—
„ „ „Verwerfung“ . . . . .	3.5	—	—
<b>Quarzgänge:</b>			
Steinbruch am Bahnhof „Letten“ . . . . .	—	28	—
Steinbruch „Quarzdruse rein“ . . . . .	—	0	—
Schurfgraben 1. . . . .	0	—	—
„ 2. . . . .	6	—	—
Bahneinschnitt Röthenbach . . . . .	5.5	—	—
Hengstberg 1. . . . .	3.5	—	—
„ 2. . . . .	0	—	—
„ 3. . . . .	8	—	—
„ 4. . . . .	6.5	—	—
„ 5. . . . .	5	—	—

suchungen wurden mit dem Elektronenzählrohr durchgeführt, mit einer Apparatur, die schon an anderen Stellen vom Verfasser beschrieben wurde<sup>8)</sup>. Zur Kritik dieser Methode sei daran erinnert, daß das Ra- $\gamma$ -Strahläquivalent für die härteren Strahlen bestimmt wird, das Thorium also mitgemessen wird. Bei der Bewertung der Ergebnisse muß man also berücksichtigen, daß bei frischen Proben etwa 50% des  $\gamma$ -Strahläquivalents auf das Thorium kommen mag. In verwitterten Proben wird das Uran stärker ausgelaugt sein, in sekundären Ablagerungen wird das Thorium weitgehend zurücktreten.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Messungen. Unter der Spalte „Metasomatisch zersetzt“ sind die Proben aufgenommen, die aus der Nachbarschaft von Quarzgängen stammen. Die Zersetzung ist wahrscheinlich durch Thermalwässer hervorgerufen, und derartige Proben sind durch ihren Gehalt an sekundärem aus Feldspat entstandenem Serizit leicht von den an der Erdoberfläche verwitterten Gesteinen zu unterscheiden. Proben, bei denen die Zuordnung unsicher war, wurden in die beiden in Frage kommenden Spalten eingetragen. Proben, die nur in die Spalte „Oberflächenverwittert“ eingetragen werden konnten, aber aus der unmittelbaren Nachbarschaft von Quarzgängen entnommen waren, wurden mit „Salband“ angemerkt; Proben, die zu vollkommen lockerem Grus verwittert waren, wurden mit „Sand“ bezeichnet. Der Versuchsbrunnen und Schurfgraben liegen im östlichen Teil der Profillinie II, alle anderen Fundorte außerhalb der Karte (Fig. 2). Normale, unzersetzte Gesteinsproben standen nur aus zwei einige Kilometer entfernten Granitbrüchen zur Verfügung. Der Ra-Gehalt des normalen Granits kann mit durchschnittlich  $8 \cdot 10^{-12}$  g Ra/g angenommen werden. Bemerkenswert ist der Wert für Aplit mit 14 gegen Pegmatit mit 9 bzw.  $4.5 \cdot 10^{-12}$  g Ra/g; im allgemeinen wird ein entgegengesetztes Verhältnis erwartet. Die getrennte Untersuchung der einzelnen Mineralien eines grobkörnigen Pegmatits ergab, daß der Urangehalt fast ausschließlich an den Feldspat (Orthoklas perthitisch mit Albit durchwachsen) gebunden ist. Unter den angewitterten Proben fällt auf, daß das Gestein in der nächsten Umgebung von Quarzgängen („Salband“) meist eine Aktivität über Durchschnitt hat. Verhältnismäßig hoch liegen auch die Werte für schiefrigen Gneis (Paragneis) und Muskowitschiefer. Reiner Quarz ist stets inaktiv, dagegen hat das Lettenbesteg eines Quarzganges den höchsten überhaupt gemessenen Wert von  $28 \cdot 10^{-12}$  g Ra/g. Andere Proben von oberflächenverwitterten Quarzgängen, die eine größere Menge Rot- oder Brauneisen (Glaskopf) führten, zeigen wechselnden, doch niemals hohen Ra-Gehalt.

Die Ergebnisse können als Prüfstein für manche Theorie herangezogen werden. Leider ist das Material noch nicht genügend, um über die Entstehung der radioaktiven Quellen in Brambach ein abschließendes Urteil zu erlauben. Es wird jedoch nahegelegt, daß der Emanationsgehalt der Quellen auch hier auf stark zersetzte, in den Spalten sekundär angereicherte Uran-Radiummineralien zurückzuführen ist, wie dies durch Untersuchungen des Radium-Instituts bereits für die stärksten Quellen von Oberschlema sehr wahrscheinlich gemacht worden ist.

Man wird annehmen müssen, daß in der Tiefe Uran-Radiumerze vorkommen, wenn auch vielleicht nur in kleineren Mengen. Der hohe  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Wässer hat sicher eine große Bedeutung für die Aufschließung und Verlagerung des Urans. Eine endgültige Klärung muß weiteren Arbeiten überlassen bleiben.

Herrn Generaldirektor Hayer, Radiumbad Brambach, danke ich für sein freundliches Entgegenkommen bei der Durchführung der Arbeit.

### Literatur

- 1) C. Schiffner, M. Weidig, R. Friedrich: Radioaktive Wässer in Sachsen. Freiberg 1912.
- 2) P. Ludewig u. H. Witte: Zeitschr. f. Geophys. **1**, 242 (1925).
- 3) P. Ludewig u. H. Witte: ebenda **2**, 70 (1926).
- 4) H. Witte: ebenda **2**, 181 (1926).
- 5) C. Genser: Geolog. Rundschau **23**, 180 (1932).
- 6) F. Breyer: Gerlands Beitr. (Ergänzungsband) **1**, 373 (1931).
- 7) F. Müller: Zeitschr. f. Geophys. **7**, 241 (1931).
- 8) W. Vogt: Phys. Zeitschr. **34**, 79 (1933).

Freiberg i. S., Radiuminstitut der Bergakademie, im Oktober 1934.

## The Hayford-Bowie Table and the Definition of Perfect Isostasy

By **Walter D. Lambert**, U. S. Coast and Geodetic Survey, Washington, D. C.  
(with 2 figures)

Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß Hayford bei der Berechnung seiner Tafeln für die isostatische Reduktion der Schwerebeobachtungen ausnahmslos die exakte Gleichheit der kompensierenden Massen mit den ihnen entsprechenden topographischen Massen angenommen hat; die gegenteilige Meinung Bullards ist daher unbegründet. Die von Bullard vorgeschlagene Definition der Isostasie als Druckgleichheit ist vernünftig, aber für manche Zwecke weniger bequem als eine auf die Massengleichheit begründete Definition. Auch muß man bei den von Bullard gegebenen Formeln für die Schwerkraft unter der Erdoberfläche auf die Anziehung der oberen Teile der Erdkruste Rücksicht nehmen.

Mr. Bullard's\*) note raises two distinct questions: (1) On what basis did Hayford compute his tables for the isostatic reduction of gravity? (2) On what basis should they be computed, perfect isostasy being assumed, or in other words, what is the precise mathematical formulation of perfect isostasy?

As to the first question, it is not surprising that Hayford's rather intricate computations, which are equivalent to a double integration by mechanical quadrature, should be rather hard to follow and should therefore have given rise to misapprehension; this has happened before. It may be stated quite definitely

\*) E. C. Bullard: Zeitschr. f. Geophys. **10**, 318 (1934).