

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

LOG Id: LOG_0033

LOG Titel: Die elektrische Leitfähigkeit von Aggregaten in bezug auf die Leitfähigkeit ihrer Bestandteile

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

erlaubt die Einteilung in zwei Gruppen; die eine Gruppe umfaßt die Gebiete mit der Geschwindigkeit $v_4 = 4.0$ km/sec, die andere die mit der Geschwindigkeit 5.0 km/sec. Aufwölbungen dieser Schicht fallen mit magnetisch oder gravimetrisch positiven Störgebieten zusammen. Eine Ausnahme hiervon macht die Kleine Belt-Störung. In ihr fällt eine starke positive Schwerestörung mit einem großen magnetischen Minimum zusammen ($\sim + 45$ mgal; $- 470 \gamma$). Soweit die v_4 -Schicht eine Geschwindigkeit von 4 km/sec besitzt, dürfte es sich wahrscheinlich um paläozoische Sedimente handeln. In den Gebieten mit der Geschwindigkeit 5.0 km/sec mag es sich um Granit, vielleicht aber auch um kristallinen Kalkstein handeln. Da in Dänemark keine Bohrung die Kreideunterlage erreicht hat, ist eine sichere Zuordnung der v_4 -Schicht zu bestimmten Gesteinsschichten noch nicht möglich.

An dieser Stelle sei, auch wenn die Untersuchungen in Dänemark keinen direkten Beitrag zu dieser Frage liefern, auf die Seismizität der magnetischen und gravimetrischen Plusgebiete hingewiesen. Ein Vergleich der Karten von A. Sieberg*) über die Seismizität im Ostseegebiet mit magnetischen und gravimetrischen Karten zeigt, daß diese Störgebiete vielfach rege Schüttergebiete sind. Deutlich tritt dieses Verhalten in Erscheinung, z. B. im Gebiet Pritzward—Wittstock—Havelberg; Friedeberg—Kreutz—Marzdorf. Aber auch längs der Ostseeküste bis nach Ostpreußen hinauf ist die Gebundenheit dieser Erscheinung zu erkennen.

Die Fig. 1 gibt einen Schnitt durch die Kleine Belt-Störung von Jütland bis über die Mitte von Fünen hinaus.

Die elektrische Leitfähigkeit von Aggregaten in bezug auf die Leitfähigkeiten ihrer Bestandteile

Von **J. N. Hummel**, Berlin

Auf die Leitfähigkeit der Gesteine sind sechs Faktoren von Einfluß: 1. das Widerstandsverhältnis der Bestandteile; 2. die Raumteile der Bestandteile; 3. die Gleichberechtigung oder Nichtgleichberechtigung der Bestandteile; 4. die Gestalt der Bausteine; 5. die Orientierung der Bausteine gegen die Stromrichtung und 6. die Anordnung der Bausteine im Raume.

Sowohl die Probleme, die der Geoelektrik gestellt werden, als auch die Lösungen, die diese liefern soll, sind geologischer Natur. Da nun aber für die geoelektrischen Methoden der angewandten Geophysik zunächst nur drei physikalische Konstanten von Bedeutung sind, und von diesen vor allem die elektrische Leitfähigkeit σ , kann man mit einer Vermessung günstigenfalls auch nur über deren

*) Handbuch der Geophysik, Bd. IV, Lief. 3.

Größe unmittelbaren Aufschluß erhalten. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, vor Beginn jeder Untersuchung erst über die Beziehungen zwischen dem Material der geologischen Körper und dieser Materialkonstanten Klarheit zu gewinnen. Denn diese Beziehungen vermitteln uns die Kenntnis des gesetzmäßigen Zusammenhanges, der zwischen der geologischen und der elektrischen Beschaffenheit des Untergrundes besteht und der sowohl bei der Übertragung der geologischen Problemstellung in eine physikalische, als auch bei der geologischen Deutung des physikalischen Ergebnisses von der größten Bedeutung ist.

Die Ermittlung der Beziehungen, die zwischen der geologischen und der physikalischen Beschaffenheit des Untergrundes bestehen, kann experimentell oder theoretisch erfolgen. Die Schwierigkeiten der experimentellen Bestimmung sind bekannt. Einmal sind die Gesteine des Untersuchungsgebietes, dessen unbekannte Beschaffenheit erst erforscht werden soll, meist nicht zugänglich. Wo es aber gelingt, Proben aus Bohrlöchern oder Stollen zu erlangen, befinden sich diese an der Erdoberfläche doch nicht mehr in ihrem natürlichen Zustande, da sich zum mindesten ihr Feuchtigkeitsgehalt geändert hat. Und schließlich wäre ein Schluß von den an unveränderten Proben gewonnenen Meßergebnissen auf die physikalischen Eigenschaften ganzer geologischer Körper auch nur sehr bedingt möglich.

Um ein klares Bild von den möglichen Leitfähigkeiten des Untersuchungsgebietes zu gewinnen, und zugleich auch die tieferen Gründe für die von vielen Umständen abhängigen örtlichen und zeitlichen Schwankungen der Leitfähigkeit aus dem genetischen Aufbau der Erdkruste organisch zu verstehen, empfiehlt es sich, die Komplexe gedanklich zu zergliedern und die Gesamtleitfähigkeit in ihrer Abhängigkeit von den sie bestimmenden Faktoren systematisch zu untersuchen. Sind diese bekannt, so läßt sich nämlich die Leitfähigkeit des Untergrundes aus den Leitfähigkeiten seiner einzelnen Konstituenten nach physikalischen Gesichtspunkten herleiten. Das wichtigste Problem, um das es sich hierbei handelt, ist die Ermittlung der Leitfähigkeit eines Aggregates aus den Leitfähigkeiten seiner einzelnen Bestandteile.

Zur Berechnung des Gesamtwiderstandes w aus den einzelnen Widerstandsteilen w_n kann man sich unter Umständen der Beziehung

$$w = \frac{1}{S \sum \frac{1}{w_n}}$$

bedienen, wobei das Symbol Σ die Summation über die Widerstände, und das Symbol S die Summation über die Leitwerte andeutet. Diese einfache Formel ist jedoch auf unser Problem leider nicht anwendbar, da uns der Stromverlauf im Untergrund noch unbekannt ist. Es ist aber einleuchtend, daß man von dem Widerstand eines räumlich ausgedehnten Leiters in einem bestimmten Sinne erst dann reden kann, wenn man weiß, in welcher Weise er von der Strömung durch-

flossen wird. Bei einem dreidimensionalen Objekt sind nämlich die Lagen der Stromfäden nicht von vornherein gegeben, sondern müssen im allgemeinen erst durch die Integration der Feldgleichungen berechnet werden. Dieser Berechnung liegen bei Elektronenleitung, mit der wir uns hier ausschließlich beschäftigen wollen, die Gesetze der räumlichen Stromausbreitung im inhomogenen metallischen Leiter zugrunde, wie sie sich auf Grund der Maxwellschen Gleichungen ergeben. Es handelt sich in den meisten Fällen um recht verwickelte Aufgaben, und so ist denn die Berechnung der resultierenden Leitfähigkeit eines Aggregates aus den Leitfähigkeiten seiner Komponenten, wofern man von planparallel geschichteten Medien und von Problemen, die als zweidimensional behandelt werden können, absieht, wohl noch für keinen einzigen realen Fall exakt durchgeführt worden. Indessen liegen einige exakte Lösungen für wichtige Grenzfälle vor, die schnell aufgezählt sind.

Als erster hat bereits Maxwell den Fall behandelt, in dem Kugeln, deren Abstand voneinander sehr groß gegenüber ihrem Radius ist, in einem Medium anderer spezifischer Leitfähigkeit regellos eingebettet sind*). Für den Fall, daß statt der kleinen Kügelchen kleine dreiaxige Ellipsoide unregelmäßig eingesprengt sind, gibt Burger Näherungsformeln**). Interessant sind hier besonders die Fälle, in denen ein oder zwei Achsen sehr klein gegenüber den verbleibenden werden, so daß also die Einbettungen die Form von dünnen Blättchen oder von Nadeln annehmen. In allen erwähnten Fällen haben wir es mit Rücksicht auf die regellose Verteilung der eingelagerten Partikel mit isotropen Körpern zu tun. Den Fall eines anisotropen Aggregates behandelt auch bereits Maxwell***). In eine Muttersubstanz sind rechtwinklige Parallelepipeta, deren Kanten a , b , c die Bedingungen $a \ll b \ll c$ erfüllen, eingebettet. Sie sind derart systematisch verteilt, daß drei senkrecht aufeinanderstehende Achsensysteme entstehen, wobei jede Achse von der ihr benachbarten den Abstand $a + \lambda a$, $b + \lambda b$, $c + \lambda c$ besitzt. Man erhält dann in den drei Achsenrichtungen drei ausgezeichnete Leitfähigkeiten.

Soweit liegen exakte Berechnungen vor, die streng zwar nur für verschwindend kleine Gesamtvolumina der Einbettungen Gültigkeit besitzen, die aber doch für endliche Volumina noch gute Annäherungen liefern dürften. Wie man praktisch bei anders zusammengesetzten Aggregaten vorzugehen hat, hat auch schon Maxwell vorgezeichnet. Der von ihm gewiesene Weg ist dann von verschiedenen Forschern, insbesondere von Lichtenecker, besritten worden †). Man kann hiernach immer zwei Schrankenwerte erhalten, zwischen denen der richtige Wert liegen muß. Sein Verfahren hat beispielsweise Anwendung gefunden auf den

*) J. Cl. Maxwell: Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Deutsch von B. Weinstein. Berlin 1883. S. 456f.

***) H. C. Burger: Das Leitvermögen verdünnter mischkristallfreier Legierungen. Phys. Zeitschr. **20**, 73—75, 1919, Nr. 4; **22**, 28—29, 1921, Nr. 1.

****) J. Cl. Maxwell: l. c. S. 464.

†) K. Lichtenecker: Der elektrische Leitungswiderstand künstlicher und natürlicher Aggregate. Phys. Zeitschr. **25**, 169—181, 1924, Nr. 8; 193—204, Nr. 9; 225—233, Nr. 10.

Fall, daß Würfel in kubischer Packung in eine Muttersubstanz derart eingelagert sind, daß ihre Begrenzungsflächen parallel in konstantem Abstand voneinander verlaufen.

Man erkennt aus allen auf diese Fälle bezüglichen Gleichungen*), daß die Beziehungen zwischen der Leitfähigkeit eines Aggregates und dessen Bestimmungsstücken nicht einfach ist. Sie liefern aber den analytischen Beleg für die Erkenntnis, daß sechs Faktoren auf die Gesamtleitfähigkeit von Einfluß sind, nämlich erstens das Widerstandsverhältnis der Bestandteile, zweitens die Raumteile der Bestandteile, drittens die „Gleichberechtigung“ oder „Nichtgleichberechtigung“ der Komponenten, viertens die Gestalt der Bausteine, fünftens die Anordnung der Bausteine im Raume und sechstens die Orientierung der Bausteine gegen die Stromrichtung. Hier ist unter Gleichberechtigung und Nichtgleichberechtigung verstanden, daß die Bestandteile zusammenhängend oder in mehrere, voneinander getrennte Stücke gespalten eingebettet sein können.

Die Kenntnis dieser sechs Faktoren ist von der größten Bedeutung für die Ermittlung der Leitfähigkeit eines Aggregates. Welche Rolle jeder einzelne Faktor hierbei spielt, das soll anderen Orts ausführlich und zusammenhängend auseinandergesetzt werden*).

Berlin, im November 1934.

Eine transportable Zählrohrapparatur und ihre Anwendung im Gelände

Von **G. A. Suckstorff**, Göttingen — (Mit 5 Abbildungen)

Es wird eine transportable Zählrohrapparatur beschrieben, die bei einem Gewicht von 30 bis 36 kg einen ununterbrochenen Betrieb von 10 Stunden gestattet. Durch Vermessung eines radioaktiven Profils wird die Brauchbarkeit der Apparatur im Gelände gezeigt.

Ein Geiger-Müllersches Zählrohr hat bei Messungen der Höhenstrahlung wie auch bei radioaktiven Bodenuntersuchungen gegenüber Ionisationskammern den Vorteil der Richtungsabhängigkeit**). Da aber die zum Betrieb eines Zählrohres notwendige Hochspannung von 1800 bis 2000 Volt meist aus Anodenbatterien entnommen werden muß, ist seine Verwendung bei Messungen im Gelände wegen des großen Gewichtes der Hochspannungsbatterie praktisch unmöglich. Die übrigen Bestandteile der Apparatur (Verstärker mit Batterien, Zählwerk und Kontrollinstrumente) sind jedoch unschwer transportabel zu gestalten, so daß nur der Bau eines genügend leichten Hochspannungsgenerators notwendig war, um Geländemessungen durchführen zu können.

*) Vgl. hierüber „Unterlagen der geoelektrischen Aufschließungsmethoden“. Erscheint demnächst in Beitr. z. angew. Geophysik.

***) Berliner Berichte 5, 91, 1062 (1931).