

Werk

Jahr: 1927

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:3

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0003

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0003

LOG Id: LOG_0020

LOG Titel: Einige Bemerkungen zur Möglichkeit der Aufsuchung und Lokalisierung von schlecht oder nicht leitenden Einlagerungen im Untergrund mittels elektrischer Wechselstrommethoden

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 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

sation eintrat, der Temperaturkoeffizient also negativ wurde; bei den neueren Instrumenten ist er sehr klein.

Für einen einigermaßen eingearbeiteten Beobachter beträgt die Dauer einer vollständigen Messung einschließlich Aufstellung des Instruments etwa 20 bis 25 Minuten. Das Universalvariometer hat sich sowohl bei der Aufnahme schwacher als auch bei der Aufnahme von starken erdmagnetischen Störungen als sehr brauchbar erwiesen *).

Einige Bemerkungen zur Möglichkeit der Aufsuchung und Lokalisierung von schlecht oder nicht leitenden Einlagerungen im Untergrund mittels elektrischer Wechselstrommethoden.

Von R. Ambronn in Göttingen.

Der Wechselstromwiderstand einer Gesteinsschicht kann nicht über eine gewisse Grenze hinausgehen, da der Verschiebungsstrom niemals verschwindet. Daraus wird gefolgert, daß oberhalb eines Leitungswiderstandes der Bodenschichten von etwa $4 \cdot 10^6 \text{ Ohm/cm}^{-1}$ die Möglichkeit einer weiteren Auflösung der Bodenstruktur in der Tiefe mittels elektrischer Wechselstrommessungen an der Erdoberfläche aufhört.

Bei der Untersuchung des Untergrundes mit elektrischem Gleichstrom ist die Stromstärke in einem von zwei Äquipotentialflächen begrenzten Teil einer Stromröhre gleich der Spannungsdifferenz zwischen den beiden Äquipotentialflächen dividiert durch den räumlichen Gleichstromwiderstand W_z des Stromröhrenabschnittes zwischen den beiden Potentialflächen. Für einen kleinen Bereich, in dem man den räumlichen Widerstand als homogen verteilt und daher die Äquipotentialflächen als einander parallele Ebenen, die Stromröhre also als geraden Zylinder ansehen kann, ist dann der räumliche Widerstand des betrachteten Ausschnittes gleich

$$W_z = \frac{d}{\lambda q} \dots \dots \dots (1)$$

wo d den Abstand der Äquipotentialflächen in Zentimeter, q den Querschnitt der Stromröhre in Quadratcentimeter und λ die Leitfähigkeit in Ohm cm^{-1} bedeutet. Diese Bezeichnung gilt auch für die Leitungsstromkomponente bei Wechselstrom. Bei der Benutzung von Wechselstrom zur Erzeugung des Stromfeldes im Untergrund, geht aber zwischen den Flächenstücken q der beiden Äquipotentialflächen im Abstand d noch ein in Phase um 90° voreilender Verschiebungsstrom über. Der scheinbare Widerstand W_c , welchen das oben be-

*) Das Instrument wird von der Exploration G. m. b. H., Berlin, Linkstr. 25, hergestellt.

trachtete Stück einer Stromröhre dieser kapazitiven (Verschiebungs-) Strömung entgeggestellt, ergibt sich zu

$$W_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{4\pi d}{\omega \cdot q \cdot \delta} \cdot 9 \cdot 10^{11} \dots \dots \dots (2)$$

wobei ω die Kreisfrequenz ($= 2\pi\nu$, ν = Periodenzahl pro sec) des benutzten Wechselstromes, C die elektrostatische Kapazität des Stromröhrenabschnittes (in elektromagnetischem Maße) und δ die Dielektrizitätskonstante des Materials in der Stromröhre bedeutet.

Der Gesamtwiderstand des Stromröhrenabschnittes ergibt sich dann nach der bekannten Formel für die Zusammensetzung zweier um 90° in Phase gegeneinander verschobener Ströme zu

$$W' = \frac{d}{q \cdot \lambda \cdot \omega \cdot \delta} \sqrt{\omega^2 \delta^2 + 36^2 \cdot 10^{22} \pi^2 \cdot \lambda^2} \text{ Ohm.}$$

Dieser Wert unterscheidet sich indessen von dem ohne Berücksichtigung der Phasenverschiebung gewonnenen resultierenden Widerstand

$$W = \frac{4\pi d}{q} \cdot \frac{9 \cdot 10^{11}}{(\omega \delta + 4\pi \lambda \cdot 9 \cdot 10^{11})} \text{ Ohm} \dots \dots \dots (3)$$

im ungünstigsten Falle nur um den Faktor 1.4, so daß für alle praktischen Betrachtungen über die elektrische Erforschung der tieferen Bodenschichten der letztere einfachere Ausdruck genügt.

Das Verhältnis $w_z : w_c$ des Ohmschen (w_z) zum kapazitiven Widerstand (w_c), ergibt sich ferner zu

$$w_z / w_c = \frac{\omega \delta}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^{11} \cdot \lambda} \dots \dots \dots (4)$$

wogegen das Verhältnis des Leitungsstromes i_z zum Verschiebungsstrom i_c in dem Stromröhrenabschnitt gleich

$$i_z / i_c = \frac{4\pi \lambda}{\omega \delta} \cdot 9 \cdot 10^{11} \dots \dots \dots (5)$$

wird.

Diese Verhältniswerte (4) und (5) sind also von den Dimensionen des Stromröhrenabschnittes völlig unabhängig. Sie werden nur von dem Verhältnis der Leitfähigkeit zur Dielektrizitätskonstante und von der Frequenz des benutzten Wechselstromes beeinflusst.

Nach Gleichung (3) ist also der Widerstand eines Kraftrohrenabschnittes, dem wir im folgenden, indem wir $q = 1$ und $d = 1$ setzen, die Form eines Zentimeterwürfels zugrunde legen wollen, nach oben begrenzt. Auch bei verschwindend kleiner Leitfähigkeit, d. h. für $\lambda = 0$, kann, da ja δ stets ≥ 1 sein muß, W den Wert

$$W_{\lambda=0} = \frac{4\pi \cdot 9 \cdot 10^{11}}{\omega \delta} \text{ Ohm} \dots \dots \dots (6)$$

nicht überschreiten. Tabelle 1 gibt diese Grenzwerte $W_{\lambda=0}$ abgerundet für verschiedene Werte von ω und δ .

Tabelle 1.

δ	$\omega = 300$	3000	30 000
1	$40 \cdot 10^9$	$40 \cdot 10^8$	$40 \cdot 10^7$
2	$20 \cdot 10^9$	$20 \cdot 10^8$	$20 \cdot 10^7$
5	$8 \cdot 10^9$	$8 \cdot 10^8$	$8 \cdot 10^7$
10	$4 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^7$

Um diese Erwägungen für die heute besonders wichtige kritische Betrachtung praktisch geologischer Aufgaben ausnutzen zu können, ist zunächst zu fragen, welche Leitfähigkeitsdifferenzen eine aufzusuchende Schicht im Untergrund gegenüber ihrer Umgebung wohl aufweisen muß, um noch mittels der elektrischen Methode nachweisbar zu sein. Eine streng genaue Angabe darüber ist allerdings nicht möglich. Man wird von Erfahrungswerten ausgehen müssen und eine besonders große Rolle wird natürlich die Tiefenlage und die räumliche Ausdehnung der betreffenden gesuchten Schicht spielen.

Es möge zunächst an einigen Beispielen untersucht werden, wie sich erfahrungsmäßig der spezifische Widerstand einer Einlagerung im Boden von demjenigen ihrer Umgebung unterscheiden muß, um einen sicheren Nachweis derselben mittels elektrischer Messungen zu ermöglichen.

1. Ein Bleierzgang in schiefrigem Gestein. Bleiglanz mit Pyrit, etwas Zinkblende und Gangmineralien gemischt, hat etwa einen Widerstand von 1 Ohm pro Zentimeterwürfel. Die schwach bergfeuchten Schiefer pflegen Widerstände von 10^5 bis 10^9 Ohm/cm⁻¹ aufzuweisen. Das Leitfähigkeitsverhältnis ist also in diesem Falle 0.1 bis 1000 Millionen.

2. Ein Roteisensteinlager in trockenen Kalken. Roteisenstein hat einen Widerstand von etwa 10^6 bis 10^7 Ohm pro Zentimeterwürfel, an trockenen Kalken mißt man dagegen Widerstände von der Größenordnung 10^{10} und mehr Ohm/cm⁻¹. Das Leitfähigkeitsverhältnis ist also $> 10^3$. Praktisch liegt der Nachweis von Roteisenstein auf elektrischem Wege an der Grenze des Möglichen und ist sogar wohl nur dann mit genügender Sicherheit möglich, wenn er reichlich Pyrit und Magnetit enthält und sein spezifischer Widerstand dadurch erheblich vermindert wird.

3. Mit Salzlauge erfüllte poröse Schichten in schwach bergfeuchten Tonen. Salzlauge von 5 Proz. Konzentration hat einen Widerstand von 15 Ohm cm⁻¹. Poröse mit dieser Lösung durchtränkte Sande dürften daher einen Widerstand in der Größenordnung von 100 Ohm/cm⁻¹ besitzen gegen einen Widerstand von mindestens 10^5 Ohm/cm⁻¹ der Tone. Das Leitfähigkeitsverhältnis ist größer als 1000.

Man sieht daraus, daß ein Leitfähigkeitsverhältnis von mindestens 1000 unter normalen Verhältnissen zum sicheren Nachweis einer in der Tiefe gelegenen Einlagerung vorliegen muß.

Bei den elektrischen Bodenuntersuchungen mittels Wechselstrom pflegt man heute im allgemeinen eine Frequenz von 500 pro sec (also ν etwa gleich 3000) zu benutzen. Der Grenzwiderstand $W_{\lambda=0}$ nach Tabelle 1 liegt dann zwischen $4 \cdot 10^8$ und $20 \cdot 10^8$ Ohm/cm⁻¹. Die Einlagerungen müssen also, den obigen Ausführungen entsprechend, einen spezifischen Widerstand von jedenfalls weniger als $4 \cdot 10^5$ Ohm/cm⁻¹ besitzen, um sich von einem als nichtleitend ($\lambda = 0$) vorausgesetzten Grundgebirge überhaupt praktisch unterscheiden zu lassen, da der Durchschnittswert der Dielektrizitätskonstanten von Kalken, Sandsteinen und Schiefen etwa 10 beträgt.

Bei etwa 400 000 Ohm/cm⁻¹ liegt also eine praktisch sehr wichtige Grenze für die Beurteilung der Möglichkeiten elektrischer Bodenforschungsaufgaben. Nur Schichten von geringerem spezifischen Widerstand können mit Aussicht auf Erfolg von einem nichtleitenden Grundgebirge in der Tiefe mittels elektrischer Wechselstrommessungen von der Erdoberfläche aus unterschieden werden. Alle Massen mit höherem Widerstand verschimmen für diese Schürfmethode zu einer nicht mehr auflösbaren Einheit.

Mit diesem Nachweis ist z. B. auch allen Versuchen, mittels elektrischer Wechselstrommessungen erdölführende Schichten von trockenem oder schwach bergfeuchtem Gebirge zu unterscheiden, der Boden endgültig entzogen. Die spezifischen Widerstände der in den Erdölgebieten in den in Betracht kommenden Tiefen vorkommenden Schichten liegen wohl sämtlich weit unterhalb des oben abgeleiteten Grenzwertes von $4 \cdot 10^5$ Ohm/cm⁻¹. Allein die salzwasserführenden Schichten unterscheiden sich elektrisch genügend von dieser Grundmasse, um einen an der Erdoberfläche nachweisbaren Einfluß auf die Verteilung der elektrischen Strömung zu gewinnen.

Schwankungen in der Länge des Tages.

Von Dr. M. Schuler in Göttingen.

Es wird gezeigt, daß Schwankungen der Tageslänge von mehreren Sekunden im Jahre hervorgerufen werden können durch Veränderungen in der Mächtigkeit der polaren Eiskappen.

Bei den berechneten Ephemeriden der Planeten und ihrer Monde zeigt sich, daß die beobachteten Stellungen dieser Gestirne immer etwas abweichen von den berechneten Werten. In letzter Zeit haben Astronomen*) darauf hingewiesen, daß diese Differenzen am leichtesten zu erklären wären durch kleine Schwankungen in der Länge des Tages, den wir als Zeitmaß benutzen. Es müßten also kleine Differenzen in der Drehgeschwindigkeit der Erde bestehen,

*) R. T. A. Innes: Union Observatory, Johannesburg 1925, Nr. 65; B. Meyermann: Naturwissenschaften Bd. 14, Nr. 12, Göttingen 1926; Ernst W. Brown: Nature, Vol. 119, Nr. 2988, London 1927.