

## **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](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X_0003) | LOG\_0049

## **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)

## Über die Grenze der Anwendbarkeit elektrischer Schürfmetho- den mittels Wechselstrom.

Bemerkung zu dem Aufsatz von R. Ambronn.

Von Dr. A. Gibsone in Kassel.

Auf Grund einer von Maxwell angegebenen Formel wird gefolgert, daß schon bei einem Leitfähigkeitsverhältnis von 1:10 zwischen Einlagerung und Nebengestein exakte Schlüsse auf die Bodengestaltung möglich sind. Es lassen sich daher schon bei einem Leitungswiderstand unterhalb  $10^8 \Omega/\text{cm}$  von Einlagerung oder Nebengestein die Wechselstrommethoden für die Bodenforschung anwenden.

R. Ambronn hat in einem Aufsatz „Eine grundsätzliche Grenze der Anwendbarkeit elektrischer Wechselstrom-Schürfmetho- den zur Aufsuchung nutzbarer Lagerstätten“<sup>1)</sup> und in einem weiteren Aufsatz<sup>2)</sup> die Behauptung aufgestellt, daß erdöhlaltige Schichten mittels elektrischer Wechselstrommessungen nicht von „trockenen Gesteinen“ (in der Natur?) zu unterscheiden wären, und daß die mit diesen Methoden erhaltenen Bilder auf die mit Öl verknüpften Salzwasserhorizonte zurückzuführen sind.

Die Ansicht, daß Isolatoren, wie das die erdöhlaltigen Schichten sind, sich von nicht sehr feuchten Schichten in der Natur geoelektrisch nicht wesentlich unterscheiden sollen, beruht wohl auf zwei irrtümlichen Annahmen.

1. Für elektrische Wirkungen (z. B. Ablenkung der Stromlinien, Potentialänderungen usw.) ist das Leitfähigkeitsverhältnis von Einlagerung zur Umgebung nicht unbedingt maßgebend, auch braucht dieses Verhältnis nicht mindestens 1000:1 betragen, damit eine deutliche Wirkung auftritt. Daß sich das nicht so verhält, ist schon daraus zu entnehmen, daß Graphitschiefer, wie Herr Schlumberger und dann auch die schwedischen Geophysiker hervorgehoben haben, die Wirkung gutleitender Erze vortäuschen können. Bekanntlich haben Lundberg, Sundberg und Eklund deshalb in Schweden, wo Graphitschiefer unter kristallinen Schiefen nicht selten vorkommen, die geometrischen, geoelektrischen Methoden verlassen und haben zu einem Induktionsverfahren gegriffen; und zwar sind es nicht nur die bestleitenden Graphitschiefer, es genügt schon ein ziemlich kleiner Gehalt an parallel angeordnetem Graphit.

Man braucht, um diese Tatsache zu verstehen, nur die Formel zu nehmen, die der englische Physiker J. Cl. Maxwell für eine kugelförmige Einlagerung in einem unendlich ausgedehnten Stromfeld abgeleitet hat. Auf diese Formel hat neuerdings Herr Max Müller<sup>3)</sup> aufmerksam gemacht. Der für die physikalischen Messungen entscheidende Faktor, der sich in derselben Form auch bei anders gestalteten Einlagerungen vorfindet, lautet

$$\frac{\sigma_0 - \sigma}{2\sigma_0 + \sigma}$$

wenn mit  $\sigma_0$  die Leitfähigkeit des Nebengesteins und mit  $\sigma$  die Leitfähigkeit der Einlagerung bezeichnet wird.

Man sieht leicht, daß für im Verhältnis zur Umgebung sehr gut etwa tausendmal besser leitende Substanzen z. B. für bestleitende Magnetiterze dieser Faktor den Wert 1 annimmt. Wenn aber die Leitfähigkeit nicht tausendmal, sondern nur zehnmal größer ist, ergibt die Formel für diesen entscheidenden Faktor an Stelle des Wertes 1 immer noch den Wert  $\frac{9}{12}$ , d. h. 75 Proz. der Wirkung des bestleitenden Erzes; wir erhalten also denselben großen Effekt für bestleitende Erze wie für Gesteine, die mehr als die zehnfache Leitfähigkeit ihrer Umgebung besitzen. Hieraus erklärt sich die große Wirkung solcher Schichten, die stark wasserhaltig und stark geschiefert sind, so daß der Strom längs der Schieferungsflächen durch lange Wasserschichten hindurchgeht. Diese Schiefer mit Widerständen von  $10^4$  bis  $5 \cdot 10^4 \Omega/\text{cm}$  parallel der Schieferung können daher leicht Erze vortäuschen, wenn man nur die Ablenkungen beobachtet<sup>4)</sup>.

Ist umgekehrt die Leitfähigkeit einer Einlagerung sehr viel geringer als die der Umgebung, hat man es also mit einem guten Isolator zu tun, so ergibt die Formel den Grenzwert 0.5, d. h. 50 Proz. der Wirkung bestleitender Erze. Man erhält, wie man leicht sieht, wenn der Widerstand nur zehnmal größer ist wie der der Umgebung, schon einen Wert von etwa 0.43 oder 43 Proz. der Wirkung bestleitender Erze. Es ist also ohne weiteres klar, daß schon verhältnismäßig geringe Unterschiede in der Leitfähigkeit sich bemerkbar machen. Dementsprechend werden sich auch gaserfüllte oder schwach mit Öl getränkte Schichten in ihrer geoelektrischen Wirkung kaum merklich von völlig mit Öl getränkten und etwas besser isolierenden Schichten unterscheiden, gleiche Größe und Teufe vorausgesetzt. Durch die geoelektrischen direkten Wirkungen lassen sich stark- von schwachölhaltigen Schichten usw. nicht unterscheiden, sondern nur durch die Begleitumstände; dazu gehört ein reiches Erfahrungsmaterial, ein solches hat großen Wert. Es muß aber auf theoretisch einwandfreier Grundlage gedeutet werden.

2. Die anderen Ausführungen von Herrn Ambronn gründen sich auf die Annahme, daß das Widerstandsverhältnis mindestens 1 : 1000 sein müsse, damit merkliche Wirkungen zu Stande kommen. Zum Zweck einer kritischen Diskussion des ganzen Fragenkomplexes soll noch zu dem zweiten Teile der Arbeit von R. Ambronn Stellung genommen werden. Den dort angewandten Formeln können wir auch zustimmen. Wir möchten nur noch hervorheben, daß, falls ein Widerstandsverhältnis von 10 : 1 vorliegt, die Grenze der Anwendbarkeit von Wechselstrom (500 Perioden) bei etwa  $4 \cdot 10^7 \Omega/\text{cm}$  liegt und nicht bei  $4 \cdot 10^5$ ; diese Grenze kann ohne Schwierigkeiten durch Herabsetzung der Periodenzahl auf etwa  $10^8 \Omega/\text{cm}$  verschoben werden. Bei Verwendung von Wechselstrom (500 Perioden) würden sich also, selbst wenn das Nebengestein (Tone, Sande, Salzwasser) einen Widerstand bis  $4 \cdot 10^7 \Omega/\text{cm}$  und das zu suchende Material (z. B. Ölschichten) einen Widerstand von  $1 \cdot 10^8 \Omega/\text{cm}$  und höher hätte, noch Beeinflussungen des schlechten Leiters feststellen lassen.

Zu den angegebenen Zahlenwerten für die Leitfähigkeit oder Widerstände von Gesteinen: Bergfeuchte Kalke besitzen in der Natur in unseren Breiten Widerstände von etwa  $10^5$  bis  $10^6 \Omega/\text{cm}$ , und zwar besitzen sogenannte trockene Kalke sowohl über wie unter Tage schon bei 1 bis 3 m unter der Oberfläche diese Widerstände. Kalke haben draußen kaum  $10^{10}$  (10 000 Mill.)  $\Omega/\text{cm}$  und mehr Ohm. Solche Werte erhält man im Laboratorium, aber nicht in der Natur. Dieser Irrtum ist leider auch in das Buch R. Ambronns „Methoden der angewandten Geophysik 1926“ übergegangen. Zwar ist dort (S. 109) gesagt, daß die Leitfähigkeit nicht nur von der Grundsubstanz, sondern in ausschlaggebender Weise von der Feuchtigkeit und den darin gelösten Salzen abhängt. Die dort angegebenen Zahlen von Laboratoriumsmessungen (S. 160) für Gneis, Steinsalz usw. sind aber von den Werten in der Natur sehr verschieden.

Bezüglich der Werte in der Natur vgl. K. Sundberg, H. Lundberg und J. Eklund: *Electrical Prospecting in Sweden*, Stockholm 1925, S. 12 Tabelle für feuchte Gesteine (Limestone und Dolomite). Vgl. J. Koenigsberger: *Montanistische Rundschau* 1924, Nr. 8. Wahrscheinlich ist der dort angegebene Kalk vom Gonzen derselbe, den Herr Ambronn im Laboratorium hat untersuchen lassen; dann derselbe Autor, *Petroleum* Nr. 22, 10. Dez. 1926. Vgl. auch noch die sorgfältigen Messungen von Herrn E. Burghagen, soweit sie feuchte Gesteine betreffen. — Vgl. W. J. Rooney und O. H. Gish: *Phys. Rev.* **25**, 254 (1925). Die oberen Teile des Bodens haben direkt in der Natur gemessen  $12 \cdot 10^3$  bis  $80 \cdot 10^3 \Omega/\text{cm}$ . Alluvium in Maryland hat unter der Oberfläche  $12 \cdot 10^4$  bis  $20 \cdot 10^4 \Omega/\text{cm}$  nahe der Oberfläche. Bei 250' wurde dort ein Minimum von  $11 \cdot 10^3 \Omega/\text{cm}$  erreicht, und von da ab bis 1700' wächst der Widerstand auf  $30 \cdot 10^3 \Omega/\text{cm}$ . Granit hat höheren nicht angegebenen Widerstand.

Weitere Daten z. B. bei B. Mc Collum und K. H. Logan (*Electrolytic Corrosion of Iron in Soils*): *Technological Papers*, Bureau of Standards Nr. 25, Washington 1914. Die amerikanischen Autoren haben alle berücksichtigt, daß die natürliche Feuchtigkeit praktisch allein den Widerstand bestimmt. Die mehr oder minder durchsichtigen Mineralien, aus denen die Gesteine bestehen, sind ausnahmslos vorzügliche Isolatoren bei Temperaturen bis  $30^\circ \text{C}$ . Nur die Feuchtigkeit in den Poren leitet. Steinsalz hat einen in der Natur sehr von Spaltrissen und deren Wasserfüllung abhängigen Widerstandswert. Da Salz im allgemeinen kompakt ist, verhält es sich den umgebenden Gesteinen gegenüber als Isolator. Erdölhaltige Schichten werden sich möglicherweise als etwas bessere Isolatoren von Steinsalz abheben.

Herr Ambronn benutzt Werte für die Gesteinswiderstände, die wohl nicht zulässig sind. Daraus erklärt sich, daß Herr Ambronn unter weiterer Benutzung der unter 1. erwähnten Annahme, wonach das Widerstandsverhältnis mindestens 1000:1 betragen müsse, zu einem überwiegenden Einfluß der Kapazität kommt. Bei Einsetzen richtiger Zahlen ist dieser Einfluß nicht vorhanden. Daher irrt Herr Ambronn in diesem Punkte und nicht Herr Ibach<sup>5)</sup>.

Die Widerstandswerte, die Herr Ibach angibt, sind als absolute Werte nicht einwandfrei gemessen, weil für diese Messungen nicht exakt definierte Elektrodenflächen gebraucht wurden. Herr Ibach hat also seine im übrigen richtige Mitteilung leider mit nicht ganz richtigen Zahlenwerten für die Widerstände versehen. Hierauf gestützt, kam Herr Ambronn auf Grund seines ersten Irrtums zu dem Nachweis, daß erdöhlhaltige Schichten sich mit Wechselstrommethoden nicht nachweisen lassen.

#### Literatur.

1) In den Technischen Blättern, Wochenschr. z. deutsch. Bergwerkszeitung, 11. Dez. 1926, sowie „Eine prinzipielle Grenze der Anwendbarkeit elektrischer Wechselstrom-Schürfmethode zur Aufsuchung nutzbarer Lagerstätten“ in der „Allgem. Österreich. Chem.- u. Techn.-Ztg.“, Nr. 24, 15. Dez. 1926.

2) „Einige Bemerkungen zur Möglichkeit der Aufsuchung und Lokalisierung von schlecht oder nicht leitenden Einlagerungen im Untergrund mittels elektrischer Wechselstrommethoden“ in der Zeitschr. f. Geophys. **3**, Heft 2/3 (1927).

3) Max Müller: Zeitschr. f. Geophys. **2**, 288 (1926) u. Glückauf, Nr. 2, Januar 1927.

4) Hierauf hat u. a. J. Koenigsberger (Metall u. Erz, Nov. 1926) hingewiesen; bei einer Untersuchung an einem Schweizer Erzbergwerk haben sich z. B. Ablenkungen ergeben, wie sie Erz verursacht. Diese sind aber wahrscheinlich nicht durch Erz hervorgerufen, sondern durch stark geschieferte, wasserführende, dunkle Schiefer, die vielleicht auch Graphit enthalten haben.

5) R. Ibach: Allgem. Österreich. Chem.- u. Techn.-Ztg., Nr. 14, Juli 1926.

---

## Ein Beitrag zum Studium der Erdbebennachläufer.

Von Hermann Schnell. — (Mit zwei Abbildungen.)

Die Meßgenauigkeit bei Periodenuntersuchungen der Erdbebennachläufer wird geprüft und auf höchstens 1 sec geschätzt. Die Ergebnisse Roeseners und Wellmanns über Nachläuferperioden werden im großen und ganzen bestätigt und erweitert. Untersuchungen über die Amplitudenabnahme der Nachläufer eines Bebens an einer Station ergeben, daß die Amplituden in großen Zügen nach einer  $e$ -Funktion mit der Zeit abnehmen. Zur Deutung der gefundenen Erscheinungen wird angenommen, daß in der Erdrinde Schollen verschiedener Dicke unregelmäßig verteilt sind, die gedämpfte Eigenschwingungen ausführen und sich durch Koppelung gegenseitig beeinflussen.

### Einleitung.

Zur Erkennung der Beschaffenheit des Erdinnern hat die Erdbebenforschung einen sehr bedeutenden Anteil geliefert. Es waren vor allem die Vorläufer der Erdbebenwellen, die mit ihren verschiedenen, zeitlich scharf präzisierten Einsätzen und den bei Beugungen an Schichtgrenzen in Amplitudenabnahmen sichtbaren Energieschwächungen Gelegenheit gaben, das von ihnen durchlaufene Erdinnere zu studieren, und mit deren Hilfe manches Problem über Gliederung, Elastizitäts- und Dichteverhältnisse im Erdinnern zur Lösung gebracht werden konnte. Demgegenüber erscheint das Studium der Nachläufer, die sich längs der Oberfläche bewegen, geeignet, Aufschlüsse über Verhältnisse in der Erdrinde oder ihren Teilen zu geben.