

## 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\_0034

**LOG Titel:** Eine transportable Zählrohrapparatur und ihre Anwendung im Gelände

**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)

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).



teiler von insgesamt  $47 \cdot 10^6$  Ohm gestattet eine gleichmäßige Variation der Spannung von 500 bis 2400 Volt. Da bei einem Geiger-Müllerschen Zählrohr eine Strombelastung der Hochspannungsquelle praktisch nicht besteht, konnte der Widerstand der Spannungsteiler so hoch gewählt werden. Bei einer Spannung von 2000 Volt beträgt dann die Leistung der Hochspannungsseite ohne weitere äußere Widerstände 0.05 Watt. Der Anodenstrom der Schwingröhre betrug bei 200 Volt Anodenspannung und bei einem Gitterableitwiderstand  $R = 0.5$  Megohm  $2 \cdot 10^{-3}$  Amp., woraus sich eine Anodenbelastung von 0.4 Watt ergibt. Diese geringe Anodenbelastung hat einmal den Vorteil, daß bei einem Kurzschluß des Hochspannungskreises die Schwingungen sofort abreißen und damit die Spannung zusammenbricht. Außerdem wird durch die geringe Anodenenergie die Anoden-

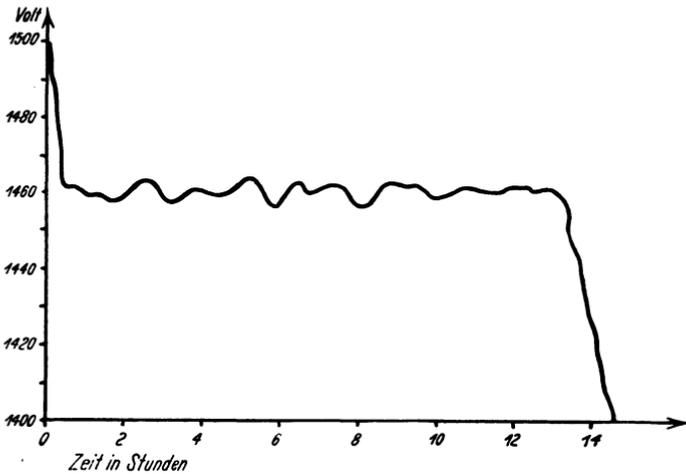


Fig. 2. Verlauf der Hochspannung im Röhrengenerator bei normaler Betriebsbelastung

batterie nur wenig belastet, wodurch ein Absinken der Anodenspannung und damit der Hochspannung verhindert wird. Nur in der ersten halben Betriebsstunde fällt die Spannung zunächst noch langsam ab, wie die Kurve 2 zeigt, die die Auswertung einer photographischen Spannungsregistrierung ist. Nach dieser ersten halben Stunde ist die Spannung bis auf 10 Volt konstant, was auch bei einer ungünstigen Charakteristik des benutzten Zählrohres (kleiner Bereich, in dem die Stoßzahl von der angelegten Spannung unabhängig ist) ausreicht. Nach 14 Stunden fällt nach der Registrierung die Hochspannung sehr rasch ab, und zwar wegen Erschöpfung der Trockenbatterie, mit der die Gleichrichterröhre geheizt wird. Die Hochspannung ist von der Heizung der Gleichrichterröhre in weiten Grenzen unabhängig, weil der innere Röhrenwiderstand gegenüber dem Widerstand des Spannungsteilers nur eine untergeordnete Rolle spielt.

*Praktische Ausführung.* Die gesamte Apparatur besteht aus dem Hochspannungsgenerator (Fig. 3), den Verstärkerkästen mit Zählwerk und Kontroll-

instrumenten und zwei Anodenbatterien. Das Zählrohr selbst ist auf der Rückseite des Verstärkerkastens in einer Schutzhülse drehbar angeordnet. Ebenso ist ein kleiner Akkumulator von 14 Amperestunden im Verstärkerkasten eingebaut. Das Gesamtgewicht der Apparatur mit Batterien beträgt 36 kg.

Im Hochspannungsgenerator wurde als Schwingspule und gleichzeitig als Hochspannungstransformator ein normaler Gegentakttransformator benutzt. Er ist in Fig. 3 im Vordergrund rechts zu erkennen. Dahinter ist die Drossel *Dr* montiert. Drossel und Transformator wurden durch einstündiges Kochen in

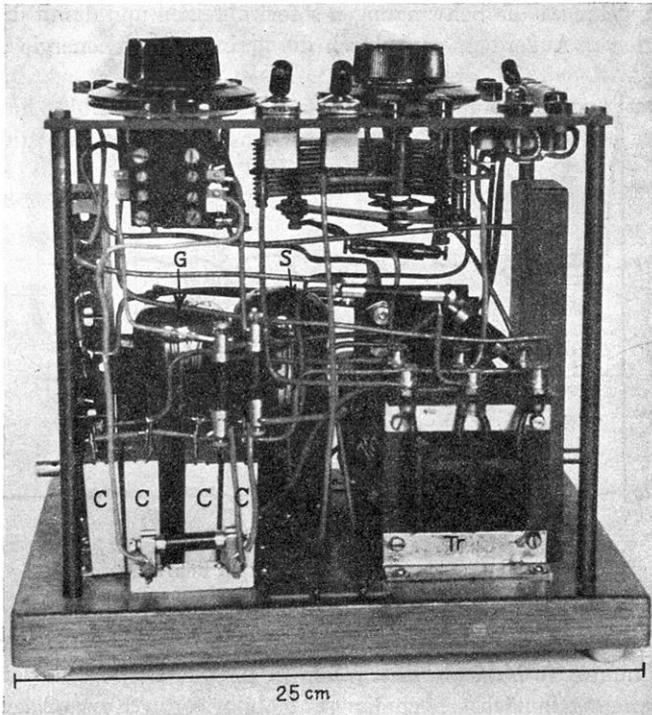


Fig. 3. Der Röhrengenerator

*Tr* Hochspannungstransformator, *C* Blockkondensatoren, *S* Schwingröhre, *G* Gleichrichterröhre

Paraffin durchschlagsfest gemacht. Im Vordergrund links sind die Beruhigungskondensatoren befestigt. Es wurden normale Blockkondensatoren mit Mittelanzapfung von 0.1 MF benutzt, die auf 800 Volt Betriebsspannung geprüft waren. Bei Hintereinanderschaltung je zweier solcher Kondensatoren betrug die Belastung jedes Elementes also bei 2000 Volt Betriebsspannung  $\frac{1}{4} \cdot 2000 = 500$  Volt. Hinter den Kondensatoren ist die Schwing- und die Gleichrichterröhre zu erkennen. Die Trockenbatterie zur Heizung der Gleichrichterröhre ist noch hinter den Röhren eingebaut. Auf der Montageplatte ist links der Wechselschalter für die

Gitterableitwiderstände zu sehen, dahinter (teilweise verdeckt) das Potentiometer zur Spannungsregulierung, rechts der Drehkondensator des Schwingungskreises. Die Schalter in der Mitte gestatten die Einschaltung der Schwing- und Gleichrichterröhre, der Wechselschalter rechts erlaubt die Kontrolle der Gitter- und Anodenspannung. Die Fig. 4 zeigt den Kasten für den Verstärker und die Hilfsinstrumente im aufgeklappten Zustand. An der Innenwand des Deckels ist ein elektrostatisches Voltmeter zur Kontrolle der Hochspannung befestigt. Als Zähl-

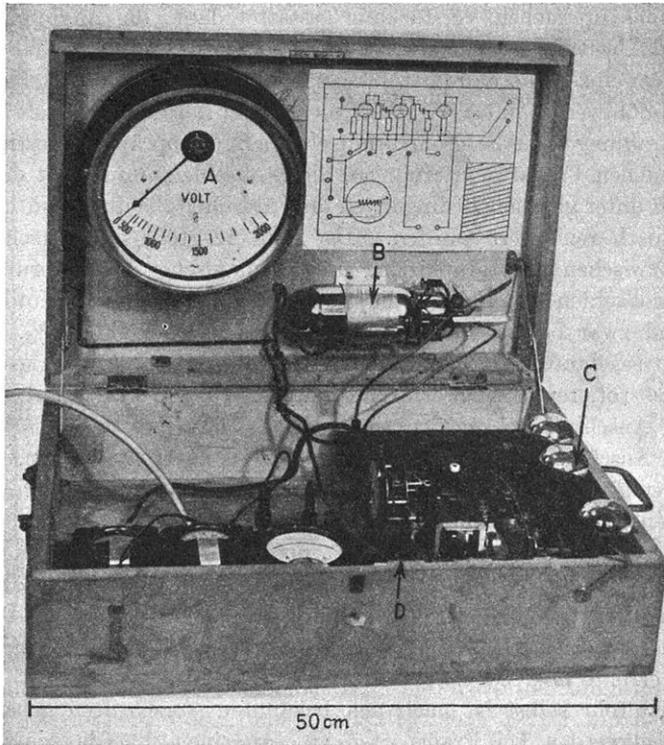


Fig. 4. Der Verstärkerkasten

A Hochspannungsvoltmeter, B temperaturgeschützter Ableitwiderstand, C Verstärker, D Zählwerk

rohrableitwiderstand wurde ein Alkohol-Xylolwiderstand mit eingeschmolzenen Platinelektroden gewählt. Um die Temperaturabhängigkeit dieses Widerstandes unschädlich zu machen, wurde er zusammen mit dem Ankopplungskondensator zwischen Zählrohr und Verstärker in eine Dewarsche Flasche eingebaut, die rechts unter dem Hochspannungsvoltmeter zu sehen ist. Die Flasche selbst kann für tiefe Außentemperaturen elektrisch geheizt werden, so daß im Innern stets eine konstante Temperatur von 20° herrscht. Der Verstärker (vorn rechts) ist als normaler Widerstandsverstärker gebaut, wobei als Endröhre eine RE 134

benutzt wurde. Im Vordergrund rechts ist das Zählwerk zu erkennen, das folgendermaßen konstruiert ist. Der durch Abschleifen verkleinerte Anker eines älteren Schmetterlingrelais wurde durch eine dünne Stahllachse verlängert, die in die Unruhe einer Uhr eingreift. Die Unruhfeder wurde natürlich entfernt. Bei einem Stromstoß wird dann die Unruhe einmal hin und her bewegt, wodurch der Uhrzeiger weitergedreht wird. Das Relais wirkt also nur auslösend, die eigentliche Arbeit wird von der Feder des Uhrwerks bewirkt. Daher genügt eine Stromstärke von 5. 10 Amp. auch bei rascher Stoßfolge zum einwandfreien Arbeiten des Zählwerkes. Die Benutzung einer dreifachen Verstärkung gestattet dann, die Ankopplungskondensatoren und Ableitwiderstände des Verstärkers klein zu machen, so daß die zeitliche Auflösung der einzelnen Zählrohrstöße sehr gut ist. Die maximale Arbeitsgeschwindigkeit des Zählwerkes mit Verstärker wurde unter normalen Betriebsbedingungen durch Bestrahlung eines Zählrohres mit einem Radiumpräparat bestimmt, indem in verschiedenen Präparatentfernungen die Stoßzahlen einmal mit dem Zählrohr gezählt und unter gleichen Bedingungen die Zählrohrstöße durch ein Elektrometer photographisch registriert wurden. Bis rund 12 Stöße/sec herrschte Übereinstimmung zwischen photographischer und mechanischer Registrierung, bei noch höheren Stoßzahlen blieb dann die mechanische hinter der photographischen zurück, und zwar betrug der Fehler bis 18 Stöße/sec rund 30%. Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, daß eine Prüfung des Zählwerkes allein z. B. durch einen rotierenden Unterbrecher zwecklos ist. Das benutzte Zählwerk zählte bei Anschluß an einen rotierenden Unterbrecher bis zu 50 Stößen/sec richtig, bei Anschluß an das Zählrohr aber nur bis zu 12 Stößen/sec. Maßgebend ist eben weniger das Zählwerk selbst als die Abklingungsseiten der Widerstände und Kondensatoren am Zählrohr und im Verstärker.

Im Verstärkerkasten ist außerdem noch ein Kontrollinstrument für den Anodenstrom der Endröhre (mit dem die Einsatzspannung des Zählrohres bestimmt wird), ein Amperemeter zur Regulierung der Heizung der Dewarschen Flasche und ein drittes Instrument zur Kontrolle der Heizung der Schwing- und Gleichrichterröhre eingebaut.

Das Zählrohr selbst ist nach den bekannten Vorschriften gebaut und um jedes Undichtwerden bei Transporten zu vermeiden, in Glas eingeschmolzen. Ein kleiner Akkumulator von 14 Amperestunden, der sowohl die Verstärkerwie die Schwingröhre und die Dewarsche Flasche heizt, gestattet bei einem Stromverbrauch von 1.2 Amp. einen ununterbrochenen Betrieb von 10 Stunden. Er wird beim Transport im Verstärkerkasten befestigt.

*Prüfung im Gelände.* Zur Prüfung der Apparatur im Gelände wurde ein Profil über eine Verwerfung in der Nähe von Göttingen vermessen, die schon vorher durch Emanationsmessungen von Patrizio\*) untersucht worden war. Nach diesen Untersuchungen hatte sich die Bodenluft in der Verwerfungsspalte als sehr viel reicher an Emanation ergeben als die Bodenluft in dem umgebenden

---

\*) Abh. d. Pr. Geol. Landesanstalt. Neue Folge, Heft 116.

Gestein, wohl weil die Durchlässigkeit des Gesteins in der Verwerfung selbst größer ist als in dem umgebenden Gestein, und infolgedessen die Emanation in der Verwerfung leichter aus größeren Tiefen aufsteigen konnte als in der Umgebung. Dieser höhere Emanationsgehalt der Bodenluft mußte sich auch an der Oberfläche bei Messungen mit Zählrohren, wenn auch stark abgeschwächt, bemerkbar machen. Da das benutzte Zählrohr im Mittel über freiem Boden 130 Stöße/min zeigte, genügte eine Meßdauer von 10 Minuten für jeden Ort, um die jeweilige Intensität mit einer Genauigkeit von  $\pm 2.5\%$  zu messen. Das Profil von 50 m Länge wurde von 5 zu 5 m untersucht. Jeder Meßpunkt wurde dreimal je 10 Minuten gemessen, und zwar zu verschiedenen Tageszeiten, um einen eventuellen täglichen Gang in der Erdstrahlung zu eliminieren. Das Ergebnis zeigt die Fig. 5. Die Kurve stellt die Abhängigkeit der Intensität der Erdstrahlung vom Aufstellungsort dar.

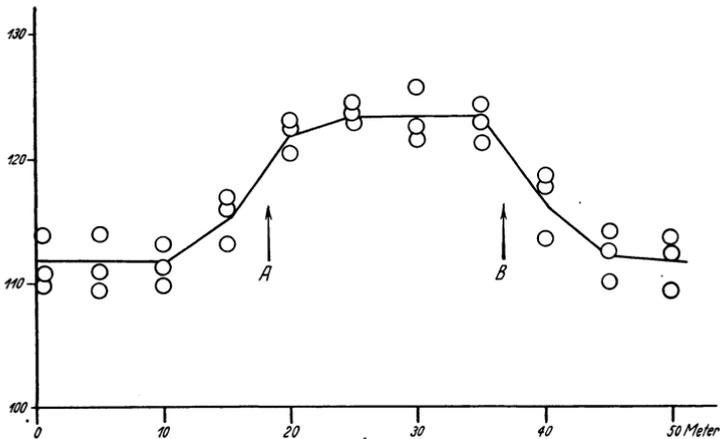


Fig. 5. Radioaktives Profil über einer Verwerfung. Mit einem Zählrohr vermessen

Es zeigt sich dabei ein plötzlicher Sprung der Intensitätskurve bei A. Ebenso plötzlich fällt die Intensität wieder bei B. Die Größe der Intensitätssteigerung übersteigt mit rund 10 Stößen/min den statistischen Fehler um das Vierfache, den tatsächlichen Fehler der Einzelwerte um das Dreifache. Der Einsatz der plötzlichen Intensitätssteigerung deckt sich mit einem plötzlichen Anfall des Geländes, an dem der eine Rand der Verwerfung liegen muß. Der andere Rand, der in der Intensitätskurve durch den deutlichen Abfall der Intensität zu erkennen ist, ist im Gelände nicht so deutlich festzustellen. Die Breite des gesamten Gebietes der erhöhten Strahlung von rund 15 m deckt sich aber sowohl mit den Messungen von Praticio, wie man auch ohne Zwang eine solche Breite des Einflußgebietes der radioaktiven Bodenluft im Bereich der Verwerfung annehmen kann.

Die Mittel zum Bau der Apparatur und zur Durchführung der Messungen stellte das Geophysikalische Institut zur Verfügung.

Göttingen, Geophysikalisches Institut, September 1934.