

## 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\_0035

**LOG Titel:** Eichung von Schallempfängern (Undographen und Membranapparate)

**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)

## Eichung von Schallempfängern (Undographen und Membranapparate)

Von **H. Dobberstein**, Göttingen. — (Mit 4 Abbildungen)

Es werden zwei Methoden zur Eichung von Schallempfängern für den Frequenzbereich von 1 bis 50 Hertz beschrieben und mit ihnen Resonanzkurven von Membranapparaten und Undographen aufgenommen und so die verschiedenen Apparatetypen miteinander verglichen. An Hand einer gleichzeitigen Fernschallaufzeichnung von Membranapparat und Undograph kann gezeigt werden, daß die Schallkurven beider Apparate mittels ihrer Resonanzkurven in Übereinstimmung zu bringen sind.

Bei den künstlichen Sprengungen zur Erforschung der oberen Atmosphäre mittels Schallwellen wurden die Schallempfänger (vornehmlich der Membranapparat von Wiechert und der Undograph von Kühl) bislang nur dazu benutzt, die Schalleinsätze zu registrieren, um damit die Laufzeit zu bekommen. Im übrigen begnügte man sich mit der allgemeinen Feststellung, daß bei Fernschall hauptsächlich Frequenzen um 5 Hertz herum auftreten. Man wird künftig, wie die Erfahrungen bei den Schallsprengungen im Polargebiet zeigten, nicht nur den Einsatz, sondern auch das ganze Schwingungsbild benutzen müssen, um die Schallphänomene der Atmosphäre weiter zu klären. So macht z. B. K. Wölcken\*) auf einen Unterschied in den Wellenformen bei Sprengungen im Sommer und im Winter aufmerksam. Damit ergibt sich die Frage, wie weit es möglich ist, aus den Aufzeichnungen der verschiedenen Apparatetypen auf die wirklich einfallenden Wellenformen und Druckschwankungen zu schließen.

Um eine Schallkurve genauer analysieren zu können, muß man die Wiedergabetreue, d. h. die Resonanzkurve des betreffenden Schallempfängers kennen. Es genügt aber nicht, die für die theoretischen Kurven nötigen Konstanten, wie Eigenfrequenz, Dämpfung und Empfindlichkeit zu bestimmen, sondern man muß die experimentelle Resonanzkurve zugrundelegen.

Theoretisch sind die Verhältnisse eingehend von O. Meisser\*\*) und B. Gutenberg\*\*\*) behandelt worden. Sie erhalten die bekannten theoretischen Resonanzkurven.

Zur Gewinnung experimenteller Resonanzkurven muß man mit dem zu untersuchenden Schallempfänger sinusförmige Druckwellen konstanter Amplitude und variabler Frequenz aufnehmen†).

---

\*) K. Wölcken, Schalluntersuchungen im Polargebiet. Zeitschr. f. Geophys. **10**, 222 (1934).

\*\*) O. Meisser, Die theoretischen Grundlagen der Schallregistrierapparate. I. Als Manuskript gedruckt. Reichsanstalt für Erdbebenforschung, Jena 1929.

\*\*\*) B. Gutenberg, Gerlands Beitr. z. Geophysik **26**, 34 (1930).

†) Schon früher sind von Prof. Kühl am Meteorologischen Institut in Potsdam und unter Wiechert am Geophysikalischen Institut Göttingen Untersuchungen in dieser Richtung angestellt worden. Doch ist darüber, soweit mir bekannt, nichts veröffentlicht worden. Für die im folgenden beschriebene erste Methode wurden Teile der alten Göttinger Apparatur von mir benutzt.

Diese Druckwellen wurden nach folgenden Methoden erhalten: In einem Raum des Geophysikalischen Instituts Göttingen (Inhalt etwa 56 cbm) wurde in einer Wand eine kreisrunde Öffnung angebracht, in der ein leicht beweglicher Kolben, eine Platte von 30 cm Durchmesser, ähnlich dem einer Dampfmaschine, durch einen Exzenter (Hub 0.5 cm) von einem Elektromotor angetrieben sinusförmig hin und her geht und so die Luft des Raumes periodisch zusammendrückt und wieder ausdehnt. Die so erzeugte adiabatische Druckschwankung im Raum beträgt etwa  $7 \cdot 10^{-3}$  mm Hg. In dem Raum werden die zu untersuchenden Schallapparate aufgestellt und mit dem Kolben ein Frequenzbereich von etwa 1 bis 20 Hertz durchlaufen. Der Vorteil dieser Methode ist der unmittelbare Vergleich verschiedener Apparatetypen, da sie den gleichen Druckschwankungen

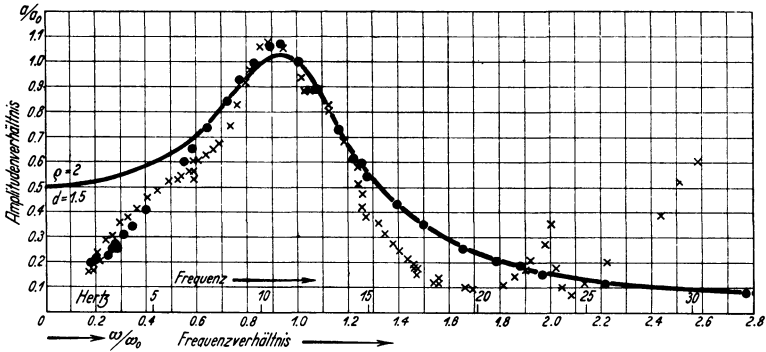


Fig. 1. Resonanzkurven des Undographen U 28.

$f_0 = 11.7$  Hertz . . . Innenanregung,  $2 a_0 = 27.5$  mm;  $\times \times \times$  Außenanregung,  $2 a_0 = 19.8$  mm  
Die theoretische Kurve für eine Resonanzüberhöhung  $q = 2$  ist ausgezogen

ausgesetzt werden. Sie ist aber nur bei niedrigen Frequenzen brauchbar, da sich schon von etwa 15 Hertz ab die Eigenschwingungen des Luftraumes störend bemerkbar machen.

Bei einer zweiten Methode wird ein kleiner Kolben von nur 0.6 cm Durchmesser benutzt, der durch einen verstellbaren Exzenter mit der Achse eines kleinen Elektromotors gekuppelt ist. Vom Zylinder des Kolbens führt ein kurzer Gummischlauch zu den Schallemppfängern: beim Undographen zu dem abgeschlossenen Luftvolumen von rund 78 cdm des Registrierkastens; beim Membranapparat zu dem Rohransatz eines Deckels, der an Stelle des Trichters aufgeschraubt wird.

Untersucht wurden nach diesen Methoden verschiedene Typen von Membranapparaten von Wiechert und Kühlsche Undographen.

Für den Undographen geben beide Methoden, wie die Fig. 1 zeigt, bis 15 Hertz recht übereinstimmende Kurven. Die Meßpunkte sind des besseren Vergleichs wegen in dimensionslosem Maß eingetragen. Die Eigenfrequenz des untersuchten Undographen Nr. 28 liegt bei 11.7 Hertz, die zugehörige Doppelamplitude  $2 a_0$  war bei der benutzten Außenanregung 19.8, bei der Innenanregung 27.5 mm.

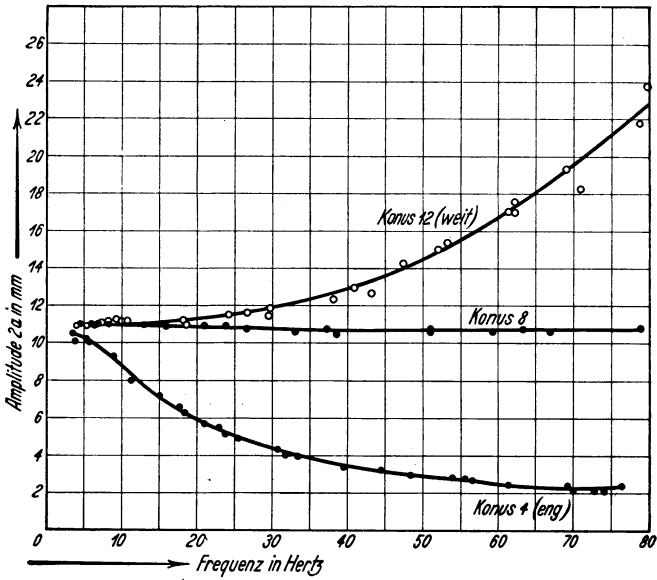


Fig. 2. Resonanzkurven des Membranapparates Nr. 2 in Abhängigkeit von der Konusstellung

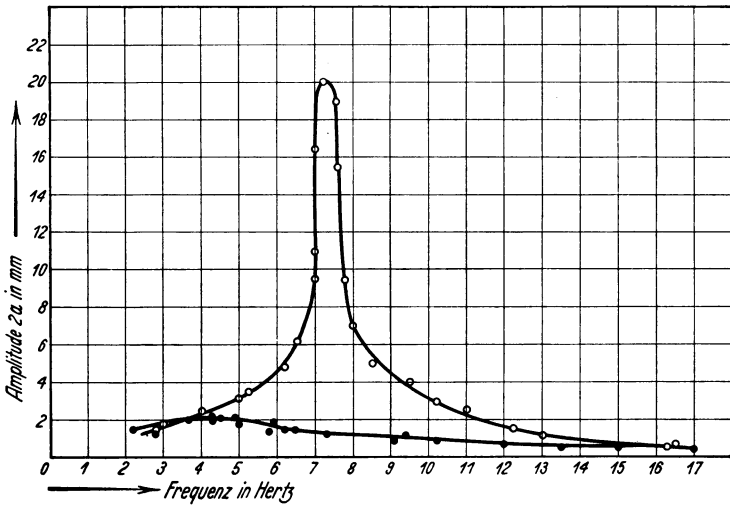


Fig. 3. Resonanzkurve des in Ruß schreibenden Membranapparates

1 mm Ausschlag  $\sim 3,5 \cdot 10^{-3}$  mm Hg  $\sim 5 \mu$  Membrandurchbiegung  
○ ○ ohne Dämpfung, ● ● Paraffinöldämpfung

Die ausgezogene Resonanzkurve ist die theoretisch berechnete für eine Resonanzüberhöhung  $q = 2$ , entsprechend einem logarithmischen Dämpfungsdekrement 1.57. Sie stimmt von etwa 7 Hertz ab sehr gut mit den durch Innenanregung gewonnenen Punkten überein (. . .). Ab 15 Hertz zeigen die durch Außenanregung mit dem großen Kolben erhaltenen Punkte ( $\times \times \times$ ) einen stärkeren Abfall, geben aber bei 23 Hertz ein neues Maximum, das eine Eigenschwingung des Raumes sein muß, da die Membranapparate es dort auch geben. Die Meßpunkte unterhalb 7 Hertz weichen immer stärker von der theoretischen Kurve ab, weil bei langsamen Schwingungen die Luft Zeit genug hat, den Druckunterschied zwischen Innen und Außen an dem Glimmerflügel vorbei auszugleichen. Andere von mir untersuchte Undographen zeigen dasselbe, da sich der Spalt zwischen dem Glimmerflügel und der festen Wand aus praktischen Gründen nicht schmaler machen läßt.

Fig. 2 zeigt Resonanzkurven eines *Membranapparates* in Abhängigkeit von verschiedenen Stellungen des Dämpfungskonus, angeregt durch den kleinen Kolben. Bei der Konusstellung 4 haben wir schon von 3 Hertz ab abnehmende Empfindlichkeit. Mit der Stellung 8 haben wir (zufällig) gleichbleibende Empfindlichkeit bis 80 Hertz. Bei der Konusstellung 12 und darüber ist die Empfindlichkeit nur bis 20 bis 25 Hertz gleichbleibend, dann steigt sie an bis zur Resonanzstelle der Membran, die bei dieser Aufnahme über 100 Hertz lag. Ein Membranapparat hat also in dem für den Fernschall in Frage kommenden Frequenzbereich konstante Vergrößerung und zeichnet ihn also naturgetreu auf; man muß nur dafür sorgen, daß die Eigenschwingung des Apparates genügend gedämpft und der Schallaufzeichnung nicht überlagert ist.

Fig. 3 gibt die Resonanzkurven des *in Ruß schreibenden Membranapparates* wieder, angeregt durch den großen Kolben, mit und ohne Paraffinöldämpfung. Auch hier ist die Vergrößerung bei Öldämpfung ziemlich konstant, aber sehr gering.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Empfindlichkeiten der verschiedenen Empfängertypen. Danach zeigen die Undographen in dem Fernschallfrequenzgebiet eine größere Empfindlichkeit als die Membranapparate, aber sie ist stark frequenzabhängig, während das bei den Membranapparaten nicht der Fall ist.

### Empfindlichkeit der Schallempfänger

1 mm Ausschlag bei 1 m Registrierentfernung entspricht einer Druckänderung von:

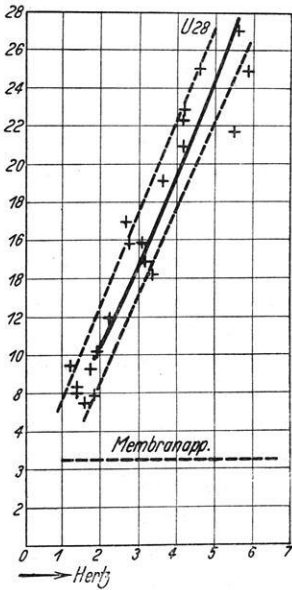
*Membranapparat*:  $0.5$  bis  $1.5 \cdot 10^{-3}$  mm Hg bei 1 bis 25 Hertz (je nach Lage der Eigenfrequenz und der mechanischen Vergrößerung)

<i>Undograph</i> 28:	1	$\cdot 10^{-3}$ mm Hg	3.5 Hertz
	0.5		8
	0.3		10

*Rußschreiber*:  $3.5 \cdot 10^{-3}$  mm Hg 4 bis 6 Hertz.

Als Anwendung dieser Ergebnisse wurde die von O. Meisser und H. Martin in der Zeitschr. f. Geophysik **10**, 158 (1934) angegebene Vergleichsaufnahme

von Membranapparat und Undograph (dritte Sprengung in Oldebroek) ausgewertet (Fig. 4), um zu sehen, ob die aus diesen Aufnahmen ableitbare Resonanzkurve des benutzten Undographen *U 15/S 14 b* mit der aus meinen Messungen erhaltenen in Einklang zu bringen ist. Die Schwingungen vom Membranapparat und vom Undographen wurden einzeln ausgemessen und ergaben 21 Wertepaare. Die aufgezeichneten Frequenzen von 1.5 bis 6 Hertz stimmen bei beiden Apparaten recht gut überein. Da nun ein Membranapparat nach meinen Messungen in diesem Frequenzbereich konstante Vergrößerung hat, die Amplituden auf dem Film aber schwanken, so wurden alle Amplituden des Undographen auf eine konstante



Vergleich von Membranapparat und Undograph auf Grund einer Sprengaufzeichnung. Die Undographenamplituden sind auf konstante Amplitude des Membranapparates reduziert. — Zum Vergleich ist die Resonanzkurve des Undographen *U28* eingezeichnet

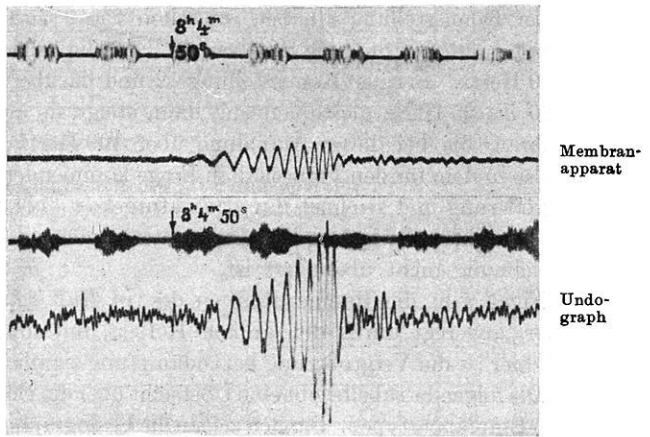


Fig. 4

Ampli'tude  $2a = 4.5 \text{ mm}$  des Membranapparates umgerechnet, mit anderen Worten, es wurde das Verhältnis der entsprechenden Amplituden von beiden Apparaten gebildet und in die Figur eingetragen. Die Filme standen mir nur in ihrer Reproduktion zur Verfügung, deshalb ist der Ablesefehlerbereich verhältnismäßig groß. Er ist in der Figur durch die dünngestrichelten Linien angedeutet. Dann liegen aber auch fast alle Punkte in diesem Bereich. Zum Vergleich ist das entsprechende Stück der experimentellen Resonanzkurve des Undographen 28 eingezeichnet (es mußte mit dem Faktor 2 multipliziert werden, um in den Empfindlichkeitsbereich des Jenaer Undographen zu kommen). Wie man sieht, ist die Übereinstimmung überraschend gut.

Göttingen, Geophysikalisches Institut, September 1934.