

## Werk

**Jahr:** 1934

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:10

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN101433392X\_0010

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0010](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0010)

**LOG Id:** LOG\_0043

**LOG Titel:** Ergebnisse der Registrierungen von Schallwellen an kreisförmig um den Sprengherd angeordneten Stationen

**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)

## **Ergebnisse der Registrierungen von Schallwellen an kreisförmig um den Sprengherd angeordneten Stationen**

Von Dr. P. Duckert, Berlin

Hinweis auf die allgemeinen Schwierigkeiten, die bei der Schaffung des Materials zur rechnerischen Erfassung der Schallbahnen auftreten müssen. Nichtsdestoweniger geben schon vereinfachte Annahmen des atmosphärischen Aufbaues recht gute Übereinstimmungen mit den beobachteten Laufzeiten des Schalles. Das Ergebnis einer Reihe von kreisförmig um den Schallherd angeordneten Stationen ist die Wahrscheinlichmachung eines Windmittels vom Boden bis zur Maximalhöhe der Schallbahnen von  $W 6^{\circ} N 32 \text{ m/sec}$ .

Bei allen Sprengversuchen, die zur Klärung des Schallausbreitungsproblems angestellt worden sind, ist das erste Bestreben, Beobachtungen zu erhalten, die es ermöglichen, eine Trennung einzelner meteorologischer Faktoren in ihren Einflüssen auf das Beobachtungsergebnis vorzunehmen. Das setzt voraus, daß überhaupt von einer ganz bestimmten Seite an das Problem herangegangen wird, daß eine Arbeitshypothese aufgestellt wird.

Der allgemeinste Ausgangspunkt ist das Laplacesche Gesetz, dessen beschränkte Anwendungsmöglichkeit man kennt, von dem aber als sehr sicher angenommen wird, daß die Vorgänge der Schallausbreitung in der Atmosphäre in diesen Anwendungsbereich fallen. Versuche zur endgültigen Bestätigung sind eingeleitet. Nach äußerer Kenntnis der Atmosphäre und ihrer Physik verbleiben sodann wiederum mit großer Sicherheit nur die beiden Faktoren, virtuelle Temperatur und Wind, in ihrer vertikalen und horizontalen Verteilung als maßgebende einflußnehmende Elemente.

Die Bahngesetze, die die Ausbreitungsvorgänge beherrschen, können dann das Brechungsgesetz, das Reflexionsgesetz und das Beugungsgesetz sein, von denen das letztgenannte den Nachteil — oder Vorteil, wie man will — hat, daß es in seinen Auswirkungen theoretisch und rechnerisch bisher nicht exakt erfaßbar ist. Alle Gesetzmäßigkeiten setzen zu ihrer Anwendung voraus, daß Temperatur und Wind und ihre Gradienten an den Raumpunkten, die die Wellenfläche einer Schallschwingung gerade erreicht, zu der gleichen Zeit bekannt sind. Die Aerologie und ihre Meßmethoden können diese Ergebnisse naturgemäß nicht mit der vielfach geforderten Übereinstimmung zwischen Ort und Zeit geben, auch — speziell was Windmessungen angeht — nicht in den schon merkbaren Einfluß habenden Genauigkeitsgrenzen angeben. Also ist alles — um mit Kölzer zu reden — vage Spekulation!

Läßt man aber diese Spekulation zu — sonst müßten wir als einzig mögliche Konsequenz ja das ganze Schallproblem feierlich zu Grabe tragen —, so gibt es doch eine ganze Reihe von Möglichkeiten, die Meßergebnisse dahin auszulegen

und — was immer wieder gesagt werden muß — zu ergänzen, daß wir über kurz oder lang werden entscheiden können, welches der Gesetze den maßgebendsten Einfluß hat. Übertriebene Kleinlichkeit scheint mir hier ganz unangebracht, zumal wir ja nicht wissen wollen, zu welchem Bruchteil einer Sekunde an einem beliebigen Ort eine Explosion zu hören ist, die hunderte von km entfernt veranlaßt worden ist, sondern als Aerologen die Hoffnung hegen, aus indirekten Schlüssen etwas aus den höheren Atmosphärenschichten zu erfahren.

Unter solchen großzügigen Gesichtspunkten ist nun bei vielen Schallversuchen bei Annahme des bekannten Brechungsgesetzes aus den Laufzeitdarstellungen versucht worden, Wind- und Temperatureinfluß zu trennen, wobei als Annahme zwecks Vereinfachung der Übersicht zunächst einmal gemacht wurde, daß im ganzen Versuchsgebiet keine zeitlichen und horizontalen Gradienten von Temperatur und Wind vorhanden sind, sondern als besonders markant eben nur vertikale Gradienten zu beachten seien.

Hier soll an Hand des sehr übersichtlichen Schallversuchs vom 15. Dezember 1932 in Oldebroek aufmerksam gemacht werden auf die Laufzeiten, welche erstmalig durch einwandfreie Registrierungen der Sprengwellen in mehreren kreisförmig um den Sprengherd in etwa 185 km Herdentfernung erhalten wurden.

Die benutzten Zahlenwerte sind der Materialzusammenstellung im gleichen Heft der Zeitschrift entnommen. Die benutzten Stationen lagen folgendermaßen zum Sprengherd verteilt:

Jever	im NE	in 181.78 km Entfernung		
Tonnenheide	„ E	„ 183.06	„	„
Lindenberg: 3	„ E	„ 185.12	„	„
Stockum	in SEzE	„ 182.04	„	„
Pelzerturm	im S	„ 187.02	„	„

Hierin und im folgenden ist die Bezeichnung Lindenberg: 3 so zu verstehen, daß der Ort gemeint ist, an dem die in Lindenberg registrierte Schallwelle, die einwandfrei als doppelt am Erdboden oder in Erdbodennähe reflektiert angesehen werden kann, das erstmal den Boden erreicht hat bzw. hätte.

Für die Einsätze, gemittelt aus den beiden ersten Sprengungen des Versuchstages, seien nachstehend die Laufzeiten angegeben, wobei die aus Ähnlichkeit der Aufzeichnungen auf den Registrierkurven vermutete Zugehörigkeit der Einsätze durch Untereinandersetzen angedeutet sei:

Jever	627.6	633.5	637.8 sec
Tonnenheide	609.6	612.8	616.6 „
Lindenberg: 3		618.5	619.8 „
Stockum		614.3	615.8 619.3 „
Pelzerturm		691.5	„

Durch lineare Reduktion der einzigen vollständigen vierten Spalte auf gleiche Herdentfernung von 185 km, was bei den geringfügigen Abweichungen hiervon

durchaus zulässig bleibt, ergeben sich für die einzelnen Einsätze folgende Laufzeiten und mittlere Oberflächengeschwindigkeiten:

	NE	E	E	SEzE	S
Laufzeit =	644.7	619.3	619.4	625.8	684.0 sec
E/T =	286.9	298.7	298.7	295.6	270.5 m/sec

Die Verschiedenheit der Laufzeiten und damit auch der mittleren Oberflächengeschwindigkeiten in den verschiedenen Azimuten muß zweifellos als Windeinfluß gedeutet werden, was auch wohl bei verschiedenartigster Auffassung der Schallvorgänge von keiner Seite bezweifelt wird. Bei Annahme eines vom Erdboden bis in die Maximalhöhe mit gleicher Stärke und Richtung wehenden Windes wäre der Versuch einmal zu machen, diese Meßwerte dazu zu benutzen, um Stärke und Richtung dieses angenommenen Windes zu berechnen. Das ist relativ einfach, da man zwischen der Laufzeit  $T_0$  (senkrecht zur Windbewegung),  $T_a$  (im Azimut  $a$  der Windbewegung), der Entfernung  $E$  und der Windkomponente im Azimut  $a$   $w_a$  die Beziehung setzen kann

$$\frac{E}{T_a} - \frac{E}{T_0} = w_a.$$

Die Bestimmungsstücke des Windes werden überbestimmt, so daß eine gewisse Kontrolle des Ergebnisses möglich ist. Für den obigen Fall ergäbe ein mittlerer Wind aus W 6° N von 32 m/sec folgende Laufzeitdarstellung gegenüber der beobachteten:

	Laufzeiten im Azimut				
	S 6° W	S	SEzE	E	NE
berechnet	693.1	684.9	624.1	619.6	644.4 sec
beobachtet	—	684,0	625.8	619.4	644.7 „

In Anbetracht der wirklich groben mittleren Annahmen über die atmosphärischen Verhältnisse ist diese Übereinstimmung immerhin recht überraschend.

Wenn wir nun auch aus Messungen und anderen Beobachtungen\*) ableiten konnten, daß auf jeden Fall bis in Höhen von 20 km diese einfachen Annahmen über den Wind keineswegs zutreffen, abgesehen von der Tatsache, daß er sehr einheitlich wehte, so könnte man daraus doch eventuell folgern, daß für diesen Fall die vielgenannten Windgradienten mit der Höhe auf die Umbiegung der Schallwellen nicht den entscheidenden Einfluß haben, der ihnen vielfach zugeschrieben wurde. Da ein Einfluß auf die Schallbahn aber nach dem Brechungsgesetz zweifellos vorhanden ist, müssen die diesbezüglichen Einflüsse sich mehr oder weniger im Laufe des Schallweges aufgehoben haben.

Eines kann man aber mit Sicherheit daraus schließen und das allein mag schon diese Veröffentlichung rechtfertigen: Die Schallbahn hat auf jeden Fall

\*) Siehe P. Duckert: Die Wetterlage und die Schichtung der Atmosphäre am 15. Dezember 1932, dem Sprengtag von Oldebroek. Zeitschr. f. Geophys. 10, 127. 1934.

Höhen über 20 km, und zwar wahrscheinlich weit über 20 km Höhe erreicht. Eine Erklärung durch Beugungseffekte in niedrigeren Schichten ist vollkommen ausgeschlossen. Denn auf die Ergebnisse bei Annahme der Beugung hätte der klar hervortretende Windeinfluß ja jedenfalls den Einfluß, daß mindestens in der Höhe der Beugungsschicht ein Wind von mehr als 32 m/sec geweht haben müßte. Eine so hohe Windstärke müßte sich aber auch durch die in meiner Wetterzusammenstellung gebrachten Ergebnisse belegen lassen. Hinzu kommt, daß die mittlere Oberflächengeschwindigkeit des Schalles in der Ostrichtung in 185 km Entfernung zu etwa 300 m/sec gemessen worden ist, was bei Annahme so starker Windkomponenten weitere Schwierigkeiten auf die Annahme niedrigerer Gipfelhöhe und Schallbeugung bereiten würde.

---

## Beobachtungsergebnisse über den Einfluß der „akustischen Umkehrschicht“ auf die Schallausbreitung

Von **B. Sandmann** — (Mit 6 Abbildungen)

Gegenstand der Untersuchung bildet das Beobachtungsmaterial, welches die von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft angestellten Sprengungen ergeben haben. Es wird der Nachweis erbracht, daß in denjenigen Fällen, soweit sie auf Grund ausreichender meteorologischer Messungen diskutiert werden können und in denen in Potsdam in einer Entfernung von etwa 37 km anomaler Schall festgestellt wurde, dieser Schall auf den Einfluß einer „akustischen Umkehrschicht“ zurückgeführt werden muß. Zu den betreffenden Beobachtungsergebnissen ist bisher noch von keiner Seite Stellung genommen worden.

**1. Allgemeines.** Die neueren Physikbücher [(1), (2)] enthalten über Brechung, Reflexion und Beugung als akustische Erscheinungen eingehende Untersuchungen. Dagegen wird in der Literatur über die Schallausbreitung in der freien Atmosphäre nur die Brechung als wesentlich hingestellt [(4), (8), (10)]. Auch zur Erklärung der anomalen Schallfortpflanzung wird meist davon ausgegangen, daß das Brechungsgesetz allein maßgebend ist [(3), (6), (13), (14)]. Auf dieser Grundlage ist die Lösung des Problems noch nicht gelungen.

Daß auch die Reflexion des Schalles an der Erdoberfläche für die Schallausbreitung längs der Erdoberfläche von großer Bedeutung ist [(5), (9a), (12)], wurde erst in neuerer Zeit erkannt.

Der Schallbeugung in der freien Atmosphäre wird nur eine ganz untergeordnete Bedeutung zugeschrieben. Es findet sich auch in eingehenden Abhandlungen oft nur die Bemerkung, daß, wenn sich die Schallwelle bei mit der Höhe abnehmender Schallgeschwindigkeit dem Brechungsgesetz entsprechend vom Erdboden abhebt und so über dem Beobachter hinweggeht, kein direkter, sondern höchstens diffus abgelenkter Schall den Beobachter erreicht [(4), S. 75. (10), S. 42 u. (11)].