

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

LOG Id: LOG_0046

LOG Titel: Schalluntersuchungen im Polargebiet

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

Schalluntersuchungen im Polargebiet

Von **K. Wölcken**, Göttingen. — (Mit 9 Abbildungen)

Es wird über Schallmessungen berichtet, die während des Polarjahres 1932/33 im Polargebiet ausgeführt wurden. Der Bericht enthält die vorläufige Bearbeitung der Registrierungen von drei Stationen, die Registrierungen der vierten Station sind noch nicht ausgewertet.

I. Ziel und Umfang der Messungen. Zur Untersuchung der Fortpflanzung von Explosionswellen in der Atmosphäre wurden während des Polarjahres 1932/33 vier Stationen im Polargebiet eingerichtet. Es sind dies die Stationen:

1. Hooker Insel auf Franz-Josephs-Land, Beobachtungsstation:

Koordinaten angenähert $\varphi = 80^{\circ} 19' 13.0''$ N,
 $\lambda = 52^{\circ} 48.0'$ E.

Apparatur: 1 Undograph (Kühl).

Beobachter: I. Scholz.

2. Kap Shelanja an der Nordspitze von Nowaja Semlja, Sprengstation und Beobachtungsstation:

Koordinaten angenähert $\varphi = 76^{\circ} 55' 59.8''$ N,
 $\lambda = 68^{\circ} 34' 47.5''$ E.

Apparatur: 1 Undograph.

Beobachter: L. S. Freimann.

3. Russischer Hafen an der Nordwestküste von Nowaja Semlja, Sprengstation und Beobachtungsstation:

Koordinaten angenähert $\varphi = 76^{\circ} 13' 40.3''$ N,
 $\lambda = 62^{\circ} 39.00'$ E.

Apparatur: 1 Undograph, 1 Membranapparat nach Wiechert.

Beobachter: K. Wölcken.

4. Matotschkin Schar an der Meeresstraße, die Nord- und Südsinsel von Nowaja Semlja trennt, Sprengstation und Beobachtungsstation:

Koordinaten angenähert $\varphi = 73^{\circ} 15' 47.9''$ N,
 $\lambda = 56^{\circ} 23' 44.55''$ E.

Apparatur: 1 Undograph.

Beobachter: S. I. Issajew.

Außerplanmäßig fand eine Sprengung auf Kronprinz-Rudolph-Land statt, zu der 30 Jahre alte Sprengstoffvorräte von der Ziegler-Fiala-Expedition benutzt wurden:

Koordinaten angenähert $\varphi = 81^{\circ} 47'$ N,
 $\lambda = 57^{\circ} 56'$ E.

Die Entfernungen sind angenähert:

Rudolph-Land	— Hooker Insel	189 km
Rudolph-Land	— Kap Shelanja	578 „
Rudolph-Land	— Russischer Hafen	625 „
Rudolph-Land	— Matotschkin Schar	957 „
Hooker Insel	— Kap Shelanja	508 „
Hooker Insel	— Russischer Hafen	505 „
Hooker Insel	— Matotschkin Schar	790 „
Kap Shelanja	— Russischer Hafen	174 „
Kap Shelanja	— Matotschkin Schar	534 „
Russischer Hafen	— Matotschkin Schar	377 „

Insgesamt wurden 28 Schallsprengungen ausgeführt, die zusammen 6100 kg Sprengstoff erforderten.

Liste der Schallsprengungen im Polargebiet.

Doppelsprengungen sind durch + bezeichnet; das Zeitintervall zwischen den beiden Sprengungen ist auf ± 0.5 sec genau.

Nummer	Datum	Sprengort	Spreng- menge kg	Sprengmoment Greenwich-Zeit	Bemerkungen
1	16. XII. 32	Shelanja	150	22 ^h 30 ^m 00 ^s $\pm 5^s$	Wurde nicht beobachtet. Chronometerdefekt
2	16. XII. 32	Russ. Hafen	150	23 00 13.7 ± 2	
3	23. XII. 32	Shelanja	150	22 09 54.5 ± 5	
4	23. XII. 32	Russ. Hafen	300	22 44 59.5 ± 0.5	
5	24. XII. 32	Mat. Schar	150	22 00 00 ± 1	
6	25. XII. 32	Russ. Hafen	300	22 45 02.6 ± 0.5	Wurde infolge Mißverständnis bei der Nachrichtenübermittlung nicht beobachtet.
7	26. XII. 32	Shelanja	150	22 08 59.5 ± 1	
8	26. XII. 32	Mat. Schar	300	23 20 00 ± 1	
9	6. I. 33	Shelanja	300	22 10 09.5 ± 1	
10	6. I. 33	Russ. Hafen	300	22 45 01.5 ± 0.5	
11	6. I. 33	Mat. Schar	300	23 20 00 ± 1	
12	22. I. 33	Russ. Hafen	300	5 44 17.9 ± 0.5	Zeitbestimmung nach Zeitzeichen der Riefler-Uhr des Leningrader Zeitlaboratoriums
+ 13	14. IV. 33	Shelanja I	150	20 00 00 ± 1	
+ 14	14. IV. 33	Shelanja II	150	20 12 00 ± 1	
+ 15	14. IV. 33	Russ. Hafen I	150	20 00 37 ± 3	1 Stunde zu früh gesprengt
+ 16	14. IV. 33	Russ. Hafen II	150	20 10 25.9 ± 0.7	1 Stunde zu früh gesprengt
+ 17	21. VI. 33	Shelanja I	150	20 00 02 ± 1	
+ 18	21. VI. 33	Shelanja II	150	20 12 01.5 ± 1	
+ 19	21. VI. 33	Russ. Hafen I	150	21 00 03.8 ± 1	
+ 20	21. VI. 33	Russ. Hafen II	150	21 10 04.7 ± 1	

Nummer	Datum	Sprengort	Spreng- menge kg	Sprengmoment Greenwich-Zeit	Bemerkungen
21	21. VI. 33	Rudolph-Land	300	22 ^b 01 ^m 18 ^s ± 1 ^s	Alter Sprengstoff von 1903—1905
+ 22	14. VII. 33	Mat. Schar I	500	0 00 04 ± 1	Speziell für Beobachtungsstationen auf dem Kontinent
+ 23	14. VII. 33	Mat. Schar II	500	0 05 00 ± 1	
+ 24	26. VII. 33	Russ. Hafen I	150	21 00 07 ± 2	
+ 25	26. VII. 33	Russ. Hafen II	150	21 09 55.5 ± 2	
+ 26	26. VII. 33	Shelanja I	150	23 00 04 ± 2	
+ 27	26. VII. 33	Shelanja II	150	23 12 04 ± 2	
28	4. X. 33	Shelanja	150	11 03 00 ± 1	Alle Instrumente waren bereits für die Verschiffung verpackt, daher nur Ohrbeobachtung und nur in Russ. Hafen

Die Hauptmenge der Sprengungen fand während der Polarnacht bzw. während des Polartages statt. Vier Sprengungen waren im Frühjahr ausgeführt, um den Übergang vom Winter- zum Sommertyp verfolgen zu können. Die Wintersprengungen wurden noch nicht als Doppelsprengungen ausgeführt, weil 1. die einzelnen Stationen erst bei der einfachsten Anordnung Erfahrungen sammeln mußten, denn die Technik der Sprengungen bei völliger Dunkelheit und unter den schwierigen klimatischen Verhältnissen war nicht ganz einfach, und 2. weil bei Einzelsprengungen mehr verschiedene Wetterlagen erfaßt werden können (mehr Sprengtage bei gleichem Sprengstoffverbrauch). Das war erforderlich, da ja noch ganz unbekannt war, ob überhaupt anormale Schallausbreitung während der Polarnacht besteht und deshalb die Wahrscheinlichkeit, daß die Sprengungen gerade bei ungünstiger Wetterlage (Inversion) stattfanden, verkleinert werden sollte. Jetzt wären allerdings bei ferneren Messungen Doppelsprengungen auch während der Polarnacht zu fordern.

Als Sprengstoff wurde Ammonal, ein Gemisch aus Kaliumnitrat, Trinitrotoluol und Trinitroxelol verwendet. Dieser Sprengstoff hat sich auch bei tiefen Temperaturen gut bewährt.

Näheres über Plan, Ziel und Umfang der Messungen, sowie über Vorschläge zu weiteren Arbeiten ist aus meinem Bericht*) zu ersehen.

II. Einige Ergebnisse. Im folgenden werden die positiven Ergebnisse der Registrierungen von Hooker Insel, Shelanja und Russ. Hafen mitgeteilt. Die Registrierungen von Matotschkin Schar sind noch nicht ausgewertet.

Eine flüchtige Durchsicht der Kurven von Matotschkin Schar zeigt keinerlei auffallende Einsätze. Größere Schallenergien scheinen danach diese Station

*) K. Wölcken: Bericht über Schallmessungen im Polargebiet in der Zeitschrift „Arctica“ 1934.

nicht erreicht zu haben. Es ist jedoch möglich, daß eine eingehende sorgfältige Untersuchung der Registrierungen doch noch Schalleinsätze ergibt. Wegen der auffallenden Ruhe in diesen Registrierungen liegt auch der Verdacht nahe, daß die Empfangsapparatur nicht einwandfrei arbeitete.

Sprengung Nr. 2. Russischer Hafen. 16. XII, 1932. 150 kg. $23^{\text{h}}00^{\text{m}}18.7^{\text{s}} \pm 2^{\text{s}}$. Shelanja registrierte zwei Einsätze um

1. $23^{\text{h}}11^{\text{m}}14.2^{\text{s}} \pm 0.5^{\text{s}}$, 2. $23^{\text{h}}11^{\text{m}}23.5^{\text{s}} \pm 0.5^{\text{s}}$.

Die maximale Doppelamplitude $2a$ der Schalleinsätze beträgt 30 mm auf dem Registrierfilm, während die maximale Doppelamplitude der durch Wind verursachten Unruhe während der ganzen Registrierdauer von 4 Minuten unter 5 mm bleibt. Es handelt sich einwandfrei um Fernschallwellen.

Laufzeit: 1. $660.5^{\text{s}} \pm 2.5^{\text{s}}$, 2. $669.8^{\text{s}} \pm 2.5^{\text{s}}$.

Entfernung: 174 km.

Sprengung Nr. 3. Shelanja. 23. XII. 1932. 150 kg. $22^{\text{h}}09^{\text{m}}54.5^{\text{s}} \pm 5^{\text{s}}$. Es ist fraglich, ob es sich bei den Einsätzen auf der Registrierung von Russ. Hafen (Membranapparat) um Fernschallwellen handelt. Die Schwingungen sind kurzperiodisch und können ihrem Charakter nach wohl von einer anderen Störungsquelle herrühren. Die Sprengung wird jedoch hier angeführt, weil zu ungefähr der gleichen Zeit im Russ. Hafen schwacher Schall, allerdings ohne Richtungsempfindung gehört wurde.

Gehört: $22^{\text{h}}22^{\text{m}}10^{\text{s}} \pm 30^{\text{s}}$.

Registriert: zwei Einsätze

1. $22^{\text{h}}22^{\text{m}}28.1_2^{\text{s}} \pm 0.1^{\text{s}}$, 2. $22^{\text{h}}22^{\text{m}}29.2^{\text{s}} \pm 0.1^{\text{s}}$.

Laufzeiten: 1. $753^{\text{s}} \pm 5^{\text{s}}$, 2. $754^{\text{s}} \pm 5^{\text{s}}$.

Entfernung: 174 km.

Sprengung Nr. 7. Shelanja. 26. XII., 1932. 150 kg. $22^{\text{h}}08^{\text{m}}59.5^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$. In Russ. Hafen hörte eine Person schwachen Schall ohne Richtungsempfindung um $22^{\text{h}}20^{\text{m}}50^{\text{s}} \pm 30^{\text{s}}$. Membranapparat registrierte einen Einsatz um $22^{\text{h}}21^{\text{m}}18.6^{\text{s}} \pm 0.2^{\text{s}}$.

Laufzeit: $739^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$, Entfernung: 174 km.

Maximale Doppelamplitude jedoch nur $2a = 0.7$ mm, was der Größenordnung nach $0.7 \cdot 10^{-3}$ mm Hg Druckschwankung entspricht.

Frequenz ν der registrierten Wellen 18 Hertz. Es ist nicht sicher, ob es sich um Fernschallwellen handelt, aber wohl möglich.

Sprengung Nr. 8. Matotschkin Schar. 26. XII. 1932. 300 kg. $23^{\text{h}}20^{\text{m}}00^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$. In Russ. Hafen von einer Person schwacher Doppelknall, aber mit deutlicher Richtungsempfindung aus SW um $23^{\text{h}}38^{\text{m}}30^{\text{s}} \pm 10^{\text{s}}$ gehört. Intervall bei Doppelknall auf weniger als 1 sec geschätzt.

Membranapparat registrierte:

$$1. 23^{\text{h}38^{\text{m}}27.1}_{2}^{\text{s}} \pm 0.1^{\text{s}}, \quad 2. 23^{\text{h}38^{\text{m}}27.9}_{5}^{\text{s}} \pm 0.1^{\text{s}}.$$

$2a = 1.3 \cdot 10^{-3}$ mm Hg; zwei sich überlagernde Frequenzen $\nu_1 = 17$ Hertz, $\nu_2 = 35$ bis 40 Hertz.

Laufzeit: $1107^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$, Entfernung: 377 km.

Sprengung Nr. 10. Russ. Hafen. 300 kg. 6. I. 1933. $22^{\text{h}45^{\text{m}}01.5}_{1}^{\text{s}} \pm 0.5^{\text{s}}$. Shelanja registrierte vier Einsätze, die ganz einwandfrei von Fernschallwellen herrühren.

1. $22^{\text{h}54^{\text{m}}54.8}_{1}^{\text{s}} \pm 1.0^{\text{s}}$	$2a = 7$ mm,
2. 22 55 17.9	$2a = 30$ „
3. 22 55 37.8	$2a = 21$ „
4. 22 55 48.2	$2a = 22$ „

$2a$ der Windunruhe jedoch < 5 mm.

Laufzeit: 1. $593.3^{\text{s}} \pm 1.5^{\text{s}}$, 2. 616.4^{s} , 3. 636.3^{s} , 4. 646.7^{s} .
Entfernung: 174 km.

+ Sprengungen Nr. 13 und 14. Shelanja. 14. IV. 1933.

I. 150 kg $20^{\text{h}00^{\text{m}}00}_{1}^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$, II. 150 kg $20^{\text{h}12^{\text{m}}00}_{1}^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$.

Shelanja I. Während der Registrierung des Schalles von Shelanja I in Russ. Hafen wurde irrtümlicherweise dort eine Sprengung gemacht und zwar gerade zu der Zeit, zu der das Eintreffen von Fernschallwellen aus Shelanja am wahrscheinlichsten war. Trotz der großen Amplituden, die von der eigenen Sprengung herrührten, erkannte der Beobachter schon während der Registrierung, also noch bevor der Film entwickelt war, aus der andersartigen Bewegung des Lichtpunktes, daß Fernschallwellen aus Shelanja eingetroffen waren. Diese Wellen waren nicht hörbar.

Tatsächlich zeigt die Registrierung zwei deutliche Einsätze von Fernschallwellen noch in den Echoschwingungen von der eigenen Sprengung.

$$1. 20^{\text{h}11^{\text{m}}19.8}_{5}^{\text{s}}, \quad 2. 20^{\text{h}11^{\text{m}}21.0}_{4}^{\text{s}}.$$

$2a = 3 \cdot 10^{-3}$ mm Hg; $\nu = 3.5$ Hertz.

Laufzeit: $1. 680^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$. Entfernung: 174 km.

Shelanja II ergab in Russ. Hafen zwei Gruppen von Fernschallwellen, diesmal störungsfrei und 12 Minuten nach dem Eintreffen des Fernschalles von Shelanja I, weil ja das Intervall zwischen den beiden Sprengungen gerade 12 Minuten war.

$$1. \text{ Gruppe: } 20^{\text{h}22^{\text{m}}58.4}_{5}^{\text{s}}, \quad 2. \text{ Gruppe: } 20^{\text{h}23^{\text{m}}18.9}_{6}^{\text{s}}.$$

$2a = 3 \cdot 10^{-3}$ mm Hg; $\nu = 3.4$ Hertz.

Laufzeit: 1. $658.5^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$, 2. $679^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$.

Entfernung: 174 km.

Wahrscheinlich entspricht Einsatz 1 von Shelanja I dem Einsatz 2 von Shelanja II und der dem Einsatz 1 von Shelanja II entsprechende ist bei I wegen der eigenen Sprengung nicht zu erkennen.

Die Wellen haben sehr regelmäßige, runde Form und unterscheiden sich deutlich von Fernschallwellen während der Polarnacht, die eine unregelmäßige Form und viel höhere Frequenz haben. Diese beiden Typen werden weiterhin als Sommer- und Wintertyp bezeichnet.

+ Sprengungen Nr. 17 und 18. Shelanja. 21. VI. 1933.

I. 150 kg $20^{\text{h}00^{\text{m}}02^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$, II. 150 kg $20^{\text{h}12^{\text{m}}01.5^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$.

Shelanja I. In Russ. Hafen registriert: 1. $20^{\text{h}10^{\text{m}}28.2^{\text{s}} \pm 0.1^{\text{s}}$, $2a = 2 \cdot 10^{-3}$ mm Hg, $\nu = 3.1$ Hertz.

Laufzeit: $626.2^{\text{s}} \pm 1.1^{\text{s}}$, Entfernung: 174 km.

Hooker Insel registrierte: 1. $20^{\text{h}28^{\text{m}}28.6^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$, $2a = 6$ mm (auf dem Film), $\nu \sim 7$ Hertz. Es fällt auf, daß der Undograph für diese Sommersprengung die gleichen Frequenzen anzeigt wie für Wintersprengungen, während der Membranapparat im Sommer viel niedrigere Frequenzen liefert. Nach neuen experimentellen Untersuchungen von H. Dobberstein im Geophysikalischen Institut in Göttingen vergrößert der Undograph Schwingungen von 7 bis 8 Hertz dreimal stärker als solche von rund 3 Hertz, während der Membranapparat im ganzen Bereich von 2 bis 20 Hertz fast konstante Vergrößerung besitzt. Das erklärt, weshalb bei der Frequenzauswertung von Undographenregistrierungen die höheren Frequenzen stark bevorzugt erscheinen.

Laufzeit: $1707^{\text{s}} \pm 2^{\text{s}}$, Entfernung: 508 km.

Shelanja II. Russ. Hafen registrierte: 1. $20^{\text{h}22^{\text{m}}08.3^{\text{s}} \pm 0.1^{\text{s}}$, $2a = 2 \cdot 10^{-3}$ mm Hg; $\nu = 4.3$ Hertz.

Laufzeit: $606.8^{\text{s}} \pm 1.1^{\text{s}}$, Entfernung: 174 km.

Hooker registrierte: 1. $20^{\text{h}40^{\text{m}}29.0^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$, $2a = 7.5$ mm, $\nu = 8$ Hertz.

Laufzeit: $1708^{\text{s}} \pm 2^{\text{s}}$, Entfernung: 508 km.

Wellentyp: Sommerschall.

+ Sprengungen Nr. 19 und 20. Russ. Hafen. 21. VI. 1933.

I. 150 kg $21^{\text{h}00^{\text{m}}03.8^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$, II. 150 kg $21^{\text{h}10^{\text{m}}04.7^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$.

Russ. Hafen I. Hooker registrierte vier Einsätze.

1. $21^{\text{h}28^{\text{m}}58.9^{\text{s}} \pm 1^{\text{s}}$. $2a = 5$ mm. $\nu = 7.6$ Hertz.

Laufzeit: $1735^{\text{s}} \pm 2^{\text{s}}$, Entfernung: 505 km.

Russ. Hafen II. Hooker registrierte vier Einsätze.

1. $21^{\text{h}38^{\text{m}}56.8^{\text{s}} \pm 0.5^{\text{s}}$. $2a = 5$ mm, $\nu = 6.5$ Hertz.

Laufzeit: $1732^{\text{s}} \pm 1.5^{\text{s}}$, Entfernung: 505 km.

Wellentyp: Sommerschall.

+ Sprengungen Nr. 26 und 27. Shelanja. 26. VII. 1938.

I. 150 kg $23^b00^m04^s \pm 2^s$, II. 150 kg $22^h12^m04^s \pm 2^s$.

Shelanja I. Russ. Hafen registrierte:

1. $23^b20^m11.9_1^s \pm 0.1^s$, 3. $23^h10^m25.1_3^s$.

2. 23 10 22.5₆,

$2a = 9 \cdot 10^{-3}$ mm Hg (= 9 mm auf dem Film), $\nu = 4.5$ Hertz.

Laufzeit: $1.607.9^s \pm 2^s$, Entfernung: 174 km.

Shelanja II. Russ. Hafen registrierte:

1. $23^b22^m13.6_1^s \pm 0.1^s$, 4. $23^h22^m27.8_5^s$,

2. 23 22 16.4₃, 5. 23 22 31.7₉.

3. 23 22 25.1₄,

$2a = 3.5 \cdot 10^{-3}$ mm Hg. $\nu =$ zwischen 3 und 5 Hertz.

Laufzeit: $1.609.6^s \pm 2^s$, Entfernung: 174 km.

Wellentyp: Sommerschall.

Fassen wir diese Resultate zusammen, so ergibt sich nachfolgende Liste. Dabei bedeutet das Zeichen !: es handelt sich sicher um Fernschallwellen; das Zeichen?: es ist nicht sicher, aber wahrscheinlich; das Zeichen ??: es ist unsicher, aber möglich, daß es sich um Fernschallwellen handelt.

Jahreszeit	Sprengung Nr.	Datum	Entfernung km	Richtung: ö = östlich, w = westlich von der Schallquelle	Laufzeit des 1. Einsatzes sec	Apparat- Typ	Sicher- heit	Frequenz ν in Hertz
Winter	2	16. XII.	174	ö	660.5 ± 2.5	U	!	5—6
	3	23. XII.	174	w	753 ± 5	M	??	—
	7	26. XII.	174	w	739 ± 1	M	??	18
	8	26. XII.	377	ö	1107 ± 1	M	?	17: 35—40
	10	6. I.	174	ö	593.3 ± 1.5	U	!	5—6
Sommer	+ 13	14. IV.	174	w	680 ± 1	M	!	3.5
	+ 14	14. IV.	174	w	$658,5 \pm 1$	M	!	3.4
	+ 17	21. VI.	174	w	626.2 ± 1.1	M	?	2.1
	+ 17	21. VI.	508	w	1707 ± 2	U	!	7
	+ 18	21. VI.	174	w	606.8 ± 1.1	M	?	4.3
	+ 18	21. VI.	508	w	1708 ± 2	U	!	8
	+ 19	21. VI.	505	w	1735 ± 2	U	!	7.6
	+ 20	21. VI.	505	w	1732 ± 2	U	!	6.5
	+ 26	26. VII.	174	w	607.9 ± 2	M	!	4.5
	+ 27	26. VII.	174	w	609.6 ± 2	M	!	3—5

Im Laufzeitdiagramm Fig. 2 sind diese Werte eingetragen zusammen mit den Laufzeitkurven, die bei Windstille und -60 , -30 , 0 und $+30^\circ$ einem Strahlverlauf entlang der Erdoberfläche entsprechen.

Im Laufzeitdiagramm 3a bzw. 3b sind die Winter- und Sommerwerte getrennt gezeichnet.

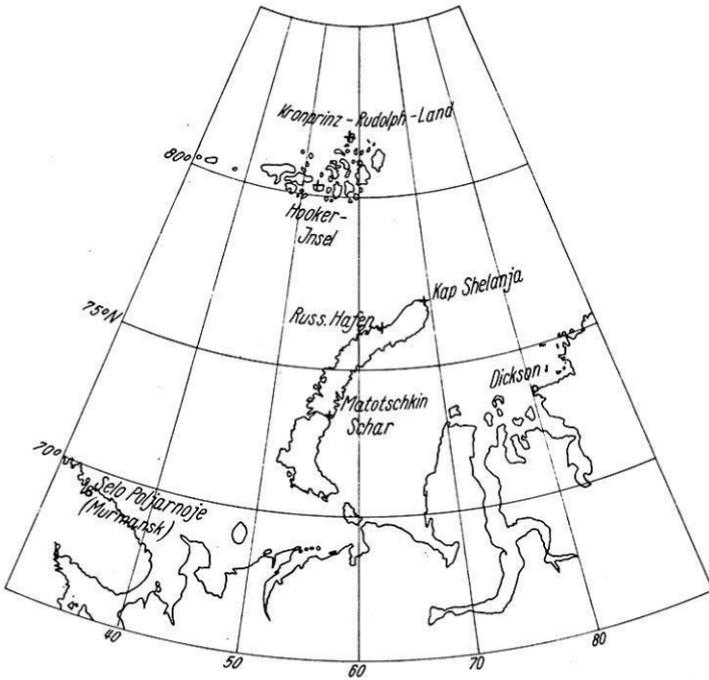


Fig. 1. Übersichtskarte

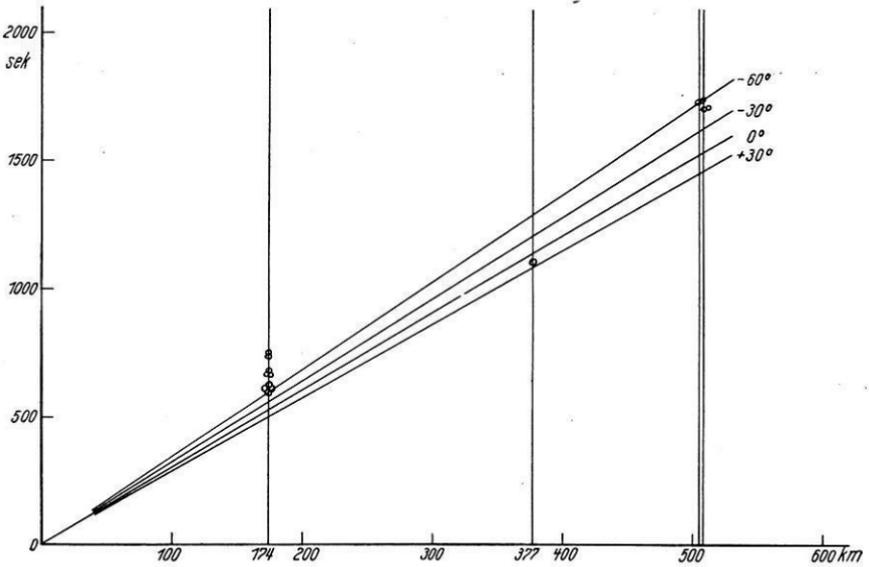


Fig. 2. Laufzeitdiagramm mit den beobachteten Werten und Laufzeitkurven für Schallwege entlang der Erdoberfläche bei Windstille und Lufttemperaturen von -60° , -30° , 0° , $+30^{\circ}$ C

Zum Vergleich sind typische Laufzeitkurven eingezeichnet, die Gutenberg*) aus den Schallbeobachtungen in Deutschland für Winter- bzw. Spätsommertyp abgeleitet hat.

Fig. 4 bis 9 zeigen Reproduktionen von Schallregistrierungen im Polargebiet.

Aus dem vorstehenden Material lassen sich bereits einige interessante Schlüsse ziehen, eine eingehende Bearbeitung steht jedoch noch aus.

Das Hauptergebnis ist, daß auch während der Polarnacht, nachdem selbst in 40 bis 50 km Höhe die Luftschichten wenigstens 4 bis 6 Wochen nicht

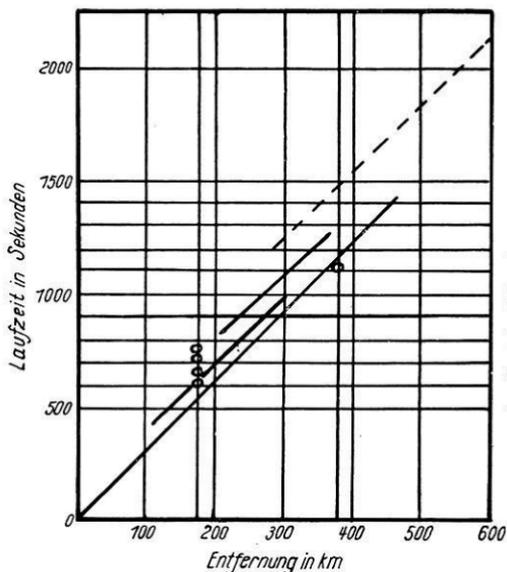


Fig. 3 a. Laufzeiten des Fernschalles im Polargebiet im Winter (Polarnacht)

Zum Vergleich Gutenbergs Laufzeitkurve „Spätwinter-Typ“

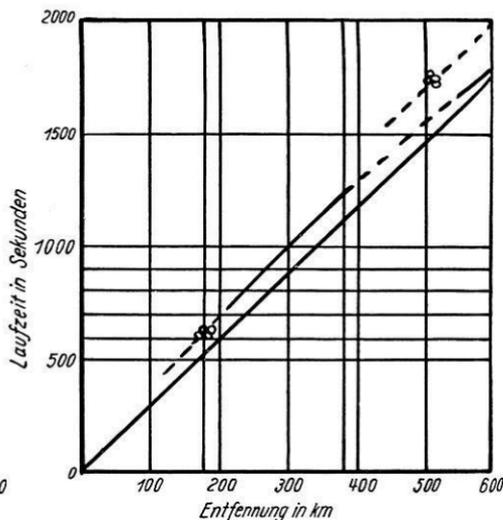


Fig. 3 b. Laufzeiten des Fernschalles im Polargebiet im Sommer

Zum Vergleich Gutenbergs Laufzeitkurve „Spätsommer-Typ“

von der direkten Sonnenstrahlung erreicht wurden, Fernschallwellen beobachtet wurden.

Die meisten Beobachtungen liegen für die Entfernung 174 km (Russ. Hafen —Shelanja) vor. Bilden wir für diese Entfernung und für die einzelnen Jahreszeiten Mittelwerte der Laufzeiten, so daß unsichere Beobachtungen das Gewicht 1, wahrscheinliche das Gewicht 2 und sichere das Gewicht 3 erhalten, so ergibt sich für die Entfernung 174 km

- im Winter 660^s,
- im Frühjahr 660^s,
- im Sommer 612^s als mittlere Laufzeit.

*) B. Gutenberg: Handb. d. Geophys. IX. Berlin, Gebr. Borntraeger, 1932.

In den Werten für den Winter und für den Sommer kann der Einfluß der Luftströmungen in der Troposphäre nicht mehr groß sein. Für den Winter wurden nämlich sowohl Mitwind- wie Gegenwindwerte benutzt, beim Sommerwert sind die Beobachtungen entsprechend den synoptischen Wetterkarten und den hochreichenden Pilotballon- und Registrierballonaufstiegen aus der Beobachtungszeit durch stärkere Winde in der Troposphäre nicht gestört. Temperatureufstiege auf 6 bis 9 km Höhe liegen mir für die Winterbeobachtungszeit vor von den Stationen Hooker Insel und Wetterstation bei Murmansk. Die Stratosphären-grenze lag im Winter mit Temperaturen zwischen -50 und -60° tief, meist bei 8 bis 9 km. Die mittlere Temperatur der Troposphäre liegt im Winter im Polargebiet nach diesen Messungen zwischen -35 und -40° .

Betrachtet man die einzelnen beobachteten Laufzeiten im Hinblick auf die jeweilige Wetterlage (synoptische Wetterkarte, Pilot- und Registrier-aufstiege), so ergibt sich, daß jede Abweichung vom jahreszeitlichen Mittelwert qualitativ der Stärke und Richtung des jeweiligen Windes in der unteren Troposphäre entspricht. Danach kommt den oben angegebenen mittleren Laufzeiten die Bedeutung von Normalwerten zu, deren Sicherheit allerdings infolge der geringen Zahl der Beobachtungen noch viel zu wünschen übrig läßt. Immerhin zeigt bereits eine rohe Überschlagsrechnung, die mittlere Temperatur der Troposphäre liegt ja nur zwischen -35 und -40° , daß die Strahlumkehr in zumindest 18 bis 20 km Höhe erfolgen muß, also in der Stratosphäre, ganz abgesehen von der Ursache der Strahlumkehr, die an dieser Stelle nicht näher diskutiert werden soll. So viel ist aber klargestellt, daß es sich nicht um eine Einwirkung der direkten Sonnenstrahlung an Ort und Stelle handeln kann, denn diese war in den fraglichen Höhen bei den Wintermessungen bereits über einen Monat nicht vorhanden. Entnehmen wir aus den von Gutenberg im Handbuch der Geophysik mitgeteilten Laufzeitkurven für Spätwinter- und Spätsommertyp die Laufzeiten für 174 km, so finden wir keinen wesentlichen Unterschied zwischen den Messungen im Polargebiet und in mittleren Breiten. Mit den Beobachtungen in mittleren Breiten stimmt weiterhin überein, daß auch im Polargebiet anormaler Schall im Winter günstiger östlich von der Schallquelle, im Sommer westlich derselben zu beobachten ist.

Der Winterschall war selten und schwach hörbar, der Sommerschall überhaupt nicht. Der Winterschall zeigte unregelmäßige Wellenform bei höheren Frequenzen (18 bis 40 Hertz), der Sommerschall sehr regelmäßige, runde Wellenformen und niedrige Frequenzen (3 bis 5 Hertz) (Frequenzunterschied Winter: Sommer nach Registrierungen des Membranapparates). Nach E. Schrödinger*) tritt merkliche und zwar selektive Absorption der Schallwellen ein, wenn die Wellenlänge vergleichbar wird mit der freien Weglänge der Moleküle. Es tritt stärkere Absorption ein 1. in größeren Höhen (geringere Luftdichte), 2. bei kleinen Wellenlängen, 3. bei tieferen Temperaturen. Die Siebwirkung, daß die kurzperiodischen

*) Phys. Zeitschr. 18, 445 (1917).

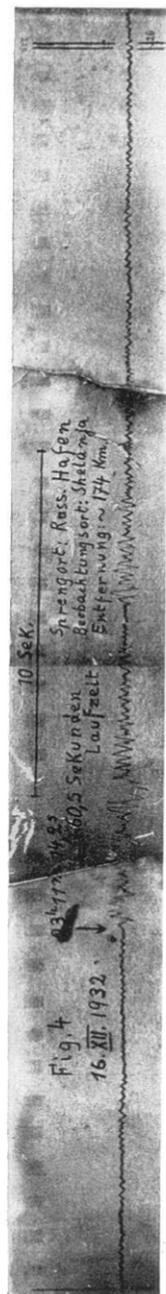


Fig. 4.

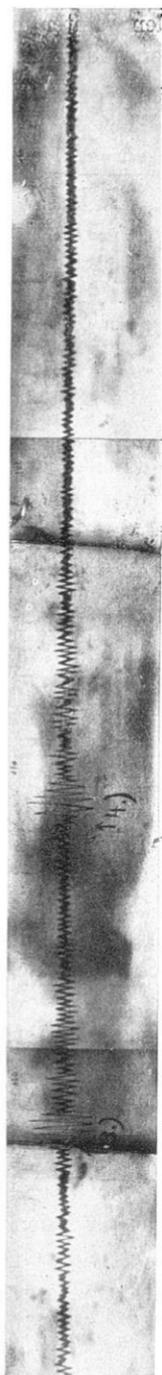
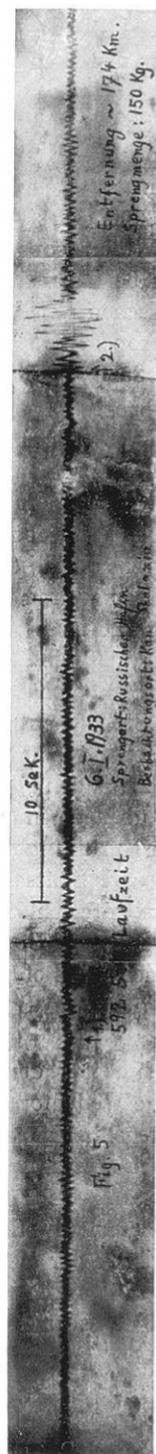


Fig. 5.

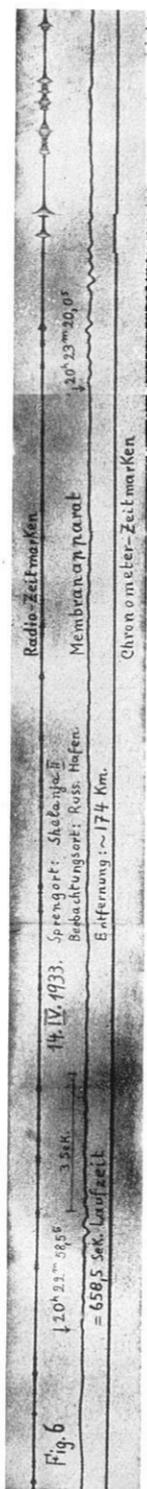


Fig. 6.

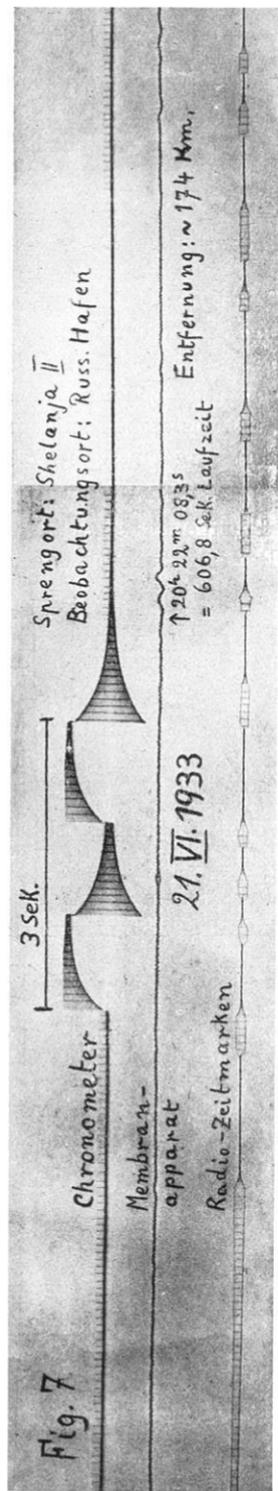


Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.

Fig. 4 — 9. Schallregistrierungen im Polargebiet

Schallschwingungen bereits absorbiert sind, während sehr lange Wellen noch beobachtet werden, wäre demnach im Sommer am stärksten, wenn die Schallstrahlen im Sommer in größeren Höhen umkehren als im Winter, wie B. Gutenberg*) es für mittlere Breiten annimmt.

Bei allen Frühjahrs- und Sommersprengungen wurden auf der Station Russ. Hafen Messungen des Einfallswinkels versucht, die aber sämtlich mißlangen. Über die Gründe dafür siehe meinen Bericht l. c.

Eine Form der Temperaturhypothese bringt die Strahlumkehr in großen Höhen mit dem Ozongehalt der Stratosphäre in Verbindung. Nach den Spektralmessungen sollte gerade nördlich von 70° nördl. Breite erhöhter Ozongehalt herrschen. Die aus solchen Spektralmessungen gezogenen Schlüsse über Menge und Verteilung, insbesondere Höhenverteilung des Ozons stehen andererseits noch zur Diskussion und können noch nicht als gesicherte Ergebnisse gewertet werden**).

Zusammenfassung. 28 Schallsprengungen im Polargebiet ergeben an sieben verschiedenen Tagen insgesamt 15 positive Registrierbeobachtungen. Daraus wird abgeleitet:

1. Auch während der Polarnacht werden im Polargebiet Fernschallwellen beobachtet. Die Laufzeiten zeigen keinen wesentlichen Unterschied gegen die Laufzeiten, die aus Beobachtungen in mittleren Breiten gewonnen wurden.

2. Alle Abweichungen der Laufzeiten der einzelnen Beobachtungen vom jahreszeitlichen Mittelwert entsprechen qualitativ der Stärke und Richtung der Luftströmungen in der unteren Troposphäre.

3. Wie in Mitteleuropa wird anormaler Schall im Winter häufiger östlich, im Sommer häufiger westlich von der Schallquelle beobachtet.

4. Winterschall und Sommerschall zeigen einen Unterschied in der Wellenform. Winterschall hat hohe Frequenz, unregelmäßige Formen, Sommerschall niedrige Frequenzen, sehr regelmäßige, runde Wellenformen.

*) B. Gutenberg: Handb. d. Geophys. IX, S. 145 (1932).

**) F. W. P. Götz: Das atmosphärische Ozon in Ergebnisse der kosmischen Physik 1, 216, Leipzig, Akad. Verlags-Gesellschaft, 1931.