

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

LOG Id: LOG_0039

LOG Titel: Vergleich von Laufzeitkurve und Gang des Emergenzwinkels bei Sprengungen

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

Ich möchte noch darauf hinweisen, daß im Wasser unter einer schnell geschlossenen Eisdecke immer Überdruck herrscht, um so größer, je kleiner der See ist. Der Druck wirkt gegen die Unterflächen der Eisdecken, wie man aus den Auftreibungen und Rissen derselben sieht, und rührt von der Volumenvermehrung bei der Grund- und Schwebereisbildung unter jener her. Ich halte es für möglich, daß dieser Druck die emporsteigenden Plättchen und Plättchenbündel bei ihrem Ansatz an die Unterfläche der Eisdecke anlegen und dieser so jene einheitliche kristallographische Orientierung geben kann, die man im Seeis findet, in dem die Hauptachsen fast allgemein senkrecht zur Oberfläche des Sees gerichtet sind, ebenso wie die Bläschenreihen.

Vergleich von Laufzeitkurve und Gang des Emergenzwinkels bei Sprengungen

Von H. K. Müller, Göttingen — (Mit 3 Abbildungen)

Es werden für Sprengungen in kurzen Entfernungen im Ton und Bundsandstein Laufzeitkurve und Gang des Emergenzwinkels von P verglichen. Dabei stellt sich heraus, daß Geschwindigkeitssprünge in der Laufzeitkurve im Ton — also das Erfassen einer zweiten Schicht — sich ebenfalls im Gang des Emergenzwinkels deutlich ausprägen. Amplitudenbetrachtungen können demnach auch direkt zu Geschwindigkeitsbestimmungen benutzt werden.

Die Bestrebungen der experimentellen Seismik in den letzten Jahren, insbesondere die Arbeiten des Geophysikalischen Instituts in Göttingen, gehen dahin, die Art und Form der Bodenbewegung zu untersuchen, ob diese nun bedingt ist durch Sprengungen, Verkehrserschütterungen oder irgendwie sonst ihre Ursache in dem Arbeitsgang von Maschinen hat. Die Kenntnis der Form der Bodenbewegung ist nicht nur von theoretischem Interesse, sondern auch für viele Zweige des Bauwesens von großer praktischer Bedeutung, wie schon das ständige Anwachsen der betreffenden Fachliteratur in den letzten Jahren beweist.

Die vermehrten Anforderungen, die nun auf Grund dieser Probleme an die Aufnahmeapparatur gestellt werden müssen, sind erst bis zu einem gewissen Maße erfüllt worden. Diese kurze Arbeit knüpft an frühere Untersuchungen des Verfassers an, ist zugleich eine Ergänzung und soll darlegen, wie erstens die Aufzeichnungen von Feldseismographen verschiedener Konstruktion unter sich, zweitens die Amplitudenbetrachtungen mit den Ergebnissen der Laufzeitkurve übereinstimmen.

Die bis heute angewandten seismischen Verfahren zur Untergrundbestimmung basieren fast ausnahmslos auf der bekannten Methode des Mintrop-schen Laufzeitkurvenschießens¹⁾. Die Seismographenaufzeichnungen wurden demnach meist nur auf die Eintrittszeit der Einsätze hin untersucht und ausgewertet. Geben die Seismographen die Bodenbewegung jedoch getreu wieder, so kann man diese zur Kontrolle der aus den Laufzeiten gewonnenen Ergebnisse heranziehen.

Im folgenden soll insbesondere der Auftauchwinkel der longitudinalen Wellen zu den vergleichenden Betrachtungen herangezogen werden.

Versuchsanordnung und -gelände. In Anschluß an die in den Monaten August und September 1983 ausgeführten gemeinsamen Untersuchungen des Geo-

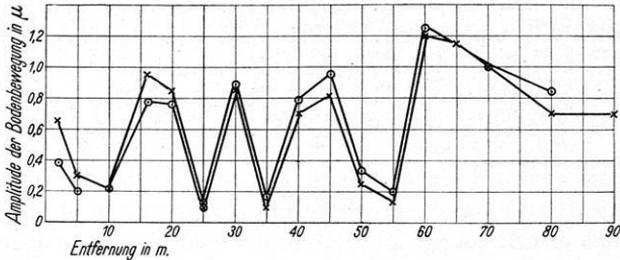


Fig. 1. Vergleich der Amplituden der ersten Einsätze in den Aufzeichnungen der beiden Z-Seismographen. Z_W —○—○—; Z_A —×—×—

physikalischen Instituts in Göttingen mit der „Deutschen Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik“, Berlin, ergab sich die Notwendigkeit, in einigen der

untersuchten Untergründen noch ergänzende Geschwindigkeitsbestimmungen der elastischen Wellen auszuführen.

Es wurden Profile mit enger Schußbesetzung abgeschossen im Ton und Buntsandstein. Profillänge, Lage und Ladung der Schüsse im Ton gehen aus Tabelle 1 hervor. Alle Schüsse wurden beobachtet mit der 3-Komponentenstation, die bereits in früheren Arbeiten beschrieben wurde²⁾, außerdem mit einem einzelnen Vertikalseismographen, dessen Aufstellung von dem Standort der 3-Komponentenstation um 3 bis 4 m entfernt war. Die Zeitmarkierung auf den Filmen der 3-Komponentenstation war stets dieselbe. Die Bedienung dieser Station erfolgte durch den Verfasser, die der einzelnen Vertikalkomponente durch Herrn Dr. Gerecke. Die Sprengarbeiten führte Mechaniker W. Riehn aus.

Übereinstimmender Gang der P-Amplituden in den Aufzeichnungen der beiden Z-Seismographen. Der eine Z-Seismograph war nach Angaben von Wiechert, der andere nach

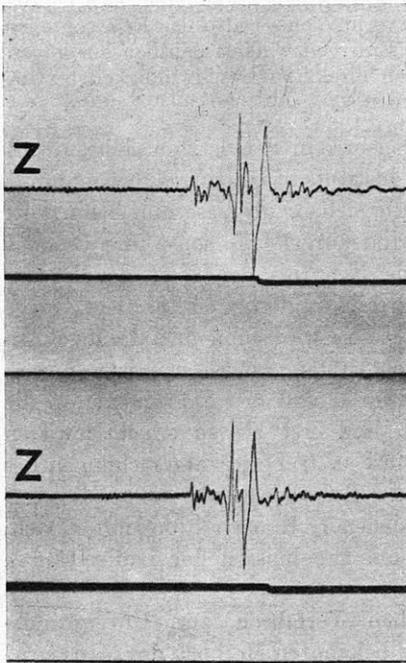


Fig. 2. Seismogramm der Vertikalkomponente Z_W des Schusses in $\Delta = 25$ m in der Tongrube. Darunter der unter denselben Versuchsbedingungen wiederholte Schuß

Angaben von Angenheister gebaut. Ihre Eigenperioden unterschieden sich um ein Vielfaches ($T_W = 1/12$ sec, $T_A = 1/5$ sec). Der Gang der Amplituden der ersten Einsätze in beiden Aufzeichnungen ist in Fig. 1 wiedergegeben. Die Übereinstimmung in Gang und Größe ist für die Schüsse in der Tongrube recht gut. (In der Darstellung ist abgesehen worden von dem Unterschied in den Entfernungen Schuß— Z_W und Schuß— Z_A .) Im Buntsandstein ist die Übereinstimmung schlecht. Die Ursache hierfür bildet, wie auch aus der Laufzeitkurve hervorgeht, die uneinheitliche Struktur des Untergrundes, bei der sich der Unterschied von 4 m in der Aufstellung von Z_W und Z_A bereits auswirken konnte. Fig. 2 zeigt die Aufzeichnung der Wiechert-Z-Komponente für einen Schuß, der unter denselben Versuchsbedingungen wiederholt wurde.

Emergenzwinkel von P_1 bzw. P_{121} *) und Azimutwinkel. In Tabelle 1 sind für die Schüsse im Ton und Buntsandstein angegeben: Schußentfernung

Tabelle 1.

Amplituden, Emergenzwinkel und Azimut für die Schüsse in der Tongrube (1934)

Schuß Nr.	r m	Amplituden in $H_{ }$	Amplituden in H_{\perp}	Amplituden in Z_W	Emergenzwinkel in Grad	Azimutwinkel in Grad	Amplituden in Z_A	Ladung
1	2	20.6	11.0	7.6	18.0	28.0	6.5	1 Kapsel
16	5	14.5	3.0	3.8	14.5	11.5	3.0	1 „
24	5	5.3	1.1	1.3	13.5	11.5	1.2	1 „
2	10	13.0	1.7	4.4	18.5	7.5	2.2	1 „
3	16	38.5	5.5	15.5	22.0	8.0	9.5	10 g
4	20	24.5	4.5	15.2	31.5	10.5	8.5	10 g
5	25	1.0		2.0	63.5	0	1.0	10 g
17	25	1.3	Amplituden zu klein	2.3	60.5	0	1.2	10 g
6	30	14.2		17.8	51.5	0	8.5	25 g
18	35	1.7		3.4	63.5	0	1.0	25 g
8	40	6.5	0.5	15.5	67.0	4.5	7.0	30 g
7	45	7.5	0.6	19.0	68.0	4.5	8.2	50 g
9	50	2.4	0.3	6.6	70.0	0.7	2.5	50 g
10	55	1.1	0.2	4.0	74.5	10.0	1.4	65 g
11	60	15.0	1.5	25.0	59.0	6.0	12.0	100 g
12	65	10.0	1.2	fehlt	—	7.0	11.5	100 g
13	70	8.0	1.0	20.0	68.0	7.0	10.0	100 g
14	80	7.0	1.0	17.0	67.5	8.0	7.0	100 g
15	90	5.5	0.5	fehlt	—	5.0	7.0	100 g

und -ladung, Amplitude des ersten Einsatzes in jeder Komponente, und hieraus berechneter Emergenzwinkel sowie Azimutabweichung. In Fig. 2 ist für den Ton die Laufzeitkurve und der aus den Amplituden sich ergebende Gang des Emergenzwinkels dargestellt. Sie besteht aus mehreren Ästen; das Medium ist also geschichtet. Im Gang des Emergenzwinkels mit der Entfernung muß sich dies derart auswirken, daß der Wert für den Emergenzwinkel e , von einer bestimmten Schußentfernung ab, plötzlich sprunghaft größer wird, nämlich dann, wenn P_{121}

*) Für die Bezeichnung der Wellen vergleiche F. Gerecke³⁾.

vor P_1 ankommt. Dieser Wert von $e = 63^\circ$ läßt sich aus der Laufzeitkurve unter Benutzung des Brechungsgesetzes entnehmen. (Ich betrachte bei diesen Untersuchungen stets den „scheinbaren“ Emergenzwinkel, also den nach der Formel

$$\operatorname{tg} \bar{e} = \frac{Z}{\sqrt{H_{\parallel}^2 + H_{\perp}^2}}$$

aus den Amplituden der drei Komponenten errechneten.)

Der in der Tongrube auf Grund der Laufzeitkurve in einer Schußentfernung zwischen 20 und 30 m zu erwartende Sprung im Emergenzwinkel ergibt sich auch eindeutig. Bei den Schüssen in Entfernungen größer als 30 m bleibt der Wert

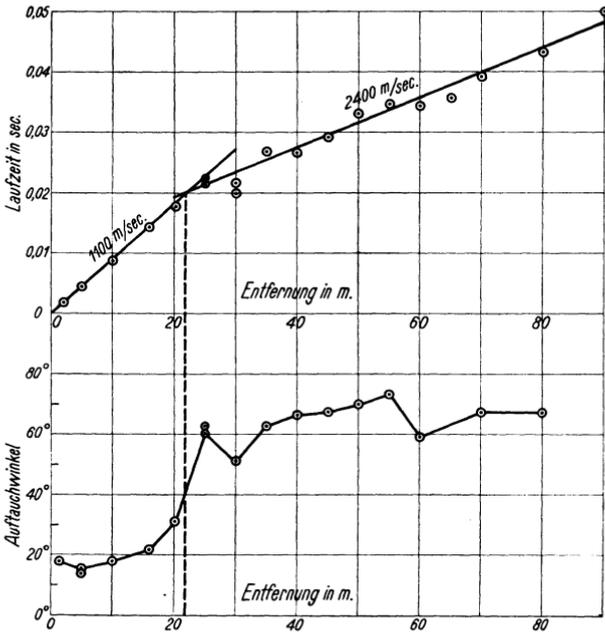


Fig. 3

Laufzeitkurve (oben) und Emergenzwinkel (Auftauchwinkel) als Funktion der Entfernung (unten) für Sprengungen in der Tongrube

für \bar{e} , gemäß dem geradlinigen zweiten Ast der Laufzeitkurve, auch innerhalb der Fehlergrenze konstant. Es ist dabei nicht zu entscheiden, ob die Schwankungen im Emergenzwinkel in ursächlichem Zusammenhang mit der Streuung der t -Werte stehen. Für den durch die oberste Schicht ($v = 1000$ m/sec) gelaufenen P -Strahl ergibt sich der Emergenzwinkel \bar{e} , das theoretische Geschwindigkeitsverhältnis $v_{\text{long}}/v_{\text{trans}} = \sqrt{3}$ angenommen, zu 19° . Es soll hierbei an dieser Stelle nicht diskutiert werden, ob die Beziehung zwischen scheinbarem und wahren Emergenzwinkel zu Recht besteht. Es ergibt sich in

diesem Falle tatsächlich ein scheinbarer Emergenzwinkel, der, das obige Geschwindigkeitsverhältnis vorausgesetzt, einem horizontalen Stoß entspricht.

In Tabelle 2 sind für die zwei Schichten der Tongrube noch einmal kurz die Emergenzwinkel und Geschwindigkeiten aus Laufzeitkurve und Amplituden zusammengestellt. Der für v_2 aus den Amplituden errechnete Wert (bei bekanntem $v_1 = 1100$ m/sec) unterscheidet sich von dem der Laufzeitkurve entnommenen nur um 8%.

Tabelle 2
Emergenzwinkel und Geschwindigkeiten aus Laufzeitkurve und Amplituden (Tongrube)

Schüsse	Emergenzwinkel von P_1 u. P_{121}		Geschwindigkeiten	
	aus Laufzeitkurve	aus Amplituden	aus Laufzeitkurve m/sec	aus Amplituden m/sec
0 bis 23 m	19°	20°	1100	—
23 bis 90 m	63°	65°	2400	2600

Im Buntsandstein liegen die Verhältnisse komplizierter, die Struktur des Untergrundes erweist sich als ungeeignet zur Untersuchung der hier behandelten Fragen. Immerhin prägen sich die Geschwindigkeitssprünge auch in der Größe des Emergenzwinkels aus.

Die Abweichungen der Stoßrichtung von P von der Schußrichtung sind, wie aus Tabelle 1 zu entnehmen ist, bei den Schüssen in der Tongrube gering. Dasselbe gilt auch im Buntsandstein. Sie liegen fast durchweg innerhalb der Fehlergrenze, die zu $\pm 15^\circ$ angenommen werden muß. Bei nur drei Schüssen von insgesamt 35 Schüssen wird dieser Wert um ein geringes überschritten.

Die hier dargelegten Versuchsergebnisse der Aufzeichnung von Sprengungen in drei Komponenten im Ton zeigen, daß es in einigen besonderen Fällen möglich ist, aus Amplitudenbetrachtungen des P -Einsatzes auf den Untergrund, insbesondere auf seine Geschwindigkeitsverhältnisse zu schließen. Obwohl die Methode des Laufzeitkurvenschießens für Geschwindigkeitsbestimmungen vorläufig genauer und eindeutiger sein wird, so können doch immerhin die Amplitudenbetrachtungen von P — falls in drei Komponenten registriert wird — zur Kontrolle und Deutung der Ergebnisse mit herangezogen werden.

Literatur

¹⁾ L. Mintrop: Zur Geschichte des seismischen Verfahrens . . . Hannover, Selbstverlag der Seismos, 1930.

²⁾ H. K. Müller: Seismische Untersuchungen des Geophys. Instituts in Göttingen XII, Beobachtung der Bodenbewegung in drei Komponenten bei Sprengungen. Zeitschr. f. Geophys. **10**, 40 (1934).

³⁾ F. Gerecke: Messungen auf dem Rhonegletscher. 1. Die Laufzeitkurve. Zeitschr. f. Geophys. **8**, 65 (1932).

Göttingen, Geophysikalisches Institut, Juli 1934.