

Werk

Titel: Über die Wellenbewegungen bei Erdbeben

Autor: Messerschmitt , J. B.

Ort: Braunschweig

Jahr: 1907

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0022 | LOG_0345

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXII. Jahrg.

29. August 1907.

Nr. 35.

Über die Wellenbewegungen bei Erdbeben.

Von Dr. J. B. Messerschmitt (München).

(Originalmitteilung.)

In dem Diagramm eines entfernten Erdbebens, wie es von einem modernen Seismographen geliefert wird, kann man mehrere Phasen unterscheiden, die man als Vorläufer, Hauptbeben und Nachstörung bezeichnet. Innerhalb dieser Gruppen aber lassen sich häufig noch weitere Einzelheiten erkennen, deren Ursprung nur teilweise bekannt ist.

Die ersten Vorläufer faßt man mit E. v. Rebeur-Paschwitz als diejenigen Wellen auf, welche auf dem kürzesten Wege durch das Erdinnere zu uns gelangen. Es sind dies longitudinale Schwingungen. Der kürzeste Weg ist dabei nicht gleich der Sehne, sondern er muß eine leicht gekrümmte Linie sein, da die Dichtigkeit im Erdinnern mit der Tiefe variiert; es wird also die konkave Seite dieser Linie nach der Oberfläche zeigen.

Die zweiten Vorläufer betrachtet man nach Schlüter als Transversalwellen, während das Hauptbeben diejenigen Wellen darstellt, welche auf der Oberfläche dahineilen. Endlich die Nachläufer sind ein Produkt mehrerer Faktoren der vorangegangenen Erregung.

Man kann nun in jeder Gruppe meist besondere Wellen finden, die sich vor anderen auszeichnen. Es sind dies, wie E. Wiechert und K. Zöppritz in den „Wochenberichten des Göttinger geophysikalischen Instituts“ kürzlich angezeigt haben, die Reflexionen der Erdbebenwellen an der Erdoberfläche. Besonders auffällig ist die einfache und die doppelte Reflexion in den beiden Vorläufern zu erkennen. Solche Reflexionen spielen nun bei den Erdbeben wahrscheinlich ebenfalls eine größere Rolle. So können bei stärkeren Beben die Wellen bis zum Gegenpunkt des Herdes gelangen. Dort erzeugen sie, gewissermaßen gesammelt, eine stärkere Erschütterung, die unter Umständen wiederum die Ursache neuer Erschütterungen sein kann. Etwas Ähnliches findet statt, wenn sie von dort wieder zum Ursprungsherde zurückkehren.

Über diesen Punkt hat Herr E. Oddone kürzlich eine Note „Quelques constantes sismiques trouvées par les macrosismes“ veröffentlicht, welche durch das Zentralbureau der internationalen seismologischen Assoziation ausgegeben wurde, und dabei einige

interessante seismische Konstanten aus den makroseismischen Beben ableiten können.

Bezeichnet man mit T_1 und T_2 die Zeiten, welche die ersten und zweiten Vorläufer nötig haben, um zu einem gegebenen Punkt der Erdoberfläche in der Entfernung Δ zu gelangen, so kann man nach Milne, Benndorf, Wiechert und Anderen die Laufzeitkurven konstruieren, deren hauptsächlichsten Werte in der folgenden Tabelle enthalten sind:

Δ	T_1 in Minuten	T_2 in Minuten
2000 km	3,6	7,0
4000 „	6,5	12,1
6000 „	8,8	16,6
8000 „	10,8	20,5
10000 „	12,9	24,0
12000 „	14,7	28,0
14000 „	15,2	30,0
16000 „	16,6	31,0
18000 „	17*	33*
20000 „ (Antiepicentrum) 17*		33*
40000 „ (Rückkehr zum Epicentrum) 34*		66*

Dabei sind die letzten mit * bezeichneten Werte durch Extrapolation nach Oddone eingesetzt, da bisher über die Rückkehr der Vorläufer vom Gegenpunkt keine direkten sicheren Beobachtungen vorliegen. Es brauchen also danach die Vorläufer 17^m, um den Erddurchmesser zu durchlaufen, und 34^m, um wieder nach dem Ausgangsherd zurückzukommen, wobei die Unsicherheit dieser Zahlen zu $\pm 1^m$ angenommen werden kann.

Herr Oddone zeigt nun, daß häufig nach 30^m bis 36^m (Mittel 34^m) eine Wiederholung eines Erdbebens am gleichen Orte stattfindet; das nämliche ist für 54^m bis 67^m (Mittel 61^m) der Fall. Diese Zeitdifferenzen sind nun mit den Rückkehrzeiten von T_1 und T_2 der Vorläufer vom Gegenpunkt praktisch gleich und es ist daher wohl zweifellos die zweite Erschütterung durch dieses Wiedereintreffen der Wellen ausgelöst worden. Eine weitere Gruppe gibt die Wiederholung der Erdbeben nach 23^m, wobei die Zwischenzeiten zwischen 19^m und 25^m liegen. Es sind dieses alles Perioden, die sich auch in den Seismogrammen öfter nachweisen lassen, worauf u. a. schon Rudzki und Milne aufmerksam machten. Es läßt sich nun eine Gruppe von Zahlen angeben, welche in einem gewissen Zusammenhang mit den geometrischen Verhältnissen der Erde stehen und daher einige Beachtung verdienen.

Wie sich aus der oben gegebenen Laufzeitkurve ergibt, wird von den Vorläufern der Erddurchmesser in 17^m, also der Erdradius in 8,5^m durchlaufen. Gleichzeitig strahlen aber nach allen Richtungen die Erdbebenwellen aus und werden jeweils an der Erdoberfläche reflektiert. Nimmt man für diese verschiedenen Wege die nämliche Geschwindigkeit an, so erhält man die unten folgenden Zahlenwerte. Bei allen diesen Rechnungen ist die Tiefe des Herdes vernachlässigt, was man hier unbedenklich tun kann, da dieselbe im Verhältnis zum Erdhalbmesser gering ist. Zugleich soll bei den nachstehenden Betrachtungen statt der Kugel ein größter Kreis betrachtet werden, da hierdurch die Ausdrucksweise etwas einfacher wird, während die Ergebnisse die nämlichen bleiben.

Schreibt man dem größten Kreise ein gleichseitiges Dreieck ein, dessen Spitze im Erdbebenherd liegt, so ist die Länge der Seite gleich $2r\sqrt{2}$, wenn man mit r den Radius der Erde bezeichnet. Eine solche Seite wird von den Erdbebenstrahlen in 11,9^m durchlaufen, und kommt also beim direkten Reflektieren wieder nach 24^m zum Herde zurück. Durchläuft ein Strahl aber das ganze Dreieck, so braucht er 43^m. Man sieht leicht, daß in beiden Fällen die Strahlen einen Kreisbogen bilden, also jeweils als ganzes Bündel von Strahlen wieder zurückkehren, natürlich unter der Voraussetzung, daß die Laufzeiten überall die nämlichen sind. In analoger Weise kann man ein gleichseitiges Viereck, Sechseck und Achteck einschreiben und erhält dafür bzw. 48^m, 51^m und 52^m. Es scheinen aber noch einige weitere Kombinationen von Bedeutung zu sein, weshalb auch für diese die Zeiten angegeben werden sollen. In dem Dreieck, das aus einem Radius, dem Durchmesser und der Seite des eingeschriebenen Dreiecks besteht, ist die Laufzeit $8,5 + 17 + 14,5 = 40^m$. Der Umfang des aus zwei solchen Dreiecken gebildeten Vierecks wird in 46^m durchlaufen. Ferner das Dreieck, welches aus zwei Seiten des eingeschriebenen Vierecks und dem Durchmesser gebildet wird, liefert 51^m. Endlich wird das Viereck, das aus drei Seiten des regelmäßigen Sechsecks und dem Durchmesser gebildet wird, in $3 \times 8,5 + 17 = 42,5^m$ von den Erdbebenwellen durchlaufen. In allen diesen Fällen kommen nur Reflexionen von 30°, 60°, 90°, 120° bzw. 45°, 90° und 180° vor. Wir hätten demzufolge die nachstehenden 12 Kombinationen.

	Minuten
1. Reflex von der ersten Ecke des gleichseitigen Rechtecks = $2r$ in	17
2. Reflex vom Gegenpunkt und von der zweiten Ecke des Rechtecks = $4r$	34
3. Reflex vom Äquator, Seite des gleichseitigen Vierecks = $2r\sqrt{2}$	24
4. Reflex von einer Ecke des eingeschriebenen gleichseitigen Dreiecks = $2r\sqrt{3}$	29
5. Laufzeit auf dem Umfang des eingeschriebenen gleichseitigen Dreiecks	43
6. Laufzeit auf dem Umfang des eingeschriebenen gleichseitigen Vierecks	48
7. Laufzeit auf dem Umfang des eingeschriebenen gleichseitigen Sechsecks	51

	Minuten
8. Laufzeit auf dem Umfang des eingeschriebenen gleichseitigen Achtecks	52
9. Laufzeit für das Dreieck: Durchmesser und 2 Seiten des Quadrats	51
10. Laufzeit für das Dreieck: Durchmesser, 1 Seite des Quadrats und des Sechsecks	40
11. Laufzeit für das Viereck aus je 2 Vierecks- und Sechsecksseiten	46
12. Laufzeit für das Viereck aus 3 Sechsecksseiten und dem Durchmesser	42 ^{1/2}

Man erkennt in diesen Zahlen bereits die oben angeführten Perioden von 34^m bzw. nahe das Doppelte 64^m, welche also den Zeiten entsprechen, die durch Reflex vom Gegenpunkt entstanden sind, worauf ja schon Oddone hingewiesen hat. Aber auch die Zahl 23 findet sich hier, nämlich als Reflex vom Äquator des betreffenden Herdes, wofür oben 24^m gefunden wird. Der Unterschied von 1^m ist natürlich ohne jede Bedeutung, da ja so wie so die einzelnen Daten nicht auf die Minute genau sind.

Aber auch die anderen Zahlen finden ihre Bestätigung. Hierzu mögen die von Oddone gegebenen Zeiten der Erdbeben vom 4. April 1904, die auf der Balkanhalbinsel beobachtet wurden, herangezogen werden, wobei nur noch 10^h 12^m eingeschoben ist, zu welcher Zeit von den vielen Stößen

	Zeit des Erdbebens Greenw. Zeit		Art der Reflexe	Zeit- diff.
A	9 ^h 31 ^m . . .	D	Magnet. Störung München	
I	10 4 . . .	D_1	Reflex von A (2) . .	33 ^m
I ^a	10 12 . . .	.	" " A (10) (12)	41
II	10 27 . . .	A	" " I (3) . .	23
III	10 32 . . .	.	" " I (4) . .	28
IV	10 38,5 . . .	D_2	" " I (2) . .	34,5
V	10 49 . . .	.	" " I (11) . .	45
VI	10 55 . . .	.	" " I (9) . .	51
VII	11 1 . . .	A_1	" " II (2) . .	34
VIII	11 8,5 . . .	.	Kombination (5) (4)	
IX	11 18 . . .	.	" . . .
X	11 31 . . .	.	" . . .
XI	11 35 . . .	A_2	" II (2) . .	68
XII	12 0 . . .	.	" . . .
XIII	12 55 . . .	D_6	I (2) . .	171
XIV	13 25 . . .	D_7	I (2) . .	201
XV	13 50 . . .	A_6	II (2) . .	203

bei Rilski-monastir ein besonders starker Stoß hervortritt. Und außerdem ist die erste Zahl 9^h 31^m, welche einer mechanischen Störung entspricht, die von dem Magnetometer des Münchener Erdmagnetischen Observatoriums aufgezeichnet ist¹⁾, angeführt, wobei, entsprechend den anderen Zeitangaben, 1,5^m abgezogen wurde.

Um diese Zeit ist nach S. Watzof (Tremblements de terre en Bulgarie 1906, S. 219) eine kleine Erschütterung angegeben, die aber nirgends von den Seismographen registriert wurde. Es erscheint daher auffällig, daß von diesem geringen Stoße die Magnetographen in München etwas gezeigt haben sollen. Beachtet man aber, daß dieser Ausschlag gerade 33^m vor dem Beginn der eigentlichen Bebenperiode (in München 10^h 5,6^m) fällt, welche Zeit der Laufzeit

¹⁾ J. B. Messerschmitt, Beeinflussung der Magnetographen-Aufzeichnungen durch Erdbeben. Sitzber. Akad. München, math.-phys. Kl. 1905, Bd. XXXV, S. 143.