

Werk

Jahr: 1957

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 Z NAT 2148:23

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0023

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0023

LOG Id: LOG_0015

LOG Titel: Untersuchungen über Perioden von Erdbebenwellen in Abhängigkeit von Herdgebiet und Herdentfernung

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

Untersuchungen über Perioden von Erdbebenwellen in Abhängigkeit von Herdgebiet und Herdentfernung

Von H. J. Deist und G. Dohr, Hannover ¹⁾

Zusammenfassung: Es wird auf die Wichtigkeit einer Periodenuntersuchung für die Vorgänge in Herdgebieten hingewiesen. Nach einer vorgenommenen Typenanalyse mittelweiter Beben ergibt eine Untersuchung der Perioden der Aufzeichnungen eine gute Übereinstimmung mit den gefundenen Ergebnissen der Typenanalyse. Dabei wird eine Typenzusammengehörigkeit für begrenzte Herdräume aufgezeigt. In gleicher Weise werden großräumige Typenunterschiede zwischen ostasiatischen, nordamerikanischen und Alaskabeben gefunden.

Der Einfluß der Herdentfernung auf die Periodenspektren wird an Hand der Perioden der Hauptwellen an einer Station untersucht.

Abstract: The intention of this paper is to show the importance of thorough examination of periods of earthquake-waves whenever proceedings in epicentral-regions are concerned. An analysis of types of earthquake-records, as resulting from intermediate distances, was found to be in good accordance with an examination of periods from seismograms. Within limited epicentral-regions a uniformity of types is produced. In the same way there have been detected regional differences of types regarding earthquakes of the Far-East, North-America and Alasca.

The influence of epecentral distance of the spectra of periods is examined by means of maximum waves of a single station.

In der vorliegenden Arbeit sollen die Ergebnisse zweier unabhängig voneinander durchgeführter Untersuchungen wiedergegeben werden. Unter Benutzung der Aufzeichnungen der Station Hamburg führte *Deist* [1] zunächst eine Typenanalyse durch, wie sie in einer umfangreichen Arbeit schon *Vesanen* [6] mit dem Material der Station Helsinki dargestellt hatte. *Dohr* [2] benutzte die Seismogramme der Göttinger Erdbebenwarte, um zunächst eine Abhängigkeit der in den ersten Vorläufern auftretenden Perioden von der Herdentfernung zu untersuchen. Im Verlauf dieser Arbeiten zeigten sich Unterschiede in den auftretenden Perioden bei verschiedenen Herdgebieten. Sowohl innerhalb begrenzter Herdgebiete als auch in den Großräumen (Amerika – Ostasien) läßt sich eine charakteristische Verteilung der beobachteten Perioden erkennen.

¹⁾ H. J. Deist und Dr. G. Dohr in Firma Seismos G.m.b.H., Hannover.

Die nachfolgende Darstellung soll einen Überblick über die Methoden und Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen geben.

Um festzustellen, ob gleichartige Seismogrammformen unter den Registrierungen der Station Hamburg vorhanden sind und welcher Zusammenhang zwischen den Epizentren der zugehörigen Beben besteht, wurde von *Deist* [1] eine Typenanalyse mit den Aufzeichnungen des Vertikalseismographen durchgeführt. Die Analyse wurde mit 128 Beben vorgenommen. Diese liegen alle in einem Entfernungsintervall von $\Delta = 18^\circ - 27^\circ$ (entsprechend 2000 - 3000 km). Das ist nach *K. Strohbach* [5] die erste Zone der maximalen Bebenhäufigkeit für Hamburg. Bei der Analyse wurde jede Aufzeichnung mit jeder bezüglich ihrer Morphologie verglichen. Nach der Ähnlichkeit der Kurvenzüge wurden die Beben dann in Typen eingeteilt. Differenzierung innerhalb eines Types führte zu Untertypen. Ähnliche Typen wurden in Gruppen zusammengefaßt. Die Betrachtung der Epizentren ergab dann, daß die morphologisch gefundenen Typen in geographisch zusammenhängenden Herdgebieten liegen, den sogenannten Typen- oder Gruppengebieten.

Die so, durch die subjektive Anschauung gewonnene Unterteilung in Gruppen konnte aber auch objektiv durch ein "Bauelement" des Kurvenlaufes ausgedrückt werden. Zu diesem Zwecke wurden innerhalb der ersten beiden Minuten nach dem Einsatz die in diesem Zeitraum auftretenden Maxima im Seismogramm des Vertikalseismographen ausgezählt. Diese Werte wurden dann innerhalb jeder Gruppe arithmetisch gemittelt. Als Ergebnis erhält man das Gruppenmittel $L \pm M$ der Maxima. M ist dabei der mittlere Fehler des Mittelwertes. Die so gewonnenen Gruppenmittel sind in Abb. 1 in die Gruppengebiete eingetragen.

Die Unterschiede der einzelnen Gruppenmittel sind nicht sehr groß und infolge der nicht sehr zahlreichen Einzelwerte ist es angebracht, M nicht zu überschätzen. Die Abhängigkeit der Mittel L vom Herdgebiet ist aber deutlich zu erkennen. Als Beispiel werden die benachbarten Gruppengebiete "Mittelmeer" und "Kleinasien" betrachtet. Beide Gebiete haben im Mittel etwa die gleiche Entfernung zur Station Hamburg. Der Wert L der Mittelmeergruppe liegt mit $L = 37,8 \pm 1,0$ außerhalb der Fehlergrenze der Gruppe "Kleinasien".

Es ist jedoch zu beachten, daß die Form einer Aufzeichnung nicht allein von der Anzahl der Maxima in den ersten beiden Minuten abhängig ist. Bei der morphologischen Analyse haben die Formen der Einsätze, die Amplitudenverhältnisse und der sich an diese ersten beiden Minuten anschließende Teil des Wellenzuges das gleiche "Gewicht" wie die Anzahl der Maxima in einem bestimmten Zeitintervall. Daher ist es möglich, daß einzelne Gruppen nahezu gleiche Gruppenmittel besitzen, sich aber dennoch morphologisch unterscheiden.

Besonders auffällig aber ist der Unterschied der Werte der westlichen Gruppen gegenüber den Werten der südöstlichen Gruppen. Da die Untersuchungen mit den Aufzeichnungen des Vertikalseismographen durchgeführt worden sind, werden die Werte sicher richtungsunabhängig sein. Für die Kreta-Gruppe ist der relativ große Wert von $L = 49,3 \pm 1,2$ morphologisch auch sehr charakteristisch. Die "lebhaften" Formen dieser Registrierungen unterscheiden sich deutlich von denen des anderen Unter-

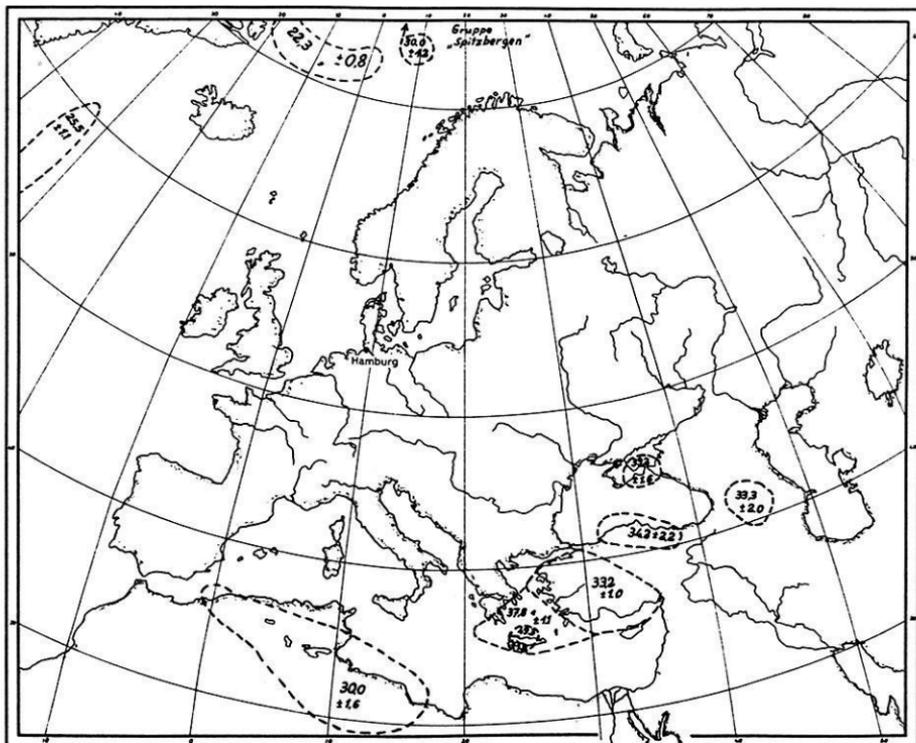


Abb. 1: Gruppenmittel der Seismogrammaxima $L \pm M$, ausgezählt in den ersten zwei Minuten nach dem Einsatz. M = Mittlerer Fehler des Mittelwerts.

suchungsmaterials. Bei der Kaukasus-Gruppe entspricht die Verteilungsdichte des zur Analyse brauchbaren Materials nicht der tatsächlichen Verteilungsdichte. Die Krim-Gruppe zeigt erhebliche Störungen durch Bodenunruhe. Diese beiden zuletzt genannten Gruppen sind daher auch vom Standpunkt der morphologischen Untersuchungen aus nicht sehr repräsentativ. Ihre Gruppenmittel müssen als unsicher bezeichnet werden.

Ein anderes Verfahren wählte *Dohr* [2] bei der Untersuchung von über 200 Beben aus den Aufzeichnungen der Göttinger Stationsinstrumente.

Hierbei wurden von den einzelnen Beben "Periodenspektren" aufgestellt und innerhalb einer Anzahl von Beben aus gleicher Herdentfernung zu "Gruppenspektren" zusammengefaßt. Über die Durchführung dieser Arbeiten zur Bestimmung der Verteilung der Perioden der P-Wellen in Abhängigkeit von Herdentfernung und Herdlage ist an anderer Stelle bereits berichtet worden. Die charakteristischen Unterschiede in dem Aufbau der Gruppenspektren ostasiatischer und nordamerikanischer Beben kennzeichnen eine großräumige Typenzusammengehörigkeit der Beben in Bezug auf die Perioden in den ersten Vorläufern.

An den Gruppen der nordamerikanischen und ostasiatischen Beben wurde die Auszählung der Gruppenmittel für die Seismogramme des Horizontalpendels und des Vertikalpendels in gleicher Weise wie bei Untersuchungen von *Deist* durchgeführt. Da in diesen Großräumen jedoch noch die verschiedensten Untertypen vorkommen, können in einzelnen Fällen noch beträchtliche Abweichungen vom Mittelwert auftreten. Es ergeben sich folgende Zahlen:

	Gruppenzahl		
	amerik. Beben	ostasiat. Beben	Alaska
Horizontalseismograph	17	26	25
Vertikalseismograph	28	34	34

Man erkennt auch hier einen beträchtlichen Unterschied in den Gruppenzahlen beider Großräume. Dabei liegen die Zahlen für die Herdgebiete Ostasien und Alaska in der Größenordnung der Werte, die *Deist* gefunden hat. Dies bestätigt die Annahme, daß die Amerikabeben eine Sonderstellung einnehmen und entspricht dem Ergebnis der Bestimmung der Periodenspektren.

Bei der Untersuchung der Teilgebiete ergeben sich folgende Gruppenzahlen für die Seismogramme des Horizontal- und des Vertikalpendels.

	H	Z
Alaska	27,2 ± 1,0	33,2 ± 1,1
Kamschatka	22,0 ± 0,7	31,0 ± 0,6
N - Japan	24,2 ± 0,8	33,4 ± 0,9
S - Japan	31,5 ± 0,7	35,0 ± 1,3
Formosa	26,7 ± 1,0	35,0 ± 1,1

Die Unterschiede in den Gruppenzahlen für die einzelnen Herdgebiete sind offensichtlich.

Schließlich ist noch auf die Stellung der Alaskabeben hinzuweisen. Wie man aus obigen Werten erkennt, liegen deren Gruppenzahlen nahe den

Werten der ostasiatischen Beben. Auch rein typenmäßig – starke kurze Perioden, meist superponierte P-Wellen in den Aufzeichnungen des Vertikalpendels und kräftige Seismogramme des 17-to Pendels – rechnen sie zu der großen Gruppe der ostasiatischen Beben. Auf diese Tatsache wies bereits *Vesanen* [6] hin.

Die Tatsache, daß zwei völlig unabhängig voneinander durchgeführte Untersuchungen bei zwei verschiedenen Methoden prinzipiell die gleichen Ergebnisse liefern, weist auf die Bedeutung der in den Erdbebenseismogrammen auftretenden Perioden für die Vorgänge im Herdgebiet hin. Dies wird besonders deutlich, wenn man bedenkt, daß die Ähnlichkeit zweier Bebenaufzeichnungen und das im Allgemeinen für die Typenanalyse benutzte Gesamterscheinungsbild zum großen Teil durch annähernd gleiche Perioden hervorgerufen wird.

Wir wenden uns nun der Frage zu, inwiefern auch die Herdentfernung allgemein als weiterer Faktor in die Charakteristik der Periodenspektren oder der "Gruppenmittel" eingeht. Wie bereits erwähnt, wächst der Anteil längerer Perioden in den Vorläuferwellen mit zunehmender Herdentfernung. Dies kam bereits bei der Aufstellung der Gruppenspektren [2] zum Ausdruck.

Diese Erscheinung läßt auch noch eine andere Darstellung zu. Bestimmt man in den Periodenspektren aus den Aufzeichnungen einer Station jeweils die Periode der Schwingung mit der größten wahren Bodenbewegung, so kann man bei Mittelung über die Beben einer Gruppe innerhalb derselben eine mittlere Periode der "Hauptwellen" bestimmen.

$$\bar{T} = \sum_n \frac{T(A_{\max})}{n}$$

In Abb. 2 ist diese mittlere Periode der Hauptwellen als Funktion der Herdentfernung aufgetragen. Die wagerechten Striche geben dabei den Entfernungsbereich an, über welchen sich die Beben der betreffenden Gruppe verteilen. Durch die senkrechten Striche ist der mittlere Fehler des oben definierten Mittelwertes dieser "Hauptperioden" angegeben.

Bei der Diskussion dieser Kurve ist zunächst die Frage zu stellen, ob sie nicht allein durch apparative Effekte erklärt werden kann, die den Wirkungen der Absorption überlagert sind. Die Eigenperiode des Göttinger Horizontalpendels liegt bei 11-12 Sekunden; und da außerdem alle den Seismogrammen entnommenen Amplituden unter Verwendung der Resonanzkurve des Instrumentes auf die wahre Bodenbewegung umgerechnet worden sind, könnten sehr wohl noch längere Perioden der Hauptwellen auf-

treten, als dies bei größeren Herdentfernungen tatsächlich der Fall ist. Die Wirkung der Absorption allein würde eine annähernd lineare Zunahme der Perioden bewirken.

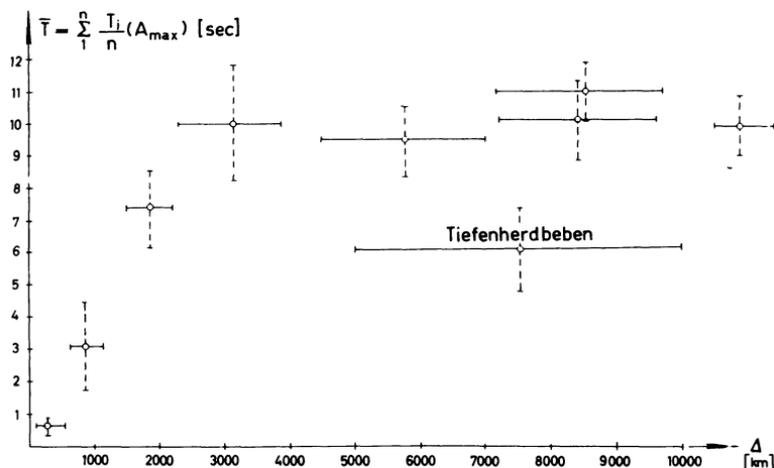


Abb. 2: Mittlere Perioden von Gruppenspektren als Funktion der Herdentfernung. Aufgetragen ist die mittlere Periode der P-Wellen mit der größten Bodenbewegung für jeweils eine Gruppe von B eben aus dem gleichen Bodenbewegungsintervall, welches durch die ausgezogenen waagrechten Striche dargestellt ist. Die gerissenen senkrechten Linien geben den mittleren Fehler des Mittelwertes an.

Versucht man, durch die Meßpunkte innerhalb der Fehlergrenzen eine stetige Kurve zu legen, so erhält man eine solche, die sich etwa durch

$$T = a + bt^{1/n}$$

(t = Laufzeit Herd-Station, a und b sind Konstanten)

darstellen läßt. Hier erscheint aber die Ähnlichkeit mit jenen Kurven bemerkenswert, wie sie in der angewandten Seismik mehrfach beobachtet und diskutiert worden sind [3, 4], und in denen eine Abhängigkeit der beobachteten Perioden von der Entfernung des Sprengpunktes angegeben ist. Offenbar werden in der angewandten Seismik, d. h. in kleinen Entfernungen und hohen Frequenzen und in der Erdbebenseismik bei großen Entfernungen und tiefen Frequenzen die gleichen Erscheinungen beobachtet. Sie dürften auf einem nicht ideal elastischem Verhalten der Materie beruhen.

Erwähnt sei noch, daß in obiger Formel der Exponent $1/n$ offensichtlich proportional der mittleren Geschwindigkeit der durchlaufenen Schichten ist. Aus der Betrachtung der Perioden von Registrierungen bei Bohr-

lochversenkmessungen ergibt sich eine etwa lineare Zunahme von n bei Abnahme der mittleren Geschwindigkeit in den durchlaufenen Schichten. Diese Bemerkung möge jedoch nur als vorläufiges Ergebnis aufgefaßt werden.

Herrn Prof. Dr. *Menzel* danken wir für die Förderung dieser Arbeiten sowie für aufschlußreiche Diskussionen.

Literatur

- [1] *Deist, H.J.*: Versuch einer Typenanalyse Hamburger Seismogramme. Dipl.-Arbeit am geophys. Observatorium der Universität Hamburg. (nicht veröffentlicht).
- [2] *Dohr, G.*: Perioden der ersten Vorläufer in Göttinger Seismogrammen. Zeitschrift f. Geophysik Jahrgang 21 (1955) Heft 3, p. 165-175.
- [3] *Peterson, Fillipone und Coker*: The Synthesis of Seismograms from Well Log Data. Geophysics, Vol. XX, Nr. 3, (1955), p. 516-538.
- [4] *Ricker, N.*: The Form and Law of the Propagation of seismic Wawelets. Proceedings of the third World Petrol Congress Section 1, Repr. II, 1951, e. J. Brill, Leiden.
- [5] *Strohbach, K.*: Ortsgültige Laufzeitkurven von P und S für Hamburg. Gerlands Beiträge 63 (1954), p. 265-281.
- [6] *Vesanen, E.*: Über die typenanalytische Auswertung der Seismogramme. Diss. Helsinki 1942, Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Sarga A, III.