

Werk

Jahr: 1930

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:6

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0006

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0006

LOG Id: LOG_0013

LOG Titel: Nochmals: Zur Frage der Laufzeitkurven

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

Nochmals: Zur Frage der Laufzeitkurven

Von **B. Gutenberg**, Frankfurt a. M.

Im Anschluß an eine Veröffentlichung von G. Krumbach über Laufzeitkurven werden prinzipiell Fehlerquellen bei der Aufstellung neuer Laufzeitkurven erörtert und Hinweise für die Unterschiede der Laufzeiten der Longitudinalwellen bei verschiedenen Beben gegeben.

Zu den wichtigsten Problemen der Seismologie gehört die Feststellung der Laufzeitkurven, da auf ihnen die Folgerungen über die Wellengeschwindigkeiten und somit auch der Elastizitätskoeffizienten im Erdinnern beruhen, andererseits aber auch wiederholt festgestellt wurde, daß anscheinend verschiedene Laufzeitkurven für die gleiche Wellenart existieren, was weitere interessante Ergebnisse über die Ausbreitung der Wellen erhoffen läßt. Da es sich bei den in den letzten Jahren aufgetauchten Problemen um Zeitdifferenzen von Sekunden handelt, ist es unbedingt notwendig, daß man die Laufzeitkurven so kritisch wie möglich betrachtet. Aus diesem Grunde hatte der Verfasser darauf hingewiesen¹⁾, daß die älteren Laufzeitkurven einen systematischen Fehler besitzen, daß also auch die von Herrn Krumbach aus diesen Kurven abgeleiteten mittleren Kurven²⁾ den gleichen systematischen Fehler enthalten müssen. Eine Berechnung dieses Fehlers wurde mangels geeigneter Grundlagen nicht versucht, er wurde lediglich auf Grund der Unterschiede gegen die auf Grund des besten Beobachtungsmaterials gewonnenen Laufzeitkurven von A. Mohorovičić zu 4 Sekunden geschätzt. In einer weiteren Untersuchung befaßt sich nunmehr Herr Krumbach³⁾ erneut mit diesen Fragen. In Anbetracht der Bedeutung des Problems sei daher im folgenden kurz nochmals auf dessen prinzipielle Seite eingegangen.

Herr Krumbach verweist zunächst darauf, daß sowohl Zoeppritz wie Mohorovičić von der Epizentralzeit ausgehen. Das ist richtig; daraus folgt aber nicht, daß kein prinzipieller Unterschied durch den Einfluß der Herdtiefe, von dem Herr Krumbach in diesem Absatz spricht, vorhanden ist. Die folgenden Zahlen beweisen das Gegenteil*):

Distanz in km	Laufzeit in Sekunden nach			
	Zoeppritz	Mohorovičić 0 km	25 km	55 km Herdtiefe
80	12	15	11	7
500	69	77	69	59
1000	136	140	131	122
1500	199	202	194	184

*) Zoeppritz verweist selbst darauf, daß er die Herdtiefe Null voraussetzt, und daß dadurch ein Fehler von „wenigen Sekunden“ entsteht. Seine Nahstationen (Distanz unter 1000 km) waren Messina, Catania, Ischia und Rocca di Papa. Auch heute würden diese bei absolut richtigen Zeitangaben die Bestimmung der Herdzeit nur auf einige Sekunden genau zulassen.

In der ohne Kenntnis der Herdtiefe und der Wellengeschwindigkeit in den obersten Schichten von Zoeppritz angenommenen Laufzeit von 12 Sekunden liegt eine Unsicherheit. Wenn der hierdurch bedingte Fehler nur 1 Sekunde betragen würde, so wäre das erfreulich, die ganze Differenz kann sich nur aus einzelnen Sekunden zusammensetzen und bei der Verbesserung einer Laufzeitkurve, die in weiten Gebieten auf 5 Sekunden, an den schlechtesten Stellen auf ± 10 Sekunden unsicher ist, kommt es gerade auf die Fehler von 1 Sekunde an!

„Das Ausgangsmaterial der mittleren Laufzeitkurve kann . . . nicht einen systematischen Fehler enthalten, der die Abweichungen der beiden Kurven erklären ließe“ (S. 305). Das möchte ich auch nicht behaupten, ich habe vielmehr diesen Fehler, wie erwähnt, nur auf 4 Sekunden geschätzt.

Herr Krumbach hat diese Laufzeiten nun wieder zur Bestimmung der Herzzeit von 68 Beben verwandt und somit nun die neuen aus diesen gewonnenen Laufzeiten mit dem gleichen Fehler erhalten. Gerade die nochmalige Wiederholung dieses Verfahrens wollte ich durch meine erste Veröffentlichung verhindern. Wenn man schon die alten Laufzeitkurven, die auch ich jederzeit als vorzüglich anerkannt habe, verbessern will, so bleibt hierzu nur ein Weg: Man muß die Epizentra der benutzten Beben möglichst ohne Laufzeitkurve aus Nahstationen bestimmen, die Herdtiefe und die Epizentralzeit so genau als möglich festzulegen versuchen, und dann aus den Einsätzen an den weiteren Stationen die Laufzeitkurven ableiten. Eine Verwendung von Berichten ist hierbei so weit als möglich zu vermeiden, da die von mir seit 15 Jahren immer wieder bekämpfte Unsitte vieler Stationen, auf die ja auch Herr Krumbach hinweist, die Diagramme nach den Laufzeitkurven zu bearbeiten, auch heute noch unvermindert in Übung ist. Jedenfalls ist die Lösung des Laufzeitkurvenproblems nicht dadurch zu erwarten, daß eine große Zahl von Berichten über viele Erdbeben benutzt wird, sondern nur durch ein eingehendes Studium möglichst aller Aufzeichnungen der sehr wenigen Beben, bei welchen der Herd inmitten einer größeren Zahl von Nahstationen mit guten Zeitangaben liegt; obwohl man sich hierbei auf die gewiß nicht übertriebene Forderung einer Zeitgenauigkeit von 1 Sekunde beschränken darf, treffen beide Voraussetzungen zusammen doch nur in ganz wenigen Fällen zu. Auf der anderen Seite hat aber die Benutzung von Beben mit schwachen Vorläufern in allen Distanzen keinen Zweck. Möglicherweise sind nur die „sehr frühen Einsätze im Seismogramm . . ., die nur bei Stationen mit sehr empfindlichen Instrumenten oder bei besonders starken Beben registriert werden“ (S. 305), die direkten Longitudinalwellen (vgl. die Ergebnisse von Berlage und Visser für Fernbeben, von Matuzawa u. a., sowie von Conrad für Nahbeben); die späteren, kräftigeren Wellen, die normalerweise an allen Stationen gefunden werden, sind vielfach an den Unstetigkeitsflächen der Erdkruste erzeugte Wechselwellen. Zur Feststellung der Laufzeitkurven sind solche Einsätze natürlich ungeeignet!

Die Frage nach der Ursache der Unterschiede zwischen den Laufzeitkurven bei verschiedenen Beben ist damit nicht gelöst, denn die Unterschiede sind zweifellos

wesentlich größer. In manchen Fällen mag daran die Herdtiefe schuld sein, entsprechend der Vermutung von Turner, in anderen Fehler der Herdbestimmung. Darüber hinaus bleibt aber die Feststellung von A. Mohorovičić, daß bei dem gleichen Beben an verschiedenen Stationen Einsätze von verschiedenen Laufzeitkurven der gleichen Wellenart festgestellt werden. Ob diese Einsätze auf bestimmten immer wieder feststellbaren Laufzeitkurven liegen, die anscheinend um Vielfache von etwa 8 Sekunden voneinander entfernt sind, bedarf noch weiterer Untersuchungen.

Zur Klärung der Frage, ob diese Erscheinung vielleicht durch anomale Dispersion bedingt ist, wurden auf dem Taunusobservatorium nebeneinander zwei Galitzinpendel mit verschiedenen Perioden (etwa 3 und 20 Sekunden) aufgestellt¹⁾, von denen das eine nur die kurzen Wellenperioden, das andere nur die langen stark vergrößert, so daß man auf dem Registrierbogen nebeneinander die Registrierung aller kurzen Wellen des Bebens und die der längeren Wellen erhält. Es zeigte sich nun seither unter anderem, daß in sehr vielen Fällen die kurzen Longitudinalwellen vor den langen erkennbar sind, manchmal beide gleichzeitig, nie die langen zuerst. Dispersion ist hiernach unwahrscheinlich; andererseits zeigen die Fälle, in denen die ersten kurzen Wellen scharf, allerdings mit kleinen Amplituden, einsetzen, während die längeren erst viele Sekunden später in der Bodenunruhe erkennbar sind, daß mancher Einsatz gutgläubig als *P* angegeben und bei der Verwendung in den Laufzeitkurven als solcher eingetragen wird, während es sich in Wirklichkeit um eine vielleicht geringfügige Anschwellung der bereits vorher vorhandenen, aber nicht erkennbaren, Wellen handelt. Umgekehrt ist die Wahrscheinlichkeit, daß man einen Einsatz zu früh ansetzt (etwa durch Zeitfehler), bei scharf ausgeprägten, wenn auch kleinen Wellen, viel kleiner. Aus diesem Grunde besitzen die frühen Einsatzzzeiten eine wesentlich größere Wahrscheinlichkeit als die späten. Wenn man nun durch Anhäufen von Beobachtungsmaterial und Mittelbildung aus allen seither ausgearbeiteten Laufzeitkurven zu neuen Kurven kommt, die in bestimmten Bereichen naturgemäß im Laufe der Zeit immer geringere „mittlere Fehler“ haben, so sind das Rechenresultate. Was wir bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft brauchen, sind die möglichst genau unabhängig von irgendwelchen älteren Kurven gewonnenen Laufzeitkurven für einzelne Beben, sei es in der Form einer neuen Laufzeitkurve, wie dies P. Byerly im Falle des Montanabebens gemacht hat, sei es unter Angabe der Abweichungen gegen die Wiechert-Zoeppritzsche Kurve, wie es der Verfasser im Falle des Japanbebens versucht hat. Wenn man so systematisch weiter vorgeht, wird man schließlich auch den Grund für die Unterschiede finden.

Literatur.

¹⁾ Zeitschr. f. Geophys. 2, 305 (1926).

²⁾ Ebenda 1, 360 (1925).

³⁾ Ebenda 5, 303 (1929).

⁴⁾ B. Gutenberg: Registrierungen mit zwei Galitzinpendeln verschiedener Periode. Gerlands Beitr. z. Geophys. (im Druck).