

Werk

Jahr: 1970

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 Z NAT 2148:36

Werk Id: PPN101433392X_0036

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X_0036 | LOG_0026

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

Briefe an den Herausgeber

Laufzeitanomalien von P-Wellen, beobachtet an den Stationen Stuttgart und Strasbourg

Travel time anomalies of P-waves observed at Stuttgart and Strasbourg

Von P. RÖWER, Berlin¹⁾

Eingegangen am 5. Dezember 1969

Der vorliegenden Arbeit liegt das im International Seismological Summary (ISS) veröffentlichte Material der Jahre 1940—63 zugrunde. Untersucht wurden die gemessenen Laufzeiten von direkten P-Wellen im Distanzbereich von 0—105° für über 50 mittel- und nordeuropäische Stationen im Vergleich mit den errechneten Laufzeiten von JEFFREYS und BULLEN [1940] (O-C-Werte im ISS). In der Literatur der letzten Jahre gibt es etliche Beispiele dafür, daß derartige Untersuchungen geeignet sind, regionale Unterschiede im Aufbau des oberen Erdmantels zu erkennen und auch quantitativ zu erfassen (u. a. HERRIN und TAGGART [1962, 1968]).

Da alle Erdbebendaten auf einer Seismogrammauswertung beruhen und diese notwendigerweise fehlerhaft ist, kommen im ISS O-C-Werte bis zu mehreren Minuten vor. Um die Größe der statistischen Fehler von vornherein einzuschränken, wurden alle Werte außerhalb des Intervalls $-8 \text{ sec} \leq \text{O-C} \leq +8 \text{ sec}$ als Ablesefehler angesehen und deshalb nicht mitbenutzt. Aber auch innerhalb dieses Intervalls gibt es interpretierbare Ablesefehler, z. B. durch die mikroseismische Bodenunruhe. In den Häufigkeitsverteilungen der O-C-Werte sind bei einigen Stationen deutliche Nebenmaxima bei den Hauptperioden der Mikroseismik zu erkennen.

Einige Teilergebnisse sollen hier am Beispiel der Stationen Stuttgart und Strasbourg gezeigt werden. Unter Benutzung aller Beben von 1940—63 kommt man zu einer mittleren Abweichung der gemessenen Laufzeit von der errechneten JEFFREYS-BULLEN-Laufzeit von $-0,74 \text{ sec}$ für Stuttgart und $+0,28 \text{ sec}$ für Strasbourg. Die Tabelle 1a zeigt, daß diese Abweichung im Laufe der Jahre nicht konstant ist. Außerdem ist bei

¹⁾ Dipl.-Geophys. PETER RÖWER, Institut für Meteorologie und Geophysik der Freien Universität Berlin, 1 Berlin 33, Podbielskiallee 62.

Tabelle 1: Mittelwerte der Residuen O-C (gemessene Laufzeit minus JEFFREYS-BULLEN-Laufzeit). Δ = Distanzbereich, \bar{x} = mittlerer O-C-Wert, S = Standardabweichung, N = Anzahl der Werte.

Mean values of the residuals O-C (observed travel time minus JEFFREYS-BULLEN travel time). Δ = distance range, \bar{x} = mean of O-C, S = standard deviation, N = number of samples.

a) chronologisch geordnet

listed in chronological order.

Jahre	Δ (Grad)	STUTT GART			STRASBOURG			
		\bar{x} (sec)	S (sec)	N	\bar{x} (sec)	S (sec)	N	
1940—46	20—105	-1,11 ± 0,10	2,34	555	+0,01 ± 0,17	2,91	279	
1947—49		-1,11 ± 0,08	2,14	662	-0,38 ± 0,11	2,29	407	
1950—51		-0,80 ± 0,08	2,00	676	+0,04 ± 0,10	2,20	457	
1952		-0,49 ± 0,08	1,87	496	-0,16 ± 0,14	2,08	229	
1953—54		-0,62 ± 0,07	1,44	445	+0,11 ± 0,09	1,52	307	
1955—56		-0,78 ± 0,07	1,34	401	+0,28 ± 0,10	1,67	269	
1957		-0,81 ± 0,08	1,34	275	+0,46 ± 0,09	1,38	242	
1958		-0,60 ± 0,07	1,25	317	+0,47 ± 0,10	1,51	235	
1959		-0,24 ± 0,09	1,53	273	+0,50 ± 0,14	1,94	200	
1960		-0,49 ± 0,08	1,45	324	+0,51 ± 0,13	1,73	177	
1961		-0,33 ± 0,07	1,17	289	+0,31 ± 0,13	1,77	188	
1962		-0,28 ± 0,08	1,24	261	+0,40 ± 0,11	1,49	171	
1963		+0,20 ± 0,08	1,36	278	+0,79 ± 0,10	1,45	198	
1940—56		< 20	-1,25 ± 0,11	2,81	653	+0,43 ± 0,13	2,83	472
1957—63			-1,55 ± 0,13	1,97	227	+0,30 ± 0,16	2,27	196

b) geordnet nach Herdtiefen (ISS-Daten 1957—63)

listed according to focal depth (ISS-Data 1957—63)

Herdtiefe (km)	Δ (Grad)	STUTT GART			STRASBOURG		
		\bar{x} (sec)	S (sec)	N	\bar{x} (sec)	S (sec)	N
0—33	20—105	-0,59 ± 0,05	1,61	1101	+0,52 ± 0,07	1,89	814
34—99		-0,01 ± 0,05	1,27	637	+0,42 ± 0,08	1,58	436
100—200		-0,20 ± 0,10	1,37	189	+0,16 ± 0,14	1,50	109
> 200		-0,22 ± 0,09	0,95	120	+0,06 ± 0,11	0,94	68
0—33	< 20	-1,85 ± 0,15	1,86	162	+0,39 ± 0,20	2,43	145
34—99		-1,38 ± 0,23	1,60	47	+0,19 ± 0,31	2,02	42

Herdentfernungen über 20° eine Tendenz zu größeren gemessenen Laufzeiten zu erkennen. Die Ursache dafür liegt wahrscheinlich zur Hauptsache an den meßtechnischen Gegebenheiten der einzelnen Stationen. Die Abnahme der Standardabweichungen hat mit Sicherheit die gleiche Ursache. Aufschlußreicher als die Werte einer Station sind die Differenzen zweier benachbarter Stationen wie Stuttgart und Strasbourg. Die P-Wellen kommen während des gesamten Beobachtungszeitraumes in Strasbourg relativ später an als in Stuttgart, bei Nahbeben von 1957–63 z. B. um 1,85 sec. Diese systematische Differenz kann nur mit einer besonderen Geschwindigkeits-Tiefen-Verteilung im Rheingraben erklärt werden [RÖWER und STROBACH 1967]. Ganz allgemein läßt sich sagen, daß Stationen in geologisch jungen Gebieten bzw. auf großen Sedimentmächtigkeiten (z. B. Reykjavik, De Bilt, Witteveen) eine längere Laufzeit messen als Stationen auf alten Schilden (z. B. Kiruna, Uppsala, Sodankylä).

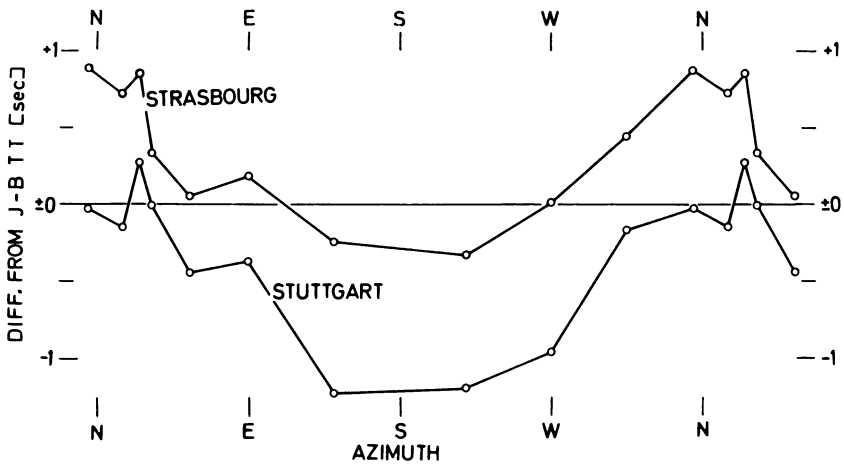


Abb. 1: O-C-Werte in Abhängigkeit vom Azimut
(ISS-Daten 1957–63, Distanzbereich 20° – 105°).

O-C values as a function of azimuth
(ISS-Data 1957–63, distance range 20° – 105°).

Tabelle 1b und Abbildung 1 zeigen, daß die O-C-Werte auch bei unterschiedlichen Herdtiefen und Azimuten nicht gleichbleibend sind.

Wenn man den Distanzbereich von 0° bis 105° in Intervalle unterteilt und die darin bestimmten mittleren O-C-Werte in einem Laufzeitdiagramm anordnet, kommt man durch graphische Interpolation zu ortsgültigen Laufzeitkurven (Abb. 2). Bezüglich der Undulationen ist der Kurvenverlauf für Stuttgart und Strasbourg von 20° – 80° typisch für die meisten der untersuchten Stationen. Das legt die Vermutung nahe, daß die von JEFFREYS und BULLEN angenommene Geschwindigkeits-Tiefen-Verteilung

für P-Wellen quantitativ zu einfach ist und in ihrer Form modifiziert werden muß. Eine Arbeitsgruppe unter der Leitung von HERRIN [1968] hat deshalb aus der Analyse von 400 starken Erdbeben (Magnitude $> 5,0$) und 30 Großsprengungen von 1961 bis 1964 für Herddistanzen ab 20° neue mittlere P-Laufzeiten abgeleitet. Der gestrichelte Kurventeil bis 20° beruht auf einem Modell des oberen Erdmantels in den zentralen USA (untere Kurve in Abb. 2). Am Ergebnis sind zwei Dinge besonders interessant. Einerseits ist eine deutliche Parallelität aller 3 Kurven sofort zu erkennen, wenn man

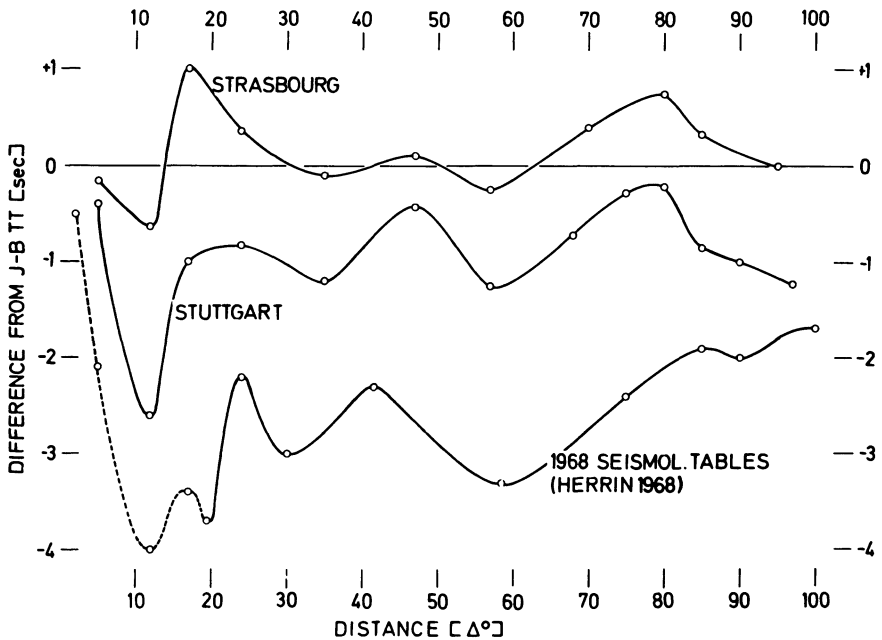


Abb. 2: Ortsgültige Laufzeitkurven für P-Wellen (ISS-Daten 1957–63, Herdtiefe 0–33 km) und die 1968er P-Laufzeiten für Oberflächenbeben [HERRIN 1968], dargestellt als Differenzen von den JEFFREYS-BULLEN-Laufzeiten 1940.

Local travel time curves for P-waves (ISS-Data 1957–63, surface focus) and the 1968 P-travel times for surface focus [HERRIN 1968], shown as differences from the 1940 JEFFREYS-BULLEN travel times.

von geringen Verschiebungen in der Lage der Extremwerte und einer unterschiedlichen Kurventendenz bei Herdentfernungen über 80° einmal absieht. Die Undulationen könnten also mit den HERRIN-Laufzeiten weitgehend ausgeglichen werden. Andererseits besteht ein Niveauunterschied über alle Distanzen von ca. 2 sec bei Stuttgart und ca. 3 sec bei Strasbourg gegenüber der HERRIN-Kurve. Die Ursache dafür wird man im regional unterschiedlichen Aufbau des oberen Erdmantels suchen

müssen. Eigenartig ist nur, daß die Kurven von allen untersuchten Stationen, auch die der Stationen auf dem baltischen Schild, in ihrem Niveau über der HERRIN-Kurve liegen. Wenn die HERRIN-Kurve die mittleren Verhältnisse der ganzen Erde beinhalten soll, muß es diverse Stationen geben, deren Kurvenniveaus einen Abstand von mehr als 3 Sekunden von der JEFFREYS-BULLEN-Kurve haben, was aufgrund der für Nord-europa gefundenen Werte bezweifelt werden muß. Generell lassen sich die ortsgültigen Laufzeitkurven der mittel- und nordeuropäischen Stationen in bezug auf ihr Niveau besser an die JEFFREYS-BULLEN-Kurve angleichen, in bezug auf ihre Form besser an die HERRIN-Kurve.

Auffällig ist im Nahbereich noch der Anstieg zwischen $\Delta = 12^\circ$ (Intervall $9^\circ - 15^\circ$) und $\Delta = 17^\circ$ (Intervall $15^\circ - 19^\circ$) um etwa 1,5 sec bei beiden Stationen. Diese Kurvenpunkte basieren fast ausschließlich auf Beben in SE- und SW-Europa. Berücksichtigt man die maximale Eintauchtiefe eines Wellenstrahls (ca. 160 km bei $\Delta = 15^\circ$), so scheint es, daß die P-Wellen aus Entfernungen über 15° eine Zone mit relativ niedriger Geschwindigkeit durchlaufen und dadurch eine Verzögerung erleiden. Das stimmt sehr gut überein mit dem unteren der beiden von MAYER-ROSA [1969] gefundenen P-Kanäle in einer Tiefe von 70–120 km und 160–210 km für SE- und SW-Europa. Die GUTENBERG-ZONE ist demnach in diesen Gebieten komplizierter aufgebaut, als man bisher angenommen hat.

Eine ausführliche Darstellung wird gegenwärtig zur Veröffentlichung vorbereitet.

Literatur

- HERRIN, E., and J. N. TAGGART: Regional variations in Pn-velocity and their effect on the location of epicentres. *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 52, 1037–1046, 1962.
- HERRIN, E., and J. N. TAGGART: Regional variations in P-travel times. *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 58, 1325–1337, 1968.
- HERRIN, E.: Introduction to 1968 Seismological tables for P-phases, and Tables. *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 58, 1193–1241, 1968.
- JEFFREYS, H., and K. E. BULLEN: Seismological tables. British Association for the Advancement of Science, Gray Milne Trust, 1940.
- MAYER-ROSA, D.: Die Geschwindigkeitsverteilung seismischer Wellen im oberen Erdmantel Europas. Dissertation, Universität Stuttgart, 1969.
- RÖWER, P., und K. STROBACH: Variationen der Pn-Geschwindigkeiten von Erdbebenwellen im Gebiet des Rheingrabens. *The Rhinegraben Progress Report 1967*, 121–122, 1967.

