

Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der seismischen Oberflächenwellen längs kontinentaler und ozeanischer Wege.

Von E. Tams in Hamburg.

(Schluß.)

III.

Ich habe nun aber noch anderes Material verarbeitet und zunächst alle Beben der Jahre 1905 bis 1912 herangezogen, welche von der Umrandung des Pazifischen Ozeans ausgingen und eine hinlänglich befriedigende Bestimmung ihrer Epizentren und Stoßzeiten zuließen, und für diese dann die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Oberflächenwellen am Boden des Pazifischen Ozeans berechnet. Es kommen dabei die Beobachtungen über die Eintrittszeiten der „langen Wellen“ an den Stationen Apia, Batavia, Berkeley (Kalifornien), Christchurch (Neu-Seeland), Honolulu, Kobe, Manila, Osaka, Sitka (Alaska), Tacubaya (bei Mexiko), Taihoku (Formosa), Tokio, Tsingtau, Victoria B. C., Wellington (Neu-Seeland) und Zikawei (bei Schanghai) in Betracht. Die Bestimmung der Epizentren wurde, wenn nicht etwa brauchbare makroseismische Nachrichten vorlagen, nach Prüfung aller hierfür geeigneten mikroseismischen Daten auf Grund der neuen GEIGER-GUTENBERG'schen Laufzeiten nach der stereographischen Methode ausgeführt. Auch bei den Epizentren von vier Beben aus den Jahren 1905 bis 1907 schien mir gegenüber der in den mikroseismischen Katalogen der internationalen seismologischen Assoziation angegebenen Lokalisierung eine neue Ermittlung mit Hilfe der soeben erwähnten Laufzeiten angebracht. Die Ableitung der Stoßzeiten in den Epizentren stützt sich ebenfalls, wie schon oben, auf die neuen Laufzeiten der ersten Vorläufer. Es soll aber hiermit nicht gesagt sein, daß nuncmehr in jedem einzelnen Fall genau das richtige Epizentrum und die richtige Stoßzeit getroffen worden sind, doch dürfte immerhin in allen Fällen wenigstens eine gute Annäherung an die wirklichen Verhältnisse erreicht worden sein. Unter Mitberücksichtigung des kolumbianischen und kalifornischen Bebens von 1906 sowie der beiden Philippinenbeben und der beiden Beben in Honduras und Nikaragua von 1907 erwiesen sich mir so insgesamt 38 Beben als geeignet, so daß man auch annehmen kann, daß sich noch vorhandene Fehler in der Lage des Epizentrums und der Festsetzung der Stoßzeit im Gesamtergebnis mehr oder weniger ausgeglichen haben werden.

Diese Beben sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Diejenigen Angaben über Epizentrum und Stoßzeit, welche nicht selbst

abgeleitet wurden, sondern den angegebenen Quellen entstammen, sind mit einem Stern versehen. In der mit V überschriebenen Kolonne steht der für jedes Beben gefundene Mittelwert dieser Größe, in Klammern daneben die Zahl der Stationen, deren Beobachtungen benutzt werden konnten und deren Namen sich in der letzten Kolonne befinden. Alle für die Einzelwerte von V den Katalogen entnommenen Ankunftszeiten der Oberflächenwellen wurden, soweit möglich, mit den Originalberichten der Stationen verglichen, und diese waren maßgebend, wo sich Abweichungen zeigten. Auch sind alle Epizentralentfernungen, sofern sie nicht überhaupt erst zu berechnen waren, an Hand der bekannten sphärisch-trigonometrischen Formel nachgeprüft worden. Da ferner die Lage des Epizentrum und Station verbindenden Bogens des größten Kreises, d. i. des Weges der Oberflächenwellen, in bezug auf ozeanisches oder kontinentales oder Schelf-Gebiet einer zweidimensionalen Karte oft nur unvollkommen entnommen werden kann, so wurde in allen zweifelhaften Fällen der Globus zu Rate gezogen. Stets wurden diejenigen Fälle ausgeschieden, bei denen der Weg nicht ganz überwiegend ozeanisch war.

Faßt man nun die 38, auf 95 Einzelbeobachtungen fußenden V-Werte der Tabelle 3 unter Berücksichtigung ihrer Gewichte, welche hier angenähert der Anzahl der ihnen zugrunde liegenden Einzelwerte gleichgesetzt werden können, zusammen, so ergibt sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der seismischen Oberflächenwellen am Boden des Pazifischen Ozeans zu:

$$V = 3,897 \text{ [km sec}^{-1}\text{]} \pm 0,028 \text{ m. F.}$$

In ganz analoger Weise sind die Daten der Tabelle 4, welche sich mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit durch Eurasien und Amerika befaßt, gewonnen und zusammengestellt worden. Es handelt sich hier um insgesamt 20 Beben, für welche, soweit die Ausbreitung der Wellen durch Eurasien bzw. Amerika in Betracht kam, die Beobachtungen der Stationen Göttingen, Hamburg, Jena und Potsdam bzw. Albany (New York), Baltimore, Cheltenham (Maryland), Ottawa, Tacubaya (bei Mexiko), Toronto und Washington benutzt worden sind.

Diese 20, auf 61 Einzelbeobachtungen beruhenden V-Werte liefern als Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Oberflächenwellen durch Eurasien und Amerika:

$$V = 3,787 \text{ [km sec}^{-1}\text{]}.$$

Ferner erhält man aus den von W. PECHAR für noch 25 andere immerasiatische, ostasiatische und australasiatische Beben nach 51 Einzelbeobachtungen ebenfalls an den Stationen Göttingen, Hamburg, Jena und Potsdam berechneten Geschwindigkeitswerten nicht wesentlich höher:

$$V = 3,818 \text{ [km sec}^{-1}\text{]}.$$

Tabelle 3.

Geschwindigkeit der seismischen Oberflächenwellen am Boden
des Pazifischen Ozeans.

Lfd. Nr.	Datum	Epizentrum		Stoßzeit		V [km sec ⁻¹]	Stationen
		Breite	Länge (Gr.)	M	Gr Z.		
	1905			h	m	s	
1	14. II	50° N.	180° (Aläuten)	8 46 12	4,09 (3)		Apia, Batavia, Manila
2	22. III.	*50° N,	180° (Aläuten)	3 38 24	3,81 (4)		Apia, Batavia, Christchurch, Honolulu
3	2. VI.	*34° 14' N,	132° 33' E (Japan)	5 39 18	3,96 (2)		Apia, Honolulu
4	6. VII.	37,5° N.	143° E (Japan-Graben)	16 20 39	4,07 (1)		Apia
5	10. XII.	53,5° N,	161° W (bei Alaska)	12 34 59	4,01 (2)		Apia, Batavia
	1906						
6	21. I.	*29° 21' N,	139° 14' E' (b. den Bonin-Inseln)	13 48 53	4,13 (2)		Apia, Honolulu
7	31. I.	*0° 50' N,	81° 32' W (Kolumbien)	*15 35 51	3,76 (2)		Batavia, Zikawei
8	18. IV.	*38° 03' N,	122° 48' W (Kalifornien)	*13 12 28	3,85 (9)		Batavia, Christ- church, Kobe, Manila, Osaka, Taihoku, Tokio, Wellington, Zi- kawei
9	17. VIII.	*50° N.	180° (Aläuten)	0 10 23	3,58 (4)		Batavia, Honolu- lu, Manila, Vic- toria B. C.
	1907						
10	2. I.	*21° 08' S,	175° 08' W (Tonga-Inseln)	11 55 34	3,83 (3)		Osaka, Sitka, Tacubaya
11	15. IV.	*16° 40' N,	99° 26' W (Mexiko)	6 07 45	3,98 (2)		Apia, Zikawei
12	18. IV.	*13° 38' N,	122° 52' E (Philippinen)	20 59 52	3,39 (1)		Christchurch

Tabelle 3 (Fortsetzung).

Lfd. Nr.	Datum	Epizentrum		Stoßzeit M.Gr.Z.	V [km sec ⁻¹]	Stationen
		Breite	Länge(Gr.)			
	1907			h m s		
13	18. IV.	*13° 38' N,	122° 52' E	23 52 32	3,73 (2)	Apia, Christ- church
		(Philippinen)				
14	4. V.	*27° 07' N,	142° 14' E	8 36 14	3,95 (1)	Apia
		(b. den Bonin-Inseln)				
15	1. VII.	*13° 16' N,	87° 39' W	13 08 50	3,83 (1)	Batavia
		(Honduras)				
16	20. VII.	*7° 06' N,	125° 36' E	13 38 16	3,96 (3)	Apia, Honolulu. Tacubaya
		(Philippinen)				
17	5. VIII.	*24° 20' S,	70° 29' W	6 38 43	3,75 (2)	Apia, Honolulu
		(Chile)				
18	2. IX.	*50° N,	170° E	16 01 14	4,01 (2)	Batavia, Manila
		(Aläuten)				
19	30. XII.	*12° 08' N,	86° 15' W	5 26 43	4,11 (2)	Apia, Honolulu
		(Nikaragua)				
	1908					
20	5. III.	8,0° N,	125,5° E	2 17 43	4,02 (2)	Apia, Honolulu
		(Philippinen)				
21	26. III.	17,6 N,	99,2° W	23 03 21	4,06 (3)	Apia, Honolulu. Manila
		(Mexiko)				
22	15. V.	57,4° N,	145,0° W	8 31 06	3,85 (1)	Apia
		(Golf von Alaska)				
23	6. XI.	51,4° N,	173,2° E	13 44 22	4,11 (3)	Apia, Honolulu. Osaka
		(Aläuten)				
	1909					
24	30. VII.	16,9° N,	99,9° W	10 52 05	4,03 (3)	Apia, Honolulu. Zikawei
		(Mexiko)				
25	8. IX.	50,5° N,	168° W	16 49 13	3,84 (2)	Apia, Honolulu
		(Aläuten)				
	1910					
26	31. V.	16,4° N,	98,3° W	4 55 18	3,74 (4)	Apia, Batavia. Honolulu, Tsing- tau
		(Mexiko)				

Tabelle 3 (Fortsetzung).

Lfd. Nr.	Datum	Epizentrum		Stoßzeit		V km sec ⁻¹	Stationen
		Breite	Länge (Gr)	M.	Gr. Z.		
				h m s			
	1911						
27	17. VI.	23,5° N,	123° E	5 10 33	3,66 (2)	Apia, Honolulu	(bei Formosa)
28	12. VII.	8,0° N,	127,5° E	4 07 13	3,92 (4)	Apia, Berkeley, Honolulu, Sitka	bei den Philippinen)
29	13. X.	47,0° N,	158,0° E	2 32 59	3,59 (3)	Apia, Berkeley, Honolulu	bei Kamtschatka)
	1912						
30	4. I.	50,1° N,	177,1° W	15 46 32	4,06 (3)	Apia, Honolulu, Manila	(Aläuten)
31	10. VI.	55° N,	155,5° W	16 05 43	3,89 (3)	Apia, Berkeley, Honolulu	bei Alaska)
32	7. VII.	61° N,	151,5° W	7 57 12	4,05 (1)	Honolulu	(Alaska)
33	8. VII.	62,5° N,	148,5° W	21 53 32	4,26 (1)	Honolulu	(Alaska)
34	17. VIII.	5,6° N,	129,0° E	19 11 50	3,62 (2)	Honolulu, Osaka	bei den Philippinen)
35	29. IX.	8° N,	135,5° E	20 51 21	4,02 (4)	Apia, Honolulu, Osaka, Zikawei	(b. d. Palau Inseln)
36	7. XI.	57,5° N,	153,5° W	7 39 58	3,77 (2)	Apia, Berkeley	(Alaska)
37	26. X.	14° N,	143,5° E	9 00 29	4,05 (3)	Apia, Honolulu, Zikawei	bei den Marianen)
38	5. XII.	56,8° N,	154,5° W	12 27 02	4,16 (1)	Honolulu	(Alaska)

Tabelle 4.
Geschwindigkeit der seismischen Oberflächenwellen durch
Eurasien und Amerika.

Lfd. Nr.	Datum	Epizentrum		Stoßzeit		V [km sec ⁻¹]	Stationen
		Breite	Länge (Gr.)	M.	Gr. Z.		
	1905				h m s		
1	2. VI.	*34° 14' N,	132° 33' E	5	39 18	3,60 (4)	Göttingen, Hamburg Jena, Potsdam
		(Japan)					
2	6. VII.	37,5° N,	143° E	16	20 39	3,66 (3)	Göttingen, Jena, Potsdam
		(Japan-Graben)					
	1906						
3	18. IV.	*38° 03' N,	122° 48' W	*13	12 28	3,77 (5)	Albany, Cheltenham, Tacubaya, Toronto, Washington
		(Kalifornien)					
4	23. XII.	54° N,	147° W	17	20 43	3,47 (3)	Baltimore, Cheltenham, Washington
		(Golf von Alaska)					
	1907						
5	18. IV.	*13° 38' N,	122° 52' E	20	59 52	3,97 (4)	Göttingen, Hamburg, Jena, Potsdam
		(Philippinen)					
6	18. IV.	*13° 38' N,	122° 52' E	23	52 32	3,98 (4)	Göttingen, Hamburg, Jena, Potsdam
		(Philippinen)					
7	4. V.	*27° 07' N,	142° 14' E	8	36 14	3,49 (3)	Göttingen, Hamburg, Jena
		(beiden Bonin-Inseln)					
8	20. VII.	*7° 06' N,	125° 36' E	13	38 16	4,00 (4)	Göttingen, Hamburg, Jena, Potsdam
		(Philippinen)					
9	21. X.	*38° 20' N,	67° 45' E	4	23 25	3,87 (3)	Göttingen, Hamburg, Jena
		(Buchara)					
10	27. X.	*38° 20' N,	67° 45' E	5	15 57	3,85 (4)	Göttingen, Hamburg, Jena, Potsdam
		(Buchara)					

Tabelle 4 (Fortsetzung).

Lfd. Nr.	Datum	Epizentrum		Stoßzeit M. Gr. Z.	V [km sec ⁻¹]	Stationen
		Breite	Länge (Gr)			
	1908			h m s		
11	5 III.	8,0° N.	125,5° E (Philippinen)	2 17 43	3,92 (3)	Göttingen, Hamburg, Potsdam
12	15. V.	57,4° N.	145,0° W (Golf von Alaska)	8 31 06	3,76 (3)	Cheltenham, Ottawa, Toronto
	1911					
13	17. VI.	23,5° N.	123° E (bei Formosa)	5 10 33	3,62 (4)	Göttingen, Hamburg, Jena, Potsdam
14	22. IX.	61,4° N.	147,6° W (Alaska)	5 01 09	3,51 (2)	Cheltenham, Ottawa
15	13. X.	47,0° N.	158,0° E (bei Kamtschatka)	2 32 59	3,98 (3)	Göttingen, Jena, Potsdam
	1912					
16	10. VI.	55° N.	155,5° W (bei Alaska)	16 05 43	3,74 (3)	Cheltenham, Ottawa, Toronto
17	7. VII.	61° N.	151,5° W (Alaska)	7 57 12	4,07 (2)	Cheltenham, Toronto
18	8. VII.	62,5° N.	148,5° W (Alaska)	21 53 32	3,62 (2)	Cheltenham, Toronto
19	7. XI.	57,5° N.	153,5° W (Alaska)	7 39 58	4,06 (1)	Ottawa
20	5. XII.	56,8° N.	154,5° W (Alaska)	12 27 02	3,92 (1)	Ottawa

Es sind dies die Beben, welche in seiner oben zitierten Arbeit¹ die in der folgenden Liste angeführten Nummern tragen und zu denen unter Ausschaltung von Einzelwerten $< 3,3$ und $> 4,3$ [km sec⁻¹] die daneben gesetzten Geschwindigkeiten gehören (in Klammern sind wieder die Anzahl der zugrunde liegenden Einzelbeobachtungen hinzugefügt):

Nr. 1: 3,88 (3)	Nr. 23: 3,63 (1)	Nr. 58: 3,89 (3)
„ 5: 3,76 (2)	„ 43: 3,71 (2)	„ 60: 3,67 (2)
„ 8: 3,76 (1)	„ 46: 3,99 (2)	„ 61: 4,07 (2)
„ 9: 3,75 (3)	„ 51: 4,01 (1)	„ 64: 3,59 (2)
„ 10: 4,03 (2)	„ 53: 3,65 (4)	„ 67: 3,73 (1)
„ 16: 3,58 (2)	„ 54: 4,14 (3)	„ 69: 4,27 (1)
„ 18: 3,83 (1)	„ 55: 4,17 (1)	„ 76: 3,92 (3)
„ 19: 3,50 (2)	„ 56: 3,61 (4)	„ 79: 3,61 (1)
		„ 88: 4,06 (2)

Diese Daten stützen sich auf das neuere, zuverlässigere Beobachtungsmaterial der Jahre 1905 bis 1910 und können daher als homogen mit denen der Tabelle 4 angesehen und mit diesen nach demselben Gesichtspunkt zu einem Mittelwert vereinigt werden, der bei der Zusammenfassung der Geschwindigkeitswerte der Tabelle 3 maßgebend war. Damit ergibt sich dann aus 45 auf 112 Einzelbeobachtungen beruhenden V-Werten die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der seismischen Oberflächenwellen durch Eurasien und Amerika zu:

$$V = 3,801 \text{ [km sec}^{-1}\text{]} \pm 0,029 \text{ m. F.}$$

IV.

Auch jetzt zeigt sich also, daß den einleitenden theoretischen Erwägungen gemäß die Geschwindigkeit auf ozeanischen Wegen größer ist als auf kontinentalen, und zwar wieder um rund 0,1 [km sec⁻¹], und auch die für diese beiden Geschwindigkeiten gewonnenen Beträge selbst weichen nicht erheblich von den beiden im zweiten Teil dieser Arbeit erhaltenen Mittelwerten ab. Angesichts der nicht bedeutenden mittleren Fehler, zu denen die Untersuchung in diesem dritten Teil führte, wird man daher das Vorhandensein eines Unterschiedes als reell anerkennen dürfen, wenn sich auch seine Größe und seine absolute Lage bei den mancherlei Unsicherheiten und Vereinfachungen, mit denen die Berechnungen durchgeführt werden mußten, mit fortschreitender Forschung noch zweifellos etwas ändern mag. Die mittleren Fehler würden sich natürlich größer herausgestellt haben, wenn nicht schon die verschiedenen Geschwindigkeiten nach den Beobachtungen jeder einzelnen Station für jedes Beben zu

¹ l. c. Abschnitt IV und VII

Mittelwerten vereinigt worden wären, doch rechtfertigt sich dieses Vorgehen dadurch, daß auf diese Weise z. B. der Einfluß etwaiger Ungeuanigkeiten in der Ansetzung des Epizentrums oder infolge von Apparateigentümlichkeiten, die nicht zum Wesen der Sache gehören, herabgedrückt worden ist. Soweit ein Einfluß der Wellenperiode und damit, wie oben erwähnt, auch der Größe der zurückgelegten Strecke auf die Geschwindigkeit besteht, dürften in beiden Fällen, nämlich für die ozeanischen wie für die kontinentalen Wege, bei der Mannigfaltigkeit der verarbeiteten Beobachtungen in gleicher Weise in den erhaltenen Resultaten mittlere Verhältnisse zum Ausdruck kommen.

Der im zweiten Teil angeführte PECHAU'sche Wert $V = 3,787$ [km sec⁻¹] widerspricht unseren Ergebnissen nicht; denn seine Ableitung gründet sich mit auf die weniger verlässlichen Daten der früheren Jahre 1899 bis 1904, die vorwiegend zu niedrigen Geschwindigkeitswerten führten, außerdem aber sind nach dem benutzten Material die rein kontinentalen Wege wesentlich stärker vertreten als die rein ozeanischen. Und der Mittelwert, den PECHAU mit $V = 3,875$ [km sec⁻¹] aus 88 Beben der Jahre 1905 bis 1910 mit 177 Einzelbeobachtungen zur Hauptsache an den Stationen Göttingen, Hamburg, Jena und Potsdam fand, kann als zu den Resultaten dieser Arbeiten passend angesehen werden, namentlich, wenn man sich des Wertes $V = 3,818$ [km sec⁻¹] erinnert, der von mir aus einem Teil dieses Materials für rein kontinentale Wege erhalten wurde; denn obwohl auch bei dem gesamten Material die rein ozeanischen Wege ganz zurücktreten, so überwiegen doch durchaus die Wege von gemischter Beschaffenheit. So zeigt uns auch dieser Vergleich, daß die Resultate der vorliegenden, auf Grund eines kritisch gesichteten Materials ausgeführten Arbeit in ihrem Kernpunkt wohl als zutreffend angesehen werden dürfen, wenn sie auch durch Heranziehung weiterer Beobachtungen geprüft und, falls möglich, so durch Berücksichtigung der Dispersion, exakter gestaltet werden müssen.

Über Gerölle mit Eindrücken.

Von **Wilh. Kegel.**

Über die neuerdings von KESSLER (76) behandelte Frage der „Gerölle mit Eindrücken“ ist schon viel gesagt worden. Gelegentliche Beobachtungen darüber finden wir schon in der Literatur des 18. Jahrhunderts. In ihren Erklärungsversuchen sind diese älteren Autoren abhängig von den Lehrmeinungen ihrer Zeit; so denkt HURROX (1) an eine Entstehung der Eindrücke, während die Gerölle in der Erstarrung begriffen waren und I. T. WERNER (2)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [1921](#)

Autor(en)/Author(s): Tams E.

Artikel/Article: [Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der seismischen Oberflächenwellen längs kontinentaler und ozeanischer Wege. \(Schluß.\) 75-82](#)