

Mitteilungen **der Erdbeben-Kommission**

Neue Folge — Nr. 54

Das Judenburger Erdbeben vom 1. Mai 1916

Von

Norbert Stücker

(Mit 2 Textfiguren)

Aus dem Physikalischen Institut der Universität Graz

Wien, 1918

Aus der Staatsdruckerei.

In Kommission bei Alfred Hölder

Universitätsbuchhändler

Buchhändler der Akademie der Wissenschaften

Die »Mittellungen der Erdbeben-Kommission« erschienen bisher in den Sitzungsberichten der mathem.-naturw. Klasse, Abteilung I. Von nun an werden sie als besondere Ausgabe veröffentlicht werden.

Bisher sind folgende Nummern der »Mittellungen« ausgegeben worden:

- I. Bericht über die Organisation der Erdbeben-Beobachtung nebst Mitteilungen über während des J. 1896 erfolgte Erdbeben, zusammengestellt von Ed. v. Mojsisovic's (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft II) — K 60 h.
- II. Bericht über das Erdbeben von Brüx am 3. November 1896, von Friedrich Becke (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft II) — K 50 h.
- III. Bericht über das Erdbeben vom 5. Jänner 1897 im südlichen Böhmerwalde, von Friedrich Becke (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft III) — K 40 h.
- IV. Bericht über die im Triester Gebiete beobachteten Erdbeben am 15. Juli, 3. August und 21. September 1897, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft IX) — K 40 h.
- V. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1897 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovic's (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft V) 3 K 40 h.
- VI. Die Erschütterungen Laibachs in den Jahren 1851 bis 1886, vorwiegend nach den handschriftlichen Aufzeichnungen K. Deschmanns, von Ferdinand Seidl (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft VI) — K 50 h.
- VII. Verhalten der Karlsbader Thermen während des voigtländisch-westböhmisches Erdbebens im Oktober—November 1897, von Josef Knett (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft VI) 2 K 60 h.
- VIII. Bericht über das Graslitzer Erdbeben vom 24. Oktober bis 25. November 1897, von Friedrich Becke (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft VII) 5 K 40 h.
- IX. Bericht über die unterirdische Detonation von Melnik in Böhmen vom 8. Apr. 1898, v. J. N. Woldfich (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft X) — K 90 h.
- X. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1898 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovic's (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft IV) 3 K 20 h.
- XI. Die Einrichtung der seismischen Station in Triest und die vom Horizontalpendel aufgezeichneten Erdbebenstörungen von Ende August 1898 bis Ende Febr. 1899, von Ed. Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft V) 1 K — h.
- XII. Übersicht der Laibacher Osterbebenperiode für die Zeit vom 16. April 1895 bis Ende Dez. 1898, v. F. Seidl (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft V) — K 70 h.
- XIII. Bericht über das obersteierische Beben vom 27. November 1898, von Rudolf Hoernes (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft V) 1 K 10 h.
- XIV. Bericht über die obersteierischen Beben des ersten Halbjahres 1899 (zumal über die Erschütterungen vom 1., 7. und 29. April), von Rudolf Hoernes (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft VIII) 2 K 10 h.
- XV. Bericht über Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster, von Franz Schwaab (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) 1 K 10 h.
- XVI. Bericht über das niederösterreichische Beben vom 11. Juni 1899, von F. Noé (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) — K 60 h.
- XVII. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlert'schen Horizontalpendel vom 1. März bis Ende Dezember 1899, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) — K 90 h.
- XVIII. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1899 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovic's (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft III) 3 K 30 h.
- XIX. Die tägliche periodische Schwankung des Erdbodens nach den Aufzeichnungen eines dreifachen Horizontalpendels zu Triest, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft VII) 3 K 20 h.
- XX. Über die Beziehungen zwischen Erdbeben und Detonationen, von Josef Knett (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft IX) — K 80 h.
- XXI. Bericht über das Detonationsphänomen im Duppauer Gebirge am 14. August 1899, von Josef Knett (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft IX) 1 K — h.

Neue Folge:

- I. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Lemberg, von W. Lásk a 1 K 90 h.
- II. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1900 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben, von Edmund v. Mojsisovics 2 K 30 h.
- III. Bericht über die seismischen Ereignisse des Jahres 1900 in den deutschen Gebieten Böhmens, von V. Uhlig 3 K — h.
- IV. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1900, von P. Franz Schwab — K 60 h.
- V. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehler'schen Horizontalpendel im Jahre 1900, von Eduard Mazelle 1 K — h.
- VI. Das nordostböhm. Erdbeben vom 10. Jän. 1901, von J. N. Woldřich 1 K 60 h.
- VII. Erdbeben und Stoßlinien Steiermarks, von R. Hoernes 2 K 10 h.
- VIII. Die Erdbeben Polens. Des historischen Teiles I. Abt., v. W. Lásk a — K 80 h.
- IX. Bericht über die Erdbeben-Beobachtungen in Lemberg während des Jahres 1901, von Prof. Dr. W. Lásk a 1 K 10 h.
- X. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1901 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben, von Edmund v. Mojsisovics 3 K 30 h.
- XI. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehler'schen Horizontalpendel im Jahre 1901, nebst einem Anhang über die Aufstellung des Vicentini'schen Mikroseismographen, von Eduard Mazelle 1 K 20 h.
- XII. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1901, von Prof. P. Franz Schwab — K 40 h.
- XIII. Das Erdbeben von Saloniki am 5. Juli 1902 und der Zusammenhang der makedonischen Beben mit den tektonischen Vorgängen in der Rhodopemasse, von R. Hoernes 2 K — h.
- XIV. Über die Berechnung der Fernbeben, von Prof. Dr. W. Lásk a . . . — K 30 h.
- XV. Die mikroseismische Pendelruhe und ihr Zusammenhang mit Wind und Luftdruck, von Eduard Mazelle 2 K 60 h.
- XVI. Vorläufiger Bericht über das erzgebirgische Schwarmbeben vom 13. Februar bis 25. März 1903, mit einem Anhang über die Nacherschütterungen bis Anfang Mai, von J. Knett — K 80 h.
- XVII. Das Erdbeben von Sinj am 2. Juli 1898, von Adolf Faidiga 2 K 90 h.
- XVIII. Das Erdbeben am Böhm. Pfahl am 26. Nov. 1902, von J. Knett. — K 80 h.
- XIX. Allgemeiner Bericht und Chronik der im J. 1902 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben, v. Ed. v. Mojsisovics. (Mit einem Anhang: Bericht über die Aufstellung zweier Seismographen in Pfibram, v. Dr. H. Benn dorf) 2 K 60 h.
- XX. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehler'schen Horizontalpendel im Jahre 1902, von Eduard Mazelle 1 K 40 h.
- XXI. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1902, von Prof. P. Franz Schwab — K 50 h.
- XXII. Bericht über die seismologischen Aufzeichnungen des Jahres 1902 in Lemberg, von Prof. Dr. W. Lásk a — K 70 h.
- XXIII. Über die Verwendung der Erdbebenbeobachtungen zur Erforschung des Erdinnern, von Prof. Dr. W. Lásk a — K 40 h.
- XXIV. Berichte über das makedonische Erdbeben vom 4. April 1904, von Prof. R. Hoernes 1 K — h.
- XXV. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1903 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben, von Edmund v. Mojsisovics 3 K 40 h.
- XXVI. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1903, von Prof. P. Franz Schwab — K 40 h.
- XXVII. Bericht über das Erdbeben in Untersteiermark und Krain am 31. März 1904, von Prof. Dr. R. Hoernes und Prof. F. Seidl 1 K — h.
- XXVIII. Jahresbericht des Geodynamischen Observatoriums zu Lemberg für das Jahr 1903, nebst Nachträgen zum Katalog der polnischen Erdbeben, von Prof. Dr. W. Lásk a — K 60 h.
- XXIX. Über die Art der Fortpflanzung der Erdbebenwellen im Erdinneren (I. Mitteilung), von Dr. Hans Benn dorf — K 60 h.

- XXX. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlerl'schen Horizontalpendel im Jahre 1908, nebst einer Übersicht der bisherigen fünfjährigen Beobachtungsreihe, von Eduard Mazelle — K 90 h.
- XXXI. Über die Art der Fortpflanzung der Erdbebenwellen im Erdinneren (II. Mitteilung), von Dr. Hans Benndorf 1 K 50 h.
- XXXII. Über das Mürtzaler Erdbeben vom 1. Mai 1885, v. Dr. F. Heritsch 2 K 40 h.
- XXXIII. Beschreibung des seismischen Observatoriums der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, von Dr. Viktor Conrad 1 K — h.
- XXXIV. Bericht über das Erdbeben vom 19. Februar 1908, von Dr. Franz Nö 1 K — h.
- XXXV. Über die pulsatorischen Oszillationen (mikroseismische Unruhe) des Erdbodens im Winter 1907/1908 in Wien, von Dr. Rudolf Schneider 1 K 50 h.
- XXXVI. Die zeitliche Verteilung der in den österreichischen Alpen- und Karstländern gefühlten Erdbeben in den J. 1897—1907, von Dr. V. Conrad . 1 K — h.
- XXXVII. Die Geschwindigkeit der Erdbebenwellen in verschiedenen Tiefen, von Prof. W. Trabert — K 30 h.
- XXXVIII. Seismische Laufzeitkurven, von Prof. Dr. W. Láska — K 40 h.
- XXXIX. Seismische Registrierungen in Wien, k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, im Jahre 1909 (mit einigen Hilfstabellen zur Analyse von Bebenogrammen), von Dr. V. Conrad 1 K 30 h.
- XL. Das Scheibßer Erdbeben vom 17. Juli 1876, von A. Kowatsch . . 1 K 70 h.
- XLI. Seismische Registrierungen in Wien, k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, im Jahre 1910, von Dr. Rudolf Schneider . . 1 K 20 h.
- XLII. Bericht über das Erdbeben in den Alpen vom 13. Juni 1910, von Dr. Josef Schorn 2 K — h.
- XLIII. Das mittelsteirische Erdbeben v. 22. Jän. 1912 v. Dr. F. Heritsch — K 80 h.
- XLIV. Die zeitliche Verteilung der in den Jahren 1897 bis 1907 in den österreichischen Alpen- und Karstländern gefühlten Erdbeben (ein Beitrag zum Studium der sekundär auslösenden Ursachen der Erdbeben) (II. Mitteilung) von Prof. V. Conrad — K 80 h.
- XLV. Seismische Registrierungen in Wien, k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, im Jahre 1911, von Dr. Rudolf Schneider . . 1 K 30 h.
- XLVI. Über die Bestimmung von Azimut und scheinbarem Emergenzwinkel longitudinaler Erdbebenwellen, von H. Benndorf. — K 60 h.
- XLVII. Seismische Registrierungen in Wien, k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, im Jahre 1912, von Dr. Rudolf Schneider . . 1 K 30 h.
- XLVIII. Seismische Aufzeichnungen in Laibach, gewonnen an der Erdbebenwarte im Jahre 1913, von Prof. A. Achitsch — K 30 h.
- XLIX. Das Judenburger Erdbeben vom 1. Mai 1916, von Dr. F. Heritsch — K 50 h.
- L. Vorrichtung zum mechanischen Auswerten von Bebenkurven, von Wilhelm Schmidt — K 50 h.
51. Das Oberburger Erdbeben vom 28. Oktober 1916 und seine Nachbeben, von Franz Heritsch und Norbert Stücker 1 K 30 h.
52. Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1917, von Dr. A. Tornquist 5 K — h.
53. Transversalbeben in den nordöstlichen Alpen, von Franz Heritsch 5 K — h.

Das Judenburger Erdbeben vom 1. Mai 1916

Von

Norbert Stücker

Aus dem Physikalischen Institut der Universität Graz

(Mit 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juni 1918)

Der Markt Judenburg in Obersteiermark wurde am 1. Mai 1916 um 12^h 24^m mittags von einem heftigen Erdbeben heimgesucht, welches auch einigen Schaden an Gebäuden verursachte. Indem ich bezüglich der näheren Angaben auf die Abhandlung von Dr. F. Heritsch¹ verweise, möchte ich nur erwähnen, daß das Zentrum des Bebens nach Ansicht dieses Forschers mindestens 5 *km* unter der Erdoberfläche und das Epizentrum auf Grund makroseismischer Nachrichten in Judenburg selbst oder dessen nächster Umgebung zu suchen ist.

Es kam mir bei meinen Untersuchungen darauf an, aus den Ankunftszeiten der wichtigsten Wellengattungen in den einzelnen Stationen die genaue Lage des Herdes zu bestimmen. Das Beobachtungsmaterial, welches mir zur Verfügung stand, war unter Berücksichtigung des Krieges ein relativ großes: ich erhielt, soweit die Wochenberichte nicht ohnedies regelmäßig einliefen, auf meine Anfrage Beobachtungsdaten von 15 Stationen, nämlich (außer Graz) von Triest, Agram, Wien, Pola, München, Budapest, Krakau, Zürich, Jugenheim, Heidelberg, Straßburg, Moncalieri, Potsdam, Hamburg und De Bildt.

¹ Das Judenburger Erdbeben vom 1. Mai 1916. Mitt. d. Erdb.-Komm. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, N. F. Nr. 49.

In Lemberg wurde das Beben merkwürdigerweise überhaupt nicht registriert.

Zunächst ermittelte ich aus den Laufzeitkurven von A. Mohorovičić, welche für eine Herdtiefe von 0, 25 und 45 km gegeben sind, durch Interpolation die entsprechenden Werte für die Herdtiefen von 5 zu 5 km, konstruierte mir auf graphischem Wege die Koordinaten φ und λ des Epizentrums und berechnete mit Hilfe von hypothetischen, den einzelnen Herdtiefen entsprechenden Herdzeiten aus den Laufzeiten der \underline{P} die Differenzen F zwischen den beobachteten und den berechneten Eintrittszeiten der \underline{P} , wobei erstere (t) in ganzen Sekunden gegeben, letztere (t^*) auf Zehntelsekunden berechnet sind. Da die Berechnung der Epizentralentfernungen mittels loxodromischer Linien sich als zu ungenau erwies, wurden sie ausnahmslos nach dem Kosinussatze bestimmt. Aus diesem Beobachtungsmaterial wollen wir nun für die folgende Tabelle sechs Stationen mit unbedingt verlässlich erscheinenden Werten auswählen. (Siehe folgende Seite!)

In dieser Tabelle sind wegen Raumersparnis nur die Werte der t^* für Herdtiefen von 15 zu 15 km angegeben (die beiden letzten Kolonnen kommen vorläufig außer Betracht). Übergehen wir zunächst die Station Graz und variieren wir die Herdzeit so lange, bis die Summe der entsprechenden Fehlerquadrate ein Minimum wird, so überschreiten die einzelnen Fehler nirgends eine halbe Sekunde. Da diese infolgedessen innerhalb der erreichbaren Genauigkeit liegen, so könnte noch kein Schluß auf die Herdtiefe gezogen werden, wenn wir nicht eben die Beobachtungen der Station Graz zu Hilfe nehmen. Die Zehntel der berechneten Eintrittszeiten der \underline{P} sind zwar auch für diese letztere Station wertlos, doch habe ich sie in obiger Tabelle berücksichtigt, damit nicht, wenn eine Abrundung auf ganze Sekunden (z. B. in der Kolonne für 15 km Herdtiefe) zufälligerweise fast nur im gleichen Sinne erfolgt, die Fehler sich summieren und das Resultat zu sehr beeinflussen. Wir sehen, daß die Werte von Graz sich nicht ohne weiteres denen der anderen Stationen anschließen, daß aber die Fehlerkurve für diese Station zwischen 30 und 45 km Herdtiefe irgendwo die Null passiert.

	Δ in Kilo- metern	λ	0		15		30		45		38	
			t^*	F	t^*	F	t^*	F	t^*	F	t^*	F
Herd.....	—	—	57·4 ^s	—	0·2	—	2·7	—	5·0	—	3·0	—
Graz.....	69	24 ^m 11 ^s	9·8	+ 1·2	10·2	+ 0·8	10·6	+ 0·4	11·5	— 0·5	11·0	0·0
Triest.....	168	24 28	27·8	+ 0·2	27·8	+ 0·2	27·8	+ 0·2	27·8	+ 0·2	27·8	+ 0·2
Agram.....	170	24 28	28·0	0·0	28·0	0·0	28·0	0·0	28·0	0·0	28·0	0·0
Wien.....	189	24 31	31·4	— 0·4	31·4	— 0·4	31·3	— 0·3	31·2	— 0·2	31·2	— 0·2
Pola.....	251	24 42	42·6	— 0·6	42·4	— 0·4	42·4	— 0·2	41·9	+ 0·1	42·0	0·0
München.....	252	24 42 $\frac{1}{2}$ ^s	42·8	— 0·3	42·7	— 0·2	42·5	0·0	42·0	+ 0·5	42·3	+ 0·2
			$\Sigma F^2 =$	2·09		1·04		0·33		0·59		0·12

Die Zahlen unter t^* bedeuten Sekunden. Hierbei ist für die Zahl 57·4 in der Kolonne unter 0 km Herdtiefe 24^m, in allen anderen Fällen 24^m vorauszusetzen.

Auch das Minimum der Fehlerquadrate aller sechs Stationen (in der Tabelle mit ΣF^2 angegeben) scheint in der Nähe zu liegen. Wenn wir nun die Werte der Fehlerquadrate für verschiedene Herdtiefen berechnen und durch diese eine Kurve,¹ legen, so zeigt sich, daß das Minimum derselben bei ungefähr 38 km Herdtiefe zu suchen ist (Fig. 1). Für diesen Fall gelten die in den beiden letzten Kolonnen eingetragenen Werte; die

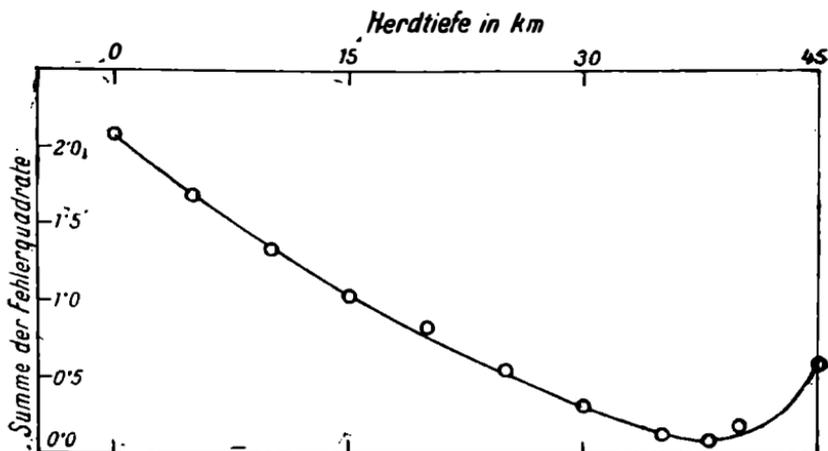


Fig. 1.

Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Eintrittszeiten der \underline{P} sind, wie man sieht, so gering, daß wir sie vernachlässigen können und auch die Konstruktion einer Fehlerellipse fortfällt.

Analog wollen wir nun, die Epizentraldistanzen voriger Tabelle zugrunde legend, prüfen, wie es mit den Maximalwellen aussieht. Für Entfernungen bis zu 400 km fallen diese (nach den Laufzeit tabellen von Mohorovičić) mit den \underline{S} zusammen.

¹ Da die Punkte der Kurve nur dann ganz richtig sind, wenn die algebraische Summe der Fehler gleich Null ist, so darf, im Gegensatze zu anderen Fällen, keine »mittlere« Kurve gezeichnet werden, sondern bei etwaiger Unregelmäßigkeit in der Aufeinanderfolge von Punkten müssen die tiefstgelegenen Punkte sich auf der Kurve befinden.

	<i>t</i>	0		15		30		45 km	
		<i>t</i> *	<i>F</i>	<i>t</i> *	<i>F</i>	<i>t</i> *	<i>F</i>	<i>t</i> *	<i>F</i>
Herd.....	—	23 ^m 57·4 ^s	—	24 ^m 0·2 ^s	—	24 ^m 2·7 ^s	—	24 ^m 5·0 ^s	—
Graz.....	24 ^m 17 ^s	24 16·5	+ 0·5	24 17·3	— 0·3	24 18·0	— 1·0	24 19·9	— 2·9
Triest.....	24 49	24 48·8	+ 0·2	24 48·9	+ 0·1	24 48·9	+ 0·1	24 48·9	+ 0·1
Agram.....	24 51	24 49·4	+ 1·6	24 49·5	+ 1·5	24 49·5	+ 1·5	24 49·5	+ 1·5
Wien.....	24 52	24 55·2	— 3·2	24 55·3	— 3·3	24 55·3	— 3·3	24 55·3	— 3·3
Pola.....	25 10	25 14·3	— 4·3	25 14·1	— 4·1	25 13·4	— 3·4	25 11·3	— 1·3
München ..	25 17	25 14·8	+ 2·2	25 14·5	+ 2·5	25 13·7	+ 3·3	25 11·6	+ 5·4

Es zeigt sich, daß die Übereinstimmung im Gegensatz zu dem von mir bearbeiteten Oberburger Beben für die Maximalphase keine gute mehr ist. Ich will jedoch zunächst die vollständige, alle in Betracht kommenden Stationen und Wellenarten enthaltende Tabelle bringen und mich erst nachher auf eine Diskussion der Resultate einlassen.

Vollständige Übersicht über die Koordinaten, Epizentral- der wichtigsten

	Koordinaten		Δ		P			
	φ	λ	$^{\circ}$	$'$	km	t	t^*	F
Herd.....	47° 4'	14° 33'	—	—	—	—	24 ^m 4 ^s	—
Graz.....	47 5	15 27	0° 37'	—	69	—	—	—
Triest.....	45 38 ¹ / ₂	13 46	1 31	—	168	—	—	—
Agram.....	45 49	15 54	1 32	—	170	—	—	—
Wien.....	48 15	16 21	1 42	—	189	—	—	—
Pola.....	44 52	13 51	2 15 ¹ / ₂	—	251	—	—	—
München.....	48 5	11 36 ¹ / ₂	2 16	—	252	—	—	—
Budapest...	47 29 ¹ / ₂	19 4	3 5	—	343	—	—	—
Krakau.....	50 4	19 58	3 54 ¹ / ₂	—	435	—	—	—
Zürich.....	47 23	8 35	4 31 ¹ / ₂	—	451	25 ^m 2 ^s	25 ^m 6 ^s	+4
Jugenheim..	49 45 ¹ / ₂	8 39	4 45	—	528	25 16	25 11	+5
Heidelberg..	49 24	8 43	4 49	—	535	25 13	25 12	+1
Straßburg...	48 35	7 46	4 57 ¹ / ₂	—	551	—	—	—
Moncalieri..	45 0	7 41	5 11	—	576	25 19	25 17	+2
Potsdam....	52 23	13 4	5 24	—	600	—	—	—
Hamburg....	53 33 ¹ / ₂	9 59	7 7	—	791	25 51	25 47	+4
De-Bildt....	52 6	5 11	7 52 ¹ / ₂	—	876	25 57	25 55	+2

distanzen und beobachteten und berechneten Eintrittszeiten
Wellengattungen.

<u>P</u>			<u>S = i M</u>			<u>R₁S</u>		
<i>t</i>	<i>t</i> *	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>t</i> *	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>t</i> *	<i>F</i>
—	24 ^m 4 ^s	—	—	24 ^m 4 ^s	—	—	24 ^m 4 ^s	—
24 ^m 11 ^s	24 11	0	24 ^m 17 ^s	24 19	- 2	—	—	—
24 28	24 28	0	24 49	24 49	0	—	—	—
24 28	24 28	0	24 51	24 50	+ 1	—	—	—
24 31	24 31	0	24 52	24 55	- 3	—	—	—
24 42	24 42	0	25 10	25 12	- 2	—	—	—
24 42 ¹ / ₂	24 42 ¹ / ₂	0	25 15	25 13	+ 2	—	—	—
25 0	24 58	+ 2	25 29 ¹ / ₂	25 41	-11	—	—	—
—	—	—	—	—	—	32·2 ^m	26·2 ^m	+6 ^m
25 19	25 17	+ 2	26 16	26 13	+ 3	—	—	—
—	—	—	26 30	26 36	+ 3	—	—	—
—	—	—	26 31	26 38	- 7	—	—	—
25 33	25 34	- 1	26 40	26 42	- 2	26 ^m 49 ^s	26 ^m 47 ^s	+ 2
—	—	—	—	—	—	27 15	26 55	+20
26 3	25 43	+20	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	27 57	27 55	+2
—	—	—	—	—	—	28 27	28 25	+2

In vorliegender Tabelle sind sämtliche Stationen enthalten, von denen Nachrichten zu erlangen waren, und nach steigenden Epizentralentfernungen geordnet. Unter den P sind die »normalen« P , unter $R \underline{S}_1$ die an der unteren Grenzschichte von 50 km Tiefe einmal reflektierten \underline{S} zu verstehen (siehe die Beilage der Agramer Wochenberichte 1915). Was die einzelnen Daten betrifft, so zeigt sich zunächst, daß der Wert der Station Krakau überhaupt unbrauchbar ist. Im übrigen besitze ich die Diagramme von Graz, München, Hamburg und De Bildt und habe sie sämtlich selbst durchgemessen. Der Einsatz der \underline{P} erscheint in Zürich sowie in den unter 200 km Entfernung gelegenen Stationen deutlich ausgeprägt zu sein, da er durchwegs als » iP « bezeichnet wird. Um so mehr ist daher zu verwundern, daß der Einsatz der Maximalphase in Heidelberg einen Fehler von -7^s aufweist, obwohl er im Berichte ausdrücklich die Benennung » iL « trägt. Vielleicht handelt es sich hier um eine der von Mohorovičić untersuchten Zwischenwellen $R_0 \underline{S}$ u. dgl.

Daß die Fehler namentlich der entfernter gelegenen Stationen zumeist positiv sind, läßt sich leicht erklären. Wenn schon bei den P und \underline{P} die ersten Wellen oft so kleine Amplituden besitzen, daß sie nicht wahrnehmbar sind, so bestehen die ersten Maximalwellen zumeist aus übereinander gelagerten Wellen von zweierlei Schwingungsdauer, indem zu den starken Wellen von 1 bis 3 Sekunden Schwingungsdauer sich schwächere Wellen von 6 Sekunden aufwärts superponieren. Wenn nun die P klein sind, so können letztere oft recht schwach ausgeprägt sein und es kann daher leicht der Moment dieses Eintrittes bei der Gegenwart der anderen Wellengattung auf dem Registrierstreifen später, als es der Wahrheit entspricht, abgeschätzt werden.

Daß in Graz der Fehler für \underline{S} negativ ist, dürfte wohl seinen Grund darin haben, daß durch irgendeine stärkere Welle die beiden Zeiger abgeworfen wurden und die wirklichen Maximalwellen erst einige Sekunden später eintrafen, folglich überhaupt nicht zur Beobachtung gelangten. Inwiefern bei einer relativ nahegelegenen Station wie Budapest ein Beobachtungsfehler vorliegt, konnte ich nicht ermitteln. Aus-

den Aufzeichnungen der größeren Stationen, wie Hof, Leipzig, Breslau, Karlsruhe, Frankfurt a. M., Bochum, Aachen, Padua und Florenz Xim., über die wir leider nicht verfügen, würde sich ergeben, ob das Beben, wie es den Anschein hat, zur Kontrollierung der Laufzeitkurven der ersten Vorläufer zu verwenden ist.

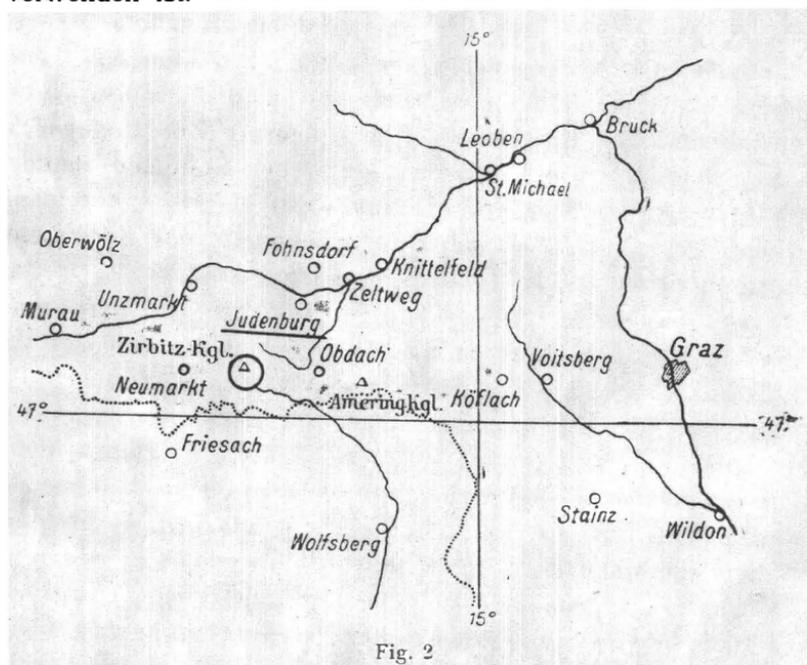


Fig. 2

Jedenfalls ist das aus den ersten sechs in der Tabelle befindlichen Stationen sich ergebende Epizentrum von $47^{\circ} 4'$ nördlich und $14^{\circ} 33'$ östlich bei einer Herdtiefe von 38 km und einer Herdzeit von $10^{\text{h}} 24^{\text{m}} 4^{\text{s}}$ genügend bestimmt, wenn wir (siehe Fig. 2), mit einer Genauigkeit von 1° rechnend, um diesen Punkt mit dem Radius von 3 km (der Laufzeit der P entsprechend) einen Kreis beschreiben. Das Epizentrum würde somit in der Nähe des Zirbitzkogels südwestlich von Judenburg zu suchen sein.