

Akademie der Wissenschaften in Wien  
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

---

# Mitteilungen der Erdbeben-Kommission

Neue Folge — Nr. 63

Schwankungen der seismischen Aktivität in  
verschiedenen Faltungsgebieten

Von

Victor Conrad (Wien)

(Mit 3 Textfiguren)

Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Wien 1926

Hölder-Pichler-Tempsky, A.-G., Wien und Leipzig  
Kommissionsverleger der Akademie der Wissenschaften in Wien

Druck der Österreichischen Staatsdruckerei 4918 26

Die »Mitteilungen der Erdbeben-Kommission« erschienen bis 1900 in den Sitzungsberichten der mathem.-naturw. Klasse, Abteilung I. Seitdem werden sie als besondere Ausgabe veröffentlicht.

Bisher sind folgende Nummern der »Mitteilungen« ausgegeben worden:

- I. Bericht über die Organisation der Erdbeben-Beobachtung nebst Mitteilungen über während des J. 1896 erfolgte Erdbeben, zusammengestellt von Ed. v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft II) . . . S 0-95.
- II. Bericht über das Erdbeben von Brüx am 3. November 1896, von Friedrich Becke (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft II) . . . S 0-80.
- III. Bericht über das Erdbeben vom 5. Jänner 1897 im südlichen Böhmerwalde, von Friedrich Becke (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft III) . . . S 0-65.
- 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) . . . S 0-65.
- V. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1897 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft V) . . . S 5-45.
- 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) . . . S 0-80.
- 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) . . . S 4-15.
- 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) . . . S 8-65.
- IX. Bericht über die unterirdische Detonation von Melnik in Böhmen vom 8. Apr. 1898, v. J. N. Woldrich (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft X) S 1-45.
- X. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1898 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft IV) . . . S 5-10.
- 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) S 1-60.
- 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) S 1-10.
- XIII. Bericht über das obersteierische Beben vom 27. November 1898, von Rudolf Hoernes (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft V) . . . S 1-75.
- 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) . . . S 3-35.
- XV. Bericht über Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster, von Franz Schwab (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) . . . S 1-75.
- XVI. Bericht über das niederösterreichische Beben vom 11. Juni 1899, von F. Noë (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) . . . S 0-95.
- XVII. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlerst'schen Horizontalpendel vom 1. März bis Ende Dezember 1899, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) . . . S 1-45.
- XVIII. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1899 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft III) . . . S 5-10.
- 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) . . . S 5-10.
- XX. Über die Beziehungen zwischen Erdbeben und Detonationen, von Josef Knett (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft IX) . . . S 1-30.
- XXI. Bericht über das Detonationsphänomen im Duppauer Gebirge am 14. August 1899, von Josef Knett (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft IX) . . . S 1-60.

# Schwankungen der seismischen Aktivität in verschiedenen Faltungsgebieten

Von

Victor Conrad (Wien)

(Mit 3 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 17. Juni 1926)

## Einleitung.

Beim Lesen des ausgezeichneten Buches von E. Tams, »Die Frage der Periodizität der Erdbeben«<sup>1</sup> ist mir wieder die Tatsache aufgefallen, daß das scheinbar so einfache Problem der direkten oder indirekten Abhängigkeit der Erdbebenhäufigkeit von der Höhe der Sonne, respektive ihrer Deklination (täglicher und jährlicher Häufigkeitgang) noch immer nicht in einheitlicher Weise geklärt ist. So meint E. Tams (l. c. p. 43) in bezug auf Untersuchungen von japanischem Material, »im übrigen ist das Ergebnis dieser Untersuchung für die Annahme der realen Existenz einer ganztägigen Periode nicht gerade günstig.« Auch über den jährlichen Gang kann man noch lange kein definitives Urteil abgeben.<sup>2</sup> Diese Umstände veranlassen mich im folgenden über Untersuchungen zu berichten, die ich in Fortsetzung früherer Arbeiten an einem möglichst objektiven Material angestellt habe. Seit dem Jahre 1906 liegen von der Wiener Seismischen Station der Zentral-Anstalt für Meteorologie praktisch lückenlose Registrierungen vor. Die Lage von Wien bedingt es, daß hier eine relativ große Anzahl von Nahbeben ( $\Delta \leq 1000 \text{ km}$ ) zur Registrierung gelangen. Die 20 Jahre 1906 bis 1925 lieferten 658 Nahbebendiagramme.

## § 1. Kritik des Materials.

Das von automatischen Seismographen gewonnene Material ist frei von den Mängeln, die die physio-psychologische Erklärungsart (Montessus de Ballore) als möglich erscheinen lassen. Dennoch ist es nötig, die auch hier eventuell auftretenden Fehlerquellen zu besprechen. Es wurden alle Nahbeben aus den Wiener Seismischen Berichten entnommen ohne Rücksicht auf die Größe des Diagramms. Das Göttinger Schema unterscheidet vier Intensitätsgrade (0—III). Diagramme von der Stärke 0, namentlich Nahbebendiagramme können dem Beobachter leicht entgehen. Wien ist eine ziemlich gestörte Station. Die Störungen fallen hauptsächlich auf die Tagesstunden.

---

<sup>1</sup> Bornträger, Berlin, 1926.

<sup>2</sup> S. auch A. Sieberg, Erdbebenkunde, Jena 1923, p. 122 u. f.

Scheinbar größere Häufung schwacher Diagramme in den Nachtstunden ließe sich also auch hier aus den Fehlerquellen der Beobachtung deduzieren. Ein Unterschied zwischen Sommer- und Winterhalbjahr dürfte nicht bestehen. Die starke Mikrounruhe im Winter stört in keiner Weise die Auffindung der kurzperiodischen Störungen. Eher können durch die Mikrounruhe lange schwache Fernbebenwellen verloren gehen. Es bleibt noch die Veränderlichkeit der Aufmerksamkeit des Beobachters übrig, die für die Untersuchung des täglichen Ganges gar nicht in Betracht kommt, jedoch an der Ausbildung eines gefälschten jährlichen Ganges Schuld tragen könnte. Nach E. Huntington<sup>1</sup> hat die Aufmerksamkeit zwei Maxima, im Frühling und Herbst. Ein durch die Variation der Aufmerksamkeit des Beobachters hervorgebrachter jährlicher Gang müßte daher einheitlich Häufigkeitsminima im Winter und im Sommer ergeben. Wechsel des Beobachters, der die Bebenanalysen durchführt, Stellvertretungen usw. können bei der Untersuchung von täglichem und jährlichem Häufigkeitgang weiter nicht schädlich wirken. Man muß wohl annehmen, daß innerhalb von 20 Jahren immer verschiedene Jahresabschnitte von solchen Unregelmäßigkeiten betroffen wurden, und so in dieser Beziehung kein ausgezeichneter Jahresteil existiert.

Alle Fehlerquellen, auf die hier hingewiesen werden mußte, fallen so ziemlich weg, wenn man nur die Diagramme der Intensität II und III in Betracht zieht. Sogar bei diesen Beben bleibt aber ein Mangel bestehen, der in besonderer Weise die Bearbeitung des makroseismischen Materials erschwert: die Nachbeben.

Im § 5 wird der Versuch gemacht werden, wenigstens den Weg anzudeuten, um durch ein quantitatives Kriterium die Nachbeben auszuschalten, die mit einem periodischen Ablauf der Häufigkeiten in keinem engen Zusammenhang stehen dürften.

Die in Betracht gezogenen Herde sollen nicht weiter als 1000 *km* von der Registrierstation in Wien entfernt sein. Vor allem muß festgestellt werden, daß gerade durch die Festsetzung einer Maximaldistanz, bei gleicher Diagramm-Intensität Beben von verschiedenstem Stärkegrade zur Aufzeichnung gelangen. Im ganzen wird die Energie mit dem Quadrat der Entfernung abnehmen, ohne Rücksicht auf den Extinktions-Koeffizienten, Reflexionen usw. Durch diesen Umstand kommen Beben verschiedenster Herdeneergie zur statistischen Behandlung. Der Untergrundfaktor (B. Gutenberg, H. Reich) spielt hier keine Rolle, da nur die Registrierungen einer Station in Betracht kommen. Die alpine, die dinarische und die apenninische Faltung werden vorzüglich die Beben aus-

<sup>1</sup> *Civilisation and Climate*, New Haven, Yale University Press, 1915, p. 80 u. f.

<sup>2</sup> Der 1000 *km* Kreis geht durch Kalabrien (Cosenza), umschließt so nahezu den ganzen Apennin, tritt bei Marseille wieder auf den Kontinent, umschließt den ganzen Alpenbogen, die südliche Ostsee, geht weiter durch Rußland durch, umschließt einen Teil des Balkans und kehrt über Saloniki, Korfu nach Kalabrien zurück.

senden, die aus dem umschriebenen Gebiet in Wien zur Registrierung gelangen.

Eine weitere Fehlerquelle ergibt sich aus eventuell falschen Diagnosen aus dem Diagramm. Namentlich in den ersten Jahren der Wiener Registrierung war die Forschung noch nicht so weit vorgeschritten, um mit Sicherheit Nahbeben-Diagramme von gewissen rudimentär ausgebildeten Fernbeben-Aufzeichnungen zu unterscheiden, die den ersten Einsatz und die ersten Reflexionen sehr stark hervortreten lassen, während die weiteren Phasen so schlecht entwickelt sind, daß sie nur zu leicht übersehen werden können. Immerhin sind das nicht zu häufige Fälle.<sup>1</sup>

Zusammenfassend muß man sagen, daß auch eine Statistik registrierter Beben, wenn es sich nicht um Ortsbeben handelt, zwar mit einer Reihe von möglichen, aber doch feststellbaren Fehlern behaftet ist. So wird das Material bedeutend objektiver sein als das makroseismische und zumindestens eine gute Ergänzung bieten können.

## § 2. Die tägliche und jährliche Häufigkeitsschwankung

sind aus Tab. I zu ersehen.

Tab. I gibt in Zeile a sämtliche Nahbeben, wie sie den Seismischen Berichten 1906 bis 1925 der Zentralanstalt für Meteorologie in Wien entnommen sind. Zeile b gibt das gleiche aber ohne Nachbeben. Dabei wurde ein Beben als Nachbeben bezeichnet, wenn es dem vorhergehenden in höchstens zwei Tagen nachfolgte und ihm ungefähr die gleiche Distanz zukommt. Die Ausschaltung der Nachbeben wurde vorgenommen, um die Periodizität reiner hervortreten zu lassen. Wenn auch nach E. Tams (l. c., p. 50) die Frequenz der Nachbeben nicht völlig frei von einer sonnentägigen Periodizität ist, so dürften hier doch die mechanischen Ausgleichsbestrebungen, die nach irgend einer Abklingungskurve verlaufen, die Hauptrolle spielen.

Schließlich wurden den Berichten die Beben stärkster Diagrammintensität (Göttinger Skala II und III) entnommen, um allen subjektiven Einflüssen zu entgehen. Einige wenige Beben mußten auch hier noch als Nachbeben eliminiert werden. Tabelle II gibt die Resultate der harmonischen Analyse der drei Reihen, die den täglichen Gang der Häufigkeit darstellen. Wenn man von der Reihe »Alle Beben« absieht, so fällt vor allem die relativ weitgehende Übereinstimmung der Phasenzeiten des Häufigkeitsganges auf, die zwischen den Reihen des vorliegenden Materials, der von E. Tams<sup>2</sup> bearbeiteten Reihe, sowie des vom Verfasser<sup>3</sup> seinerzeit untersuchten

<sup>1</sup> Die Längendifferenzen der Herde gegen Wien sind nicht groß genug, um erhebliche Fälschungen des täglichen Häufigkeitsganges hervorzubringen.

<sup>2</sup> E. Tams, Zur Frage der täglichen Periodizität in der Stoßfrequenz der Vogtländischen Erdbebenschwärme. Zeitschr. f. Angew. Geophysik, Bd. I, Heft 7, p. 200

<sup>3</sup> V. Conrad, Die zeitliche Verteilung usw. Mitt. d. Erdbebenkomm. d. Akad. d. Wiss., Wien, Nr. 36, 1909 und Nr. 44, 1912.

Tabelle I.

Zweistündige Frequenzzahlen der Beben.

Zeitintervalle	0—2h	2—4h	4—6h	6—8h	8—10h	10—12h	12—14h	14—16h	16—18h	18—20h	20—22h	22—0h	Summe	Mittel
a) alle Beben	46	65	61	53	48	48	47	62	61	49	67	51	658	54·8
b) ohne Nachbeben	34	50	40	33	24	30	30	35	33	31	46	32	418	34·8
c) Diagr. Int. II und III	11	18	15	7	9	7	7	13	9	6	13	5	120	10·0

Monatliche Häufigkeit.

Monate	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Summe	Mittel
a) alle Beben	77	39	45	38	64	61	55	70	61	60	49	39	658	54·8
β) ohne Nachbeben	35	29	31	33	49	40	39	27	37	37	34	27	418	34·8
γ) Diagr. Int. II und III	12	4	11	7	10	11	11	7	12	12	14	9	120	10·0

Tabelle II.

Konstanten der Fourierschen Reihen (direkt beobachtete Werte).

Tagesschwankung.

	Zahl	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$
a) alle Beben	658	54·8	3·1	5·6	3·4	6·8	3·5	132·3°	334·4°	258·7°	296·5°	9·2°
b) ohne Nachbeben	418	34·8	5·6	7·5	4·6	4·0	5·8	97·7	2·5	293·7	315·5	6·2
c) Intensität II und III	120	10·0	2·2	3·1	1·4	3·3	1·2	61·8	10·9	315·0	317·5	66·6

Eintrittszeiten der ersten Maxima.

Wellenlänge in Tagesteilen	1·0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$
a) alle Beben	21·2h	3·9h	4·3h	2·6h	1·1h
b) ohne Nachbeben	23·5	2·9	3·5	2·2	1·1
c) Intensität II und III	1·9	2·6	3·0	2·2	0·3
Makroseism. Material 1897—1907	0·7	2·5	3·2	3·0	
E. Tams, Vogtland Schwarm (1—6)	1·0	2·7	4·7	3·7	

Relative Amplituden  $a_n/a_0$  und Expektanz  $\epsilon$ .

	$a_n/a_0$	$a_n/a_0$	$a_n/a_0$	$a_n/a_0$	$a_n/a_0$	$\epsilon$
a) alle Beben	0·057	0·102	0·062	0·124	0·064	0·069
b) ohne Nachbeben	0·161	0·216	0·132	0·115	0·167	0·087
c) Intensität II und III	0·220	0·330	0·140	0·330	0·120	0·162

Materials besteht. Die mittlere Extremzeit der ganztägigen Welle der Zahlenreihen b und c differiert gegen das österreichische makroseismische Material 1897 bis 1907 um 4 Minuten, gegen das Material von E. Tams um 19 Minuten. Die größte Zeitdifferenz beim halbtägigen Glied beträgt bei den vier Zahlenreihen 23 Zeitminuten. Eine derartige Übereinstimmung der Phasenzeit kann nicht als zwingender Beweis für die Realität einer Periode aufgestellt werden. Gerade im Hinblick aber auf den nächsten Paragraphen muß doch die Übereinstimmung der Phasenzeiten als sehr bedeutsamer Umstand hervorgehoben werden. Die Wahrscheinlichkeit einer solchen zufälligen Koinzidenz ist eine ausnehmend kleine. Es wurde nun weiter eine Ausgleichung der Bebenhäufigkeitszahlen nach der Formel  $(a+2b+c)/4$  vorgenommen. Da eine solche Ausgleichung bei der Aufsuchung von Periodizitäten keineswegs unbedenklich ist, erscheint der Vergleich der Tab. II mit der Tab. III (ausgeglichene Werte) von Wichtigkeit. Man ersieht, was selbstverständlich erscheint, daß die Amplituden durch die Ausgleichung stark abgestumpft sind, daß aber die Phasenzeiten keine wesentliche, die direkte Beobachtung verschleiende Verschiebung erfahren haben.

Die Phasenzeiten des jährlichen Häufigkeitsganges, die auch aus Tab. III zu ersehen sind, zeigen, daß wir es im Gegensatz zum täglichen Häufigkeitsgang mit einem sehr irregulären Phänomen zu tun haben. Die Reihe A zeigt gegen die B-Reihe in den verschiedenen Gliedern unregelmäßige Verschiebungen um Monate. Die Übereinstimmung der Phasenzeit des 5. Gliedes kann nicht von Belang sein, da die Wahrscheinlichkeit der Koinzidenz bei Zufalls-werten um so größer wird, je mehr wir die Periodenlänge verkleinern. Schon der Umstand, daß eine zeitliche Beziehung zwischen A und B fehlt, läßt die reale Existenz einer Jahresschwankung der Häufigkeit bei dem vorliegenden Material stark bezweifeln.

### § 3. Die Kritik der Amplitudengrößen.

Vor allem muß festgestellt werden, daß die in Tab. III gegebenen Fourier'schen Reihen keine rasche Konvergenz zeigen, ein Umstand, der an und für sich sehr erschwerend für die Aufstellung eines eventuellen physikalischen Bildes wirkt. Die relativen Amplituden zeigen vollends, wenn man sie mit der Größe der Expektanz vergleicht, daß hier, soweit das A. Schuster'sche Kriterium maßgebend ist, von einer Realperiode nicht gesprochen werden kann, weder im täglichen noch im jährlichen Gang. Die größten vorkommenden Amplituden übertreffen die Expektanz um das 1.73-, 1.44-, 1.39-, 0.95-fache. Dieses Resultat widerspricht so sehr den meisten bis jetzt vorliegenden Untersuchungen, daß nach einem zweiten Kriterium Ausschau gehalten wurde, das Klarheit darüber geben soll, ob die in Tab. I gegebenen Abweichungen wirklich als zufällige Fehler oder doch als systematische Abweichung einer periodischen Funktion von ihrem Mittelwert zu betrachten sind. Hiezu scheint das Abbe'sche Kriterium geeignet zu sein.

Tabelle III.  
Konstanten der Fourier'schen Reihe (ausgeglichene Werte).

Täglicher Gang.											
	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$
•Ohne Nachbeben• .....	34·8	5·2	2·8	2·3	1·0	0·8	97·7°	5·0°	293·2°	314·5°	354·8°
Intensität II und III.....	10·0	2·1	2·3	0·8	0·8	0·2	57·0	10·5	323·1	315·8	0·8
Jährlicher Gang.											
Ohne Nachbeben .....	34·8	4·2	3·1	2·1	0·4	0·7	295·3°	204·0°	41·8°	65·1°	171·2
Intensität II und III.....	10·0	1·5	1·2	0·4	0·3	0·1	190·2	335·5	331·4	160·9	132·2
Eintrittszeiten der ersten Maxima (tägliches Gang).											
Wellenlänge in Tagesteilen .....		1		$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{3}$		$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{5}$	
Ohne Nachbeben .....		23·5 <sup>h</sup>		2·8 <sup>h</sup>		3·5 <sup>h</sup>		2·3 <sup>h</sup>		1·3 <sup>h</sup>	
Intensität II und III.....		2·2		2·6		2·8		2·2		1·2	
Eintrittszeiten der ersten Maxima (jährlicher Gang).											
Wellenlänge in Jahresteiln .....		1		$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{3}$		$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{5}$	
Ohne Nachbeben (A).....		20. VI.		18. V.		1. II.		22. I.		13. III.	
Intensität II und III (B) .....		5. X.		13. III.		24. II.		28. III.		19. III.	
Relative Amplituden (tägliches Gang) und Expektanz $\epsilon$ .											
	$a_1/a_0$	$a_2/a_0$	$a_3/a_0$	$a_4/a_0$	$a_5/a_0$	$A_1/a_0$	$A_2/a_0$	$A_3/a_0$	$A_4/a_0$	$A_5/a_0$	$\epsilon$
Ohne Nachbeben .....	0·150	0·082	0·066	0·030	0·022	0·087					
Intensität II und III.....	0·213	0·234	0·083	0·083	0·023	0·162					
Relative Amplituden (jährlicher Gang) und Expektanz $\epsilon$ .											
Ohne Nachbeben .....	0·120	0·089	0·061	0·011	0·019	0·087					
Intensität II und III.....	0·154	0·121	0·042	0·031	0·012	0·162					



Bezeichnet man mit  $e_1 e_2 \dots e_n$  die Abweichungen vom Mittelwert, so bildet man

$$\sum_{i=1}^{i=n} (e_i - e_{i+1})^2 = B \quad \text{und} \quad \sum_{i=1}^{i=n} e_i^2 = A.$$

Es ist nun weiter

$$B = \sum_{i=1}^{i=n} e_i^2 + \sum_{i=1}^{i=n} e_{i+1}^2 - 2 \sum_{i=1}^{i=n} e_i \cdot e_{i+1}.$$

Bei Zufallsfehlern wird bei Berücksichtigung der Vorzeichen und bei nicht zu kleinen Zahlen

$$\sum_{i=1}^{i=n} e_i e_{i+1} = 0$$

werden. So ist als Zufallskriterium  $2 A/B = 1 \pm 1/\sqrt{n}$  (m. F.) anzusehen. Das Abbe'sche Kriterium wird in vielen Fällen, in denen Periodizitäten gesucht werden, ein gutes Mittel sein, einen ersten Überblick zu finden, ob es die Mühe lohnt, eine weitausgreifende Arbeit an die betreffende Zahlenreihe zu wenden. Bei physikalisch realen Perioden wird der mittlere Fehler um ein Vielfaches überschritten. Als Beispiel möchte ich den jährlichen Temperaturgang eines niederösterreichischen Ortes anführen. Hier ist  $2 A/B = 7.658$  bei einem m. F.  $= \pm 0.29$ . Das Resultat besagt, was hier von vornherein physikalisch klar ist, daß jede Abweichung auf die folgende einwirkt. Smoluchowski hat dieses Verhalten »Wahrscheinlichkeitsnachwirkung«<sup>1</sup> genannt.

Aus dem oben dargelegten Wesen des Abbe'schen Kriteriums geht hervor, daß es unzweckmäßig wäre, es auf die ausgeglichenen Zahlenreihen anzuwenden. Die Ausgleichung geht ja wesentlich darauf hinaus, die flankierenden Werte auf den in der Mitte stehenden einwirken zu lassen. So wurde das Abbe'sche Kriterium auf die aus Tabelle I berechneten, unausgeglichenen Abweichungen angewendet und es wurden folgende Resultate gefunden:

#### Täglicher Gang:

Alle Beben:  $2 A/B = 1.02$ ; ohne Nachbeben:  $2 A/B = 1.18$   
 Intens. II und III:  $2 A/B = 1.05$  bei einem m. F.  $= \pm 0.29$ .

Beim jährlichen Gang erhält man für:

Alle Beben:  $2 A/B = 0.86$ ; ohne Nachbeben:  $2 A/B = 1.15$   
 Intens. II und III  $2 A/B = 0.79$  bei einem m. F.  $= \pm 0.29$ .

In allen sechs Fällen bleibt die Größe  $2 A/B$  innerhalb des mittleren Fehlers. Das Abbe'sche Kriterium sagt daher aus, daß die zugrunde liegenden Abweichungen sehr wohl als zufällige Fehler betrachtet werden können. Diese Aussage deckt sich mit der des Schuster'schen Kriteriums. Für eine Periodizität von der Länge eines Sonnentages würde die weitgehende Übereinstimmung der Phasenzeiten sprechen. Ein weiterer Versuch, etwas mehr Klarheit in das Problem zu bringen, schien nötig.

<sup>1</sup> S. Oppenheim, »Über Schwankungen der Dichteverteilung der Sterne«  
 Astron. Nachr. Nr. 5369.

#### § 4. Gebietsweise Teilung des Materials.

Die Übereinstimmung der Phasen einerseits, das negative Resultat der beiden Wahrscheinlichkeitskriterien andererseits, lassen die Vermutung aufkommen, daß eventuell die verschiedenen habituellen Stoßgebiete, deren Beben in Wien registriert werden, zeitlich verschiedenes Verhalten zeigen und so die Behandlung des Materials als Ganzes nur ein verschleiertes Bild der wahren Verhältnisse abgeben würde. Zur Durchführung einer Gebietstrennung konnten nur die Diagramme Verwendung finden, für die auf mikro- oder makro-

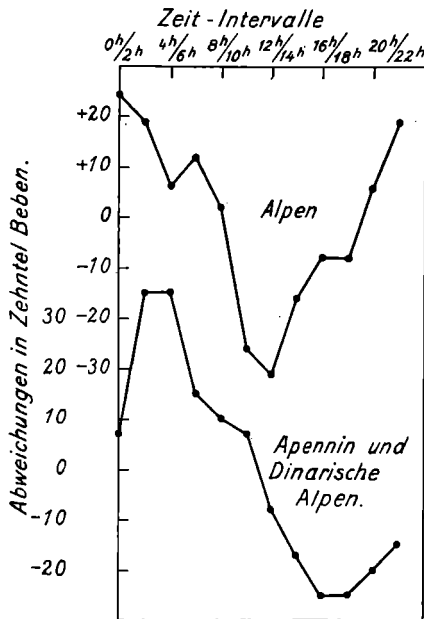


Fig. 1. Tagesschwankung der Erdbebenhäufigkeit.

seismischem Wege eine Herdbestimmung vorlag. Außerdem mußten wegen ihrer allzu geringen Zahl die Beben des Karpathenbogens, des Erzgebirges usw. weggelassen werden. So konnten im ganzen nur 169 Beben aus dem zwanzigjährigen Beobachtungszeitraum der Statistik unterworfen werden. Die entsprechenden Diagramme wurden durchwegs von Beben hervorgerufen, die ihre Herde in den Alpen, dem Apennin und im Gebiet der dinarischen Faltung mit ihren südlichen Fortsetzungen hatten.

Einerseits muß es für die statistische Untersuchung sehr abträglich sein, das Zahlenmaterial derart zu verkleinern, andererseits aber hat man den Vorteil mit wohldefinierten Bebediagrammen zu arbeiten, die von allen im § 1 besprochenen Fehlerquellen nahezu frei sind.

Tabelle IV.

Tagesschwankung der Bebenhäufigkeit.													
Zeitintervalle	0—2 <sup>h</sup>	2—4 <sup>h</sup>	4—6 <sup>h</sup>	6—8 <sup>h</sup>	8—10 <sup>h</sup>	10—12 <sup>h</sup>	12—14 <sup>h</sup>	14—16 <sup>h</sup>	16—18 <sup>h</sup>	18—20 <sup>h</sup>	20—22 <sup>h</sup>	22—0 <sup>h</sup>	Summe
a) Alpen	8	11	4	10	7	3	3	5	7	4	8	9	79
b) Dinar. Alp.-Apennin.	9	11	13	7	9	9	6	6	5	4	7	4	90
Abweichungen vom Mittel (ausgeglichen [Einheiten-Zehntel-Beben]).													
a')	+ 24	+ 19	+ 6	+ 12	+ 2	- 26	- 31	- 16	- 8	- 8	+ 6	+ 19	66
b')	+ 7	+ 35	+ 35	+ 15	+ 10	+ 7	- 8	- 17	- 25	- 25	- 20	- 15	75
Jahresschwankung.													
Monate	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Summe
a) Alpen	5	8	4	11	14	2	4	3	9	6	8	5	79
β) Dinar. Alp.-Apennin	9	9	11	2	8	8	11	7	6	6	4	9	90
Abweichungen vom Mittel (ausgeglichen [Einheiten-Zehntel-Beben]).													
α')	- 9	- 4	+ 2	+ 34	+ 36	- 11	- 34	- 18	+ 2	+ 6	+ 2	- 8	66
β')	+ 15	+ 20	+ 7	- 17	- 10	+ 13	+ 17	+ 3	- 13	- 20	- 17	+ 3	75

Schwankungen der seismischen Aktivität.

Tabelle V.

## Konstanten der Fourier'schen Reihen.

Tagesschwankung (Einheiten-Zehntel-Beben.)									
	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
Alpine Beben	66	22·6	2·7	7·9	3·0	79·9°	270·0°	109·0°	347·0°
Dinarisch-apennine Beben	75	27·5	7·0	6·2	2·8	19·9	19·4	336·2	288·0

## Jahresschwankung (Einheiten-Zehntel-Beben).

	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
Alpine Beben .....	66	11·0	20·9	11·3	2·9	33·6°	248·1°	119·2°	318·5°
Dinarisch-apennine Beben .....	75	6·9	18·0	4·7	2·4	14·8	77·0	328·0	213·4

## Eintrittszeiten der ersten Maxima.

## 1. Tagesschwankung.

Alpine Beben .....	0h 40 <sup>m</sup>	6h 00 <sup>m</sup>	7h 35 <sup>m</sup>	1h 43 <sup>m</sup>
Dinarisch-apennine Beben .....	4h 41 <sup>m</sup>	2h 21 <sup>m</sup>	2h 35 <sup>m</sup>	2h 42 <sup>m</sup>

## 2. Jahresschwankung.

Alpine Beben .....	12. III.	26. IV. (Min. 26. I.)	5. V.	17. II.
Dinarisch-apennine Beben .....	31. III.	21. I. (Min. 21. IV.)	25. II.	16. III.

## Relative Amplitüden und Expektanz s.

## 1. Tagesschwankung.

	$a_1/a_0$	$a_2/a_0$	$a_3/a_0$	$a_4/a_0$	$\epsilon$
Alpine Beben .....	0·342	0·041	0·120	0·045	0·199
Dinarisch-apennine Beben .....	0·367	0·093	0·083	0·037	0·187

## 2. Jahresschwankung.

Alpine Beben .....	0·167	0·317	0·171	0·044	0·199
Dinarisch-apennine Beben .....	0·092	0·240	0·063	0·032	0·187

Ein Einblick in die so gewonnenen Zahlen zeigte, daß das an und für sich kleine Material noch weiter geteilt werden muß, 1. in die alpinen Beben und 2. in die der dinarischen und apenninischen Faltung.

Die vorstehende Tabelle IV enthält die aus der Statistik gewonnenen Resultate. Die kleinen Zahlen machten eine Ausgleichung nötig, trotzdem sie prinzipiell wohl zu vermeiden wäre. (Siehe § 3).

Die Fig. 1 und 2 veranschaulichen graphisch den Verlauf der Zahlenreihen  $a' b'$  und  $\alpha' \beta'$ . Aus Fig. 1 ist zu ersehen, daß der tägliche Häufigkeitsgang in den Alpen gegen den in den südlichen Faltungsgebieten eine ziemliche Phasenverschiebung

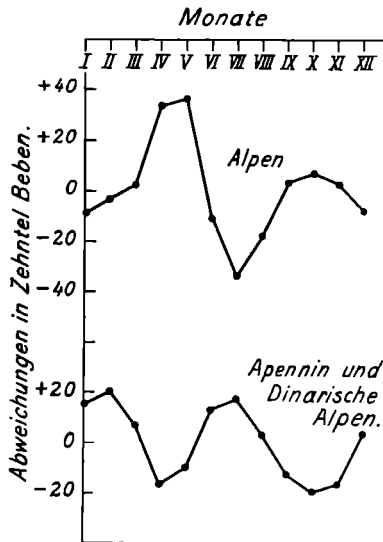


Fig. 2. Jahresschwankung der Erdbebenhäufigkeit.

aufweist. Aus der Tab. V sieht man, daß die Differenz der Extremzeiten bei der ausschlaggebenden ganztägigen Welle 4 Stunden beträgt. Im Prinzip zeigen die Häufigkeitsschwankungen beider Gebiete, daß die Mehrzahl der Beben in die Nacht- und Morgenstunden fällt. Bei dieser Konstatierung ist zu berücksichtigen, daß, wie schon erwähnt, bei dem hier behandelten Material nach menschlichem Ermessen alle subjektiven Fehler wegfallen.

Überraschend wirkt der Anblick der Fig. 2. In beiden Gebieten verläuft die Häufigkeitsschwankung innerhalb des Jahres als Doppelwelle. Die Kurve des einen Gebietes ist nahezu das Spiegelbild der des anderen Gebietes. Wenn man die Unregelmäßigkeiten der beiden Kurven in Betracht zieht, so ist es klar, daß durch ein Zusammenwerfen der beiden Kurven eine Kurve resultieren muß, die nur durch eine wenig konvergierende Reihe dargestellt werden kann. In den Alpen fallen die Maxima, in den südlichen Faltungsgebieten die Minima der Häufigkeit ungefähr auf die Äquinoktien.

Die Diagramme der Fig. 2 erwecken den Anschein, als ob die alpine West-Ostfaltung und die nordsüdlichen Faltungen des Apennins und der Dinarischen Alpen in zeitlicher Beziehung Kompensationsgebiete der seismischen Aktivität wären.

Es kann hier deshalb nur vom »Anschein« gesprochen werden, da aus dem letzten Teile der Tab. V ersichtlich ist, daß das Schuster'sche Kriterium nicht für eine Realperiode spricht. Keine der Amplituden erreicht den zweifachen Wert der Expektanz. Das Abbe'sche Kriterium (natürlich wieder auf die unausgeglichene Werte angewendet), ergab folgende Resultate:

Für die Tagesschwankung:

Alpine Gebiete:  $2 A/B = 1.075$ ; Dinar. und Apenn.-Geb.:  
 $2 A/B = 1.67$ .

Für die Jahresschwankung:

Alpine Gebiete:  $2 A/B = 0.945$ ; Dinar. und Apenn.-Geb.:  
 $2 A/B = 0.896$ .

Daraus geht hervor, daß sich die Werte von  $2 A/B$  innerhalb des m. F.  $= \pm 0.29$  um den wahrscheinlichsten Wert von 1.0 gruppieren. Eine Ausnahme machen die Abweichungen der Tagesschwankungen vom Mittel in den dinarischen und apenninischen Faltungsgebieten, wo der m. F. um mehr als das Doppelte überschritten wird. Es ist sehr bemerkenswert, daß aus dem vorliegenden Material gerade die viel angezweifelte sonnentägige Schwankung wenigstens in dem einen Gebiete mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit als real vorhanden anzusehen wäre. Es besteht wenigstens hier eine ziemlich ausgesprochene Wahrscheinlichkeitsnachwirkung.

Es muß auch festgestellt werden, daß trotz des stark reduzierten Materialumfangs die Reihen, wie der Vergleich von Tafel III und V zeigt, besser konvergieren und daß das Verhältnis zwischen der größten relativen Amplitude und der Expektanz in den getrennten Gebieten durchwegs ein größeres ist, als beim Gesamtmaterial. Bei den getrennten Gebieten (Tab. V) übertrifft, zum Unterschied vom Gesamtmaterial die Amplitude des gantztägigen Gliedes die übrigen um ein Vielfaches. Bei der Jahresschwankung tritt die Amplitude des halbjährigen Gliedes stark hervor. Bei den alpinen Beben ist wieder die Übereinstimmung der Phasenzeit der gantztägigen Tagesschwankung mit den Phasenzeiten, die für anderes Material gefunden wurden, eine weitgehende (s. Tab. II). In den südlichen Faltungsgebieten sind die Extremzeiten um vier Stunden gegen die Alpen verschoben. Alles zusammengenommen, kann man sich wohl nicht dem Eindrucke entziehen, daß durch die Gebietsteilung, trotz der übergroßen Reduktion des Materialumfanges, die Sonnenperiodizitäten klarer hervortreten als bei der Behandlung des Gesamtmaterials, in dem Beben mit Herden in allen möglichen

Gebieten des 1000-*km*-Kreises vertreten sind. Die Wahrscheinlichkeitskriterien sagen aus, daß eine Statistik der in Wien von 1906 bis 1925 registrierten Nahbeben weder auf eine reale Tages- noch eine reale Jahresschwankung schließen läßt. Wenn man jedoch die weitgehende Übereinstimmung der Phasenzeiten der Tagesschwankung und den aus Rechnung und graphischer Darstellung hervorgehenden spiegelbildlichen Ablauf der Häufigkeit der Beben innerhalb eines Jahres in den beiden getrennten Gebieten betrachtet, so kommt man zu dem Schlusse, daß die Aussage der Wahrscheinlichkeitskriterien dahin zu deuten ist, daß Realperiodizitäten in der Wellenlänge eines Sonnentages und Jahres vorhanden sein können, daß jedoch die Amplitude zu klein erscheint, um aus dem vorliegenden Materialumfang nachgewiesen zu werden. Die Hauptunterschiede in den Resultaten, die sich bei der Statistik über makroseismisches Material und der über registrierte Nahbeben in Wien ergeben, sind daher folgendermaßen zusammenzufassen:

1. Wenn man überhaupt mit einem gewissen Optimismus die Realität einer täglichen und jährlichen Häufigkeitsschwankung von Nahbebendiagrammen nicht direkt negieren will, so sind die auftretenden Amplituden von einer kleineren Größenordnung als sie die Untersuchungen von makroseismischem Material zutage gefördert haben.

Es könnte daher angenommen werden, daß bei der Gefühlsbeobachtung sich die Schwankung eines psychologischen Moments mit einer realen objektiven Häufigkeitsschwankung in gleicher Phase superponiert. Dieser Satz müßte freilich sinngemäß auch auf die Jahresschwankung ausgedehnt werden.

2. Der jährliche Gang der Bebenhäufigkeit, erschlossen aus den Registrierungen in Wien, verläuft in den Alpen einerseits, den südlichen Faltungsgebieten andererseits spiegelbildlich, soweit es sich um die halbjährige Welle handelt.

Eine Erklärung für dieses Phänomen zu geben, schiene nicht nur schwierig, sondern auch verfrüht, solange diese höchst eigenartige Kompensationserscheinung in der seismischen Aktivität verschiedener Faltungsgebiete nicht aus einem zureichenden Material nachgewiesen erscheint. Ein nicht unmögliches physikalisches Bild wäre es vielleicht, an Kräfte zu denken, die ungefähr zur Zeit der Äquinoktien zirka ost-westlich gerichtet wären und stauchend auf die Längsrichtung der alpinen Faltung wirken. Zur Zeit zirka der Solstitien müßten die gleichen Kräfte nord-südlich orientiert sein und so die südlichen Faltungsgebiete affizieren. Nach R. Schumann<sup>1</sup> und R. Spitaler<sup>2</sup> könnte man vielleicht an Kräfte denken, die von der Bewegung des Rotationspols herrühren. Nach W. Schweydar<sup>3</sup>

<sup>1</sup> R. Schumann. Zu den Beziehungen zwischen Polhöenschwankung und Erdbebenhäufigkeit. Gerlands Beitr. z. Geoph., Bd. 13, kl. Mitt., p. 1, 1914.

<sup>2</sup> R. Spitaler. Über Erdbeben und tektonische Umgestaltungen der Erdoberfläche durch die Polhöenschwankungen. Zeitschr. f. Geoph., II., Heft 4, p. 113, 1926.

<sup>3</sup> W. Schweydar, Notiz zu der Abhandlung von R. Spitaler: Die Achsen-schwankungen der Erde als Ursache der Auslösung der Erdbeben. Gerl. Beitr. z. G., Bd. 13, kl. Mitt., p. 53, 1914.

freilich wären die auftretenden Kräfte von einer viel zu kleinen Größenordnung, als daß sie überhaupt für eine reale Wirkung in Betracht kämen.

### § 5. Die Zeitdifferenzen zwischen aufeinanderfolgenden Nahbeben-diagrammen.

Die im obenstehenden Titel angedeutete Untersuchung wurde in erster Linie geführt, um überhaupt einen Anhaltspunkt zu finden für eine zweckmäßige Eliminierung der Nachbeben. In zweiter Linie sollte untersucht werden, ob die Nahbeben, die in Wien zur Registrierung kommen, gegenseitige Zeitdifferenzen aufweisen, die um einen gewissen Mittelwert schwanken, oder ob vielleicht eine andere Gesetzmäßigkeit den Zeitdifferenzen zugrunde liegt.

Die Resultate dieser Untersuchung werden durch Tab. VI und Fig. 3 dargestellt.

Tabelle VI.

Häufigkeit (H) der Zeitdifferenzen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Nahbebenregistrierungen in 2-Tage-Intervallen.

Interv.	H	Interv.	H	Interv.	H
0—2	236	32—34	4	64—66	2
2—4	54	34—36	8	66—68	2
4—6	52	36—38	6	68—70	0
6—8	42	38—40	3	70—72	1
8—10	47	40—42	3	72—74	0
10—12	39	42—44	3	74—76	0
12—14	27	44—46	1	76—78	0
14—16	25	46—48	2	78—80	1
16—18	22	48—50	1	80—82	0
18—20	24	50—52	2	82—84	0
20—22	16	52—54	1	84—86	1
22—24	5	54—56	0	86—88	1
24—26	7	56—58	1	88—90	0
26—28	11	58—60	1	90—92	1
28—30	5	60—62	1	92—94	0
30—32	6	62—64	4	94—96	0
				darüber 4	

Das gleiche wie oben in 10-Stunden-Intervallen.

Interv.	H	Interv.	H	Interv.	H	Interv.	H
0—10	143	70—80	13	140—150	9	210—220	12
10—20	35	80—90	11	150—160	5	220—230	9
20—30	22	90—100	11	160—170	14	230—240	11
30—40	25	100—110	10	170—180	15	240—250	5
40—50	18	110—120	8	180—190	6	250—260	6
50—60	9	120—130	10	190—200	6	260—270	9
60—70	10	130—140	10	200—210	9	270—280	4



(Zu Tabelle VI.)

Interv.	H	Interv.	H	Interv.	H	Interv.	H
280—290	5	360—370	1	440—450	6	520—530	3
290—300	6	370—380	3	450—460	9	530—540	1
300—310	4	380—390	3	460—470	1	540—550	1
310—320	8	390—400	7	470—480	4	550—560	0
320—330	6	400—410	7	480—490	4	560—570	3
330—340	4	410—420	4	490—500	3	570—580	2
340—350	4	420—430	1	500—510	2	580—590	2
350—360	6	430—440	5	510—520	2	590—600	1

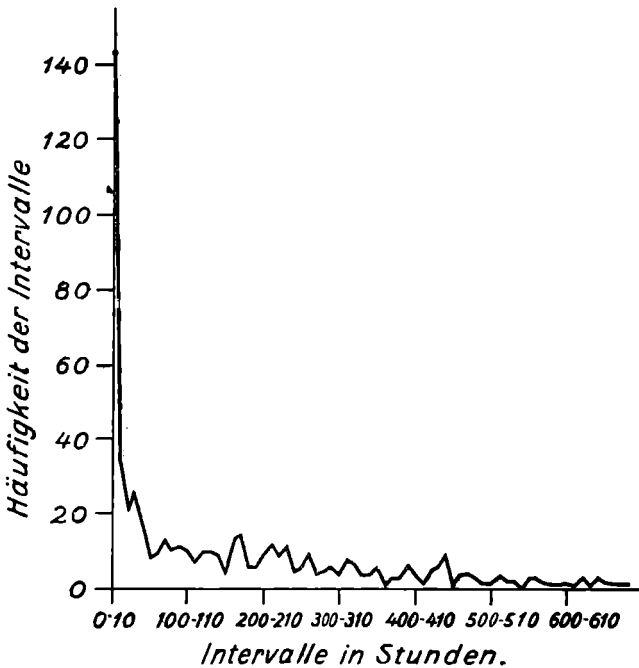


Fig. 3.

Der Kürze halber soll hier nur die Häufigkeit der von zehn zu zehn Stunden fortschreitenden Zeitdifferenzen besprochen werden. Aus der Tabelle und Figur ist zu erschließen, daß es keinen Sinn hätte, eine mittlere Zeit abzuleiten, die zwischen der Aufzeichnung zweier Nahbeben in Wien vergeht. Kleine Zeitdifferenzen von 0 bis 10 Stunden sind ungemein häufig, die Kurve fällt dann rasch ab, und nähert sich, ziemlichen Schwankungen unterworfen, ungemein langsam der Abszissenachse. Besonders große Zeitdifferenzen sind wie die Zweitage-Intervalle zeigen ausnehmend selten. Auch hier scheint das subjektive Moment keine besondere Rolle zu spielen, da die wenigen sehr großen Zeitdifferenzen in der Vor- und Nachkriegszeit sowie in der Kriegszeit selbst vorkommen. Es wurde der

Versuch gemacht, die Kurve der Fig. 3 zu analysieren. Dabei ergibt sich für den Beginn der Kurve mit dem raschen Abfall die Gleichung<sup>1</sup>

$$y = 122 \cdot e^{-0.04483 t},$$

die sich der beobachteten Kurve recht gut anschließt. Es bleibt dann von ungefähr 60 Stunden Zeitintervall aufwärts eine Restkurve übrig, die zumindestens bis zum Zeitintervall 500 bis 510 Stunden den Eindruck einer irregulären Schwankungskurve macht. Dieses Resultat wurde dahin gedeutet, daß man, so wie es im Früheren geschehen ist, aus der Statistik heraus Beben dann als Nachbeben definieren kann, wenn sie zwei Tage oder weniger Zeitdifferenz gegen das vorhergehende Beben haben, freilich mit der Einschränkung, daß der Herd der beiden aufeinander folgenden Beben ungefähr die gleichen Koordinaten haben muß. Die Restkurve könnte vielleicht aussagen, daß bestimmte größere Zeitdifferenzen zwischen zwei Beben bevorzugt sind, was für eine gewisse Neigung zum periodischen Ablauf der Bebenhäufigkeit sprechen könnte,

### § 6. Die Gezeiten der starren Erdkruste.

Es wurde schließlich noch untersucht, ob die Gezeiten der starren Erdkruste sekundär auslösend auf die in Wien zur Registrierung kommenden Nahbeben einwirken. Zu diesem Zwecke wurden aus dem Wiener astronomischen Kalender die Voll- und Neumondtage der Jahre 1906—1925 herausgeschrieben. Es wurde dann ausgezählt, wie viele Diagramme auf die Extremphasentage des Mondes sowie auf deren Vor- und Nachtage fallen. Daraus ergeben sich folgende Zahlen:

Tabelle VII.

1. Beben mit bekanntem Herd.				2. »Alle Beben«.											
Voll- mond	{	Vortag	6	Neu- mond	{	Vortag	3	Voll- mond	{	Vortag	16	Neu- mond	{	Vortag	9
		Tag	5			Tag	6			Tag	18			Tag	14
		Nachttag	2			Nachttag	5			Nachttag	15			Nachttag	16
		Summe	13			Summe	14			Summe	49			Summe	39
Nach dem Mischungsverhältnis: 34				Nach dem Mischungsverhältnis: 132											

Aus den 7305 Tagen der 20 Beobachtungsjahre wurden 1485 Tage, die bestimmten Mondstellungen entsprechen, herausgehoben. Das Mischungsverhältnis, ausgezeichnete Tage zu allen Tagen, beträgt rund 0.2. In Summe fielen bei der 1. Gruppe 27, in der 2. Gruppe 88 Beben auf die kritischen Mondtage. Nach dem Mischungsverhältnis hätten 34, beziehungsweise 132 Beben resultieren sollen. Die Wirklichkeit bleibt hinter der Erwartung zurück.

<sup>1</sup> Die obige Gleichung wurde in theoretisch nicht ganz einwandfreier Weise aus den Logarithmen der Beobachtungen abgeleitet und so lange variiert, bis die Summe der gerechneten Abweichungen der  $y$  von den beobachteten ungefähr Null ergeben hat.

Der mittlere Fehler der Erwartungszahlen ist aber immerhin so groß, daß es sich kaum lohnen dürfte, auf diese Differenzen näher einzugehen. So hat auch diese Untersuchung über den Mondeinfluß, beziehungsweise den der Gezeiten der starren Erde als sekundär auslösende Ursachen der Erdbeben ein negatives Resultat gezeitigt.

### Zusammenfassung.

1. Als Ausgangsmaterial dienten Daten und Zeiten der in Wien von der seismischen Station der Zentralanstalt für Meteorologie registrierten Nahbeben ( $\Delta \leq 1000 \text{ km}$ ).

2. Es wurden die Zeitdifferenzen der aufeinanderfolgenden Nahbeben diagramme gebildet und eine Häufigkeitsstatistik angelegt. Die resultierende Kurve läßt sich in eine Exponentialkurve und eine Restkurve teilen. Die Exponentialkurve reicht mindestens noch ausschlaggebend bis zu Zeitdifferenzen von 50 Stunden und wird offenbar durch die Nachbeben hervorgerufen. Die Restkurve zeigt unregelmäßige Schwankungen, die den subjektiven Eindruck machen, als ob bestimmte größere Zeitdifferenzen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Beben bevorzugt würden.

3. Um eventuelle Periodizitäten der Beben besser hervortreten zu lassen, wurden die Beben, als Nachbeben ausgeschaltet, die den obigen Zeitfolgebedingungen entsprachen, und mit den vorhergehenden Beben halbwegs gleiche Herdkoordinaten aufwiesen.

4. Weder das von den Nachbeben befreite Material noch die Diagramme von der Stärke II und III (Göttinger, Skala 0—III) zeigen eine Tages- oder Jahresschwankung der Häufigkeit, die, nach bestimmten Wahrscheinlichkeitskriterien beurteilt, als real zu bezeichnen wären. Dagegen ist die Übereinstimmung der Phasenzeiten der den täglichen Gang charakterisierenden Fourier'schen Reihe mit denen, die E. Tams aus den Vogtländischen Erdbebenschwärmern gefunden hat und denen, die bei einer früheren Untersuchung des Verfassers über ein großes makroseismisches Material resultierten, eine weitgehende. Dem jährlichen Gang kommt keineswegs eine solche Phasenübereinstimmung zu. Die Konvergenz der Reihen für den täglichen und jährlichen Gang ist eine ungemein langsame.

5. Aus den 20 Beobachtungsjahren wurden die Beben diagramme ausgesucht, bei denen eine Herdbestimmung möglich war. Es zeigte sich die Notwendigkeit, dieses reduzierte Material nochmals zu teilen. Es wurde nun, die Häufigkeit der alpinen Beben einerseits, die der apenninen und dinarischen Faltung andererseits getrennt untersucht.

6. Auch hier fallen die Amplituden des täglichen und jährlichen Häufigkeitsganges so klein aus, daß der Umfang des Materials zum Nachweis der gesuchten Periodizität nicht hinreicht. Dennoch ist festzustellen, daß bei den geteilten Gebieten die Konvergenz der Reihen trotz der kleinen Zahlen eine bessere, das Verhältnis der relativen Amplituden zur Expektanz gegen das Gesamtmaterial gewachsen ist.

Im Falle des täglichen Ganges der Erdbebenhäufigkeit in den südlichen Faltungsgebieten spricht das eine der angewendeten Wahrscheinlichkeitskriterien dafür, daß die Abweichungen der Kurve vom Mittelwert in einem funktionellen Zusammenhange stehen.

7. Der jährliche Gang der Bebenhäufigkeit wird in den Alpen sowohl als in den südlichen Faltungsgebieten wesentlich durch eine halbjährige Welle dargestellt. Die alpine Kurve ist das Spiegelbild der Kurve, die von den südlichen Faltungsgebieten geliefert wird. Wenn auf Grund der merkwürdigen zeitlichen Koinzidenz der entgegengesetzten Extreme dem Gedanken an eine Realität der untersuchten Periodizitäten Platz gegeben wird, so müßte daraus gefolgert werden, daß die westöstliche alpine Faltung einerseits, die nordsüdlich streichenden Faltungsgebiete des Apennins und der dinarischen Alpen andererseits im Laufe des Jahres sich als Kompensationsgebiete seismischer Aktivität darstellen.

8. Die aus dem mikroseismischen Material gewonnenen Resultate unterscheiden sich von den makroseismischen wesentlich. Dabei ist zu berücksichtigen: *a)* daß das subjektive Moment weitgehend ausgeschaltet erscheint; *b)* daß beim mikroseismischen Material eine Auslese nach der Herdtiefe vorliegen dürfte. Es werden wohl in Wien vorzüglich Beben mit größerer Herdtiefe zur Registrierung gelangen.

9. Die Aufstellung von Seismometern in habituellen Stoßgebieten wäre in jeder Beziehung eine dringende Forderung.

10. Eine flüchtige statistische Untersuchung über die sekundär auslösende Wirkung der Gezeiten der festen Erdkruste ergab ein negatives Resultat.

Zentralanstalt für Meteorologie in Wien.

---