

Seismische Registrierungen in Göttingen  
im Jahre 1905.

Von

**G. Angenheister.**

---

Aus den Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.  
Mathematisch-physikalische Klasse. 1906.

---





## Seismische Registrierungen in Göttingen im Jahre 1905.

Von

**G. Angenheister.**

Mit 1 Tafel.

Vorgelegt von E. Wiechert in der Sitzung am 28. Juli 1906.

### Vorwort.

Die vorliegende Bearbeitung der Erdbeben-Diagramme der Seismometer des Göttinger geophysikalischen Institutes erstreckt sich auf das Jahr 1905 und schließt sich an den Bericht über das Jahr 1904 von H. Schering und den des letzten Halbjahres 1903 von v. d. Borne. Als Vorarbeiten zu dieser Bearbeitung waren vorhanden die bereits veröffentlichten wöchentlichen Erdbebenberichte, die von Januar 1905 bis August von H. Schering, von August und September von A. Kohlschütter und von Oktober bis Dezember vom Verfasser bearbeitet waren. Der vorliegende Bericht unterscheidet sich von den früheren Jahresberichten in zweifacher Weise. Während bisher nur die Aufzeichnungen des Wiechertschen astatischen 1200 kg Pendels zu Grunde lagen, sind hier von Anfang April 1905 an die Aufzeichnungen eines neuen Pendels zur Registrierung der Horizontal-Komponente (einstweilen nur N-S), des sogenannten 17000 kg Pendels, ferner von Anfang August 1905 an auch die Aufzeichnungen eines neuen Vertikal-Seismometers hinzugezogen worden. Beide Instrumente sind von Herrn Prof. Wiechert konstruiert. Eine Beschreibung derselben findet sich in der Festschrift: „die physikalischen Institute der Universität Göttingen“<sup>1)</sup>, eine genauere Erklärung wird demnächst erscheinen. Bei der Bearbeitung der Beben ergänzen sich diese

1) Herausgegeben von der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner 1906.



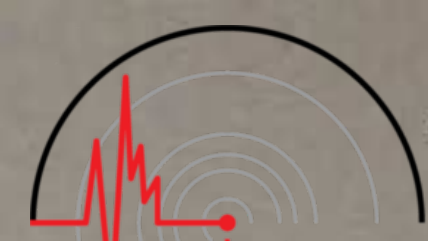
drei Instrumente; die Nahbeben und Vorläufer (kurzer Periode) zeichnet das 17000 kg Pendel am schärfsten auf; die langen Wellen das astatische Pendel. Der erste Vorläufer wird am deutlichsten vom Vertikal-Seismographen aufgezeichnet. Jedoch ließ sich, was Schlüter und jüngst Benndorf<sup>1)</sup> sagt, nicht bestätigen, nämlich, daß das Vertikal-Seismometer den ersten Vorläufer gewöhnlich einige Minuten früher angäbe, als die Horizontal-Seismometer. Das 17000 kg Pendel gibt die schwächsten wie die stärksten ersten Vorläufer selten später und dann nur einige Sekunden später als das Vertikal-Seismometer an. Die mittleren Werte für die Konstanten der drei Instrumente sind von Herrn Prof. Wiechert in einem Beiblatt zum wöchentlichen Erdbebenbericht, „Übersicht über die registrierenden Seismometer der Station,“ zusammengestellt. Diese Übersicht ist als Einleitung dem nachfolgenden Erdbebenkatalog für 1905 vorangestellt.

Zweitens unterscheidet sich der vorstehende Bericht von dem früheren dadurch, daß den Amplituden der Bodenbewegung noch die maximalen Beschleunigungen der Bodenbewegung hinzugefügt werden. Denn erst diese geben ein richtiges Bild von der Intensität der Störung. Da rechnerisch vorzugsweise die Sinusschwingungen zugänglich sind und sich diese meist in allen Phasen der Bodenbewegung vorfinden, sollen hauptsächlich diese berücksichtigt werden. Die genaue Berechnung stoßartiger Bewegungen, wie sie am Anfang der einzelnen Phasen vorkommen und die oft das Kriterium dafür bilden, daß eine neue Phase eingeleitet wird, verlangt eine lange und schwierige Arbeit, wie man sie nur in besonderen Fällen aufwenden kann. Immerhin ist es aber leicht möglich, für solche unperiodische Störungen am Anfang der Phasen einen unteren Grenzwert zu finden. Wenn vor dem Stoße der Indicator ruhig oder nur unbedeutend bewegt war, so ist der absolute Wert der Verrückung der Erdoberfläche mindestens gleich  $\frac{a}{V}$ , wo  $a$  der maximale Ausschlag und  $V$  die wirkliche Indicatorvergrößerung ist<sup>2)</sup>. In diesem Sinne sind auch die in dem nachstehenden Bericht angegebenen Amplituden, sofern sie sich auf Stöße ( $i$ ) beziehen, zu verstehen.

Die maximale Beschleunigung der Bodenschwingung bei sinusartigen Bewegungen ergibt sich folgendermaßen. Bedeutet  $T$  die

1) Mitt. der Erdbebenkom. d. Ak. d. Wiss. Wien XXIX 1905.

2) Ich folge in diesen Ausführungen und Bezeichnungen der Theorie der automat. Seismographen von Wiechert. Abh. d. Kgl. Ges. d. W. z. Gött. 1903. Math.-Phys. Klasse. Neue Folge Bd. II, Nr. 2. Berlin, Weidmann'sche Buchhandlung.



Periode der Bodenbewegung,  $\xi$  den maximalen Ausschlag,  $\delta$  eine die Phase bestimmende Konstante,  $\xi$  den Ausschlag zur Zeit  $t$ , so ist

$$\xi = \bar{\xi} \sin 2\pi \frac{t + \delta}{T}$$

und

$$-\frac{d^2\xi}{dt^2} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \bar{\xi} \sin 2\pi \frac{t + \delta}{T};$$

die maximale Beschleunigung ist dann

$$\pm \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \bar{\xi}.$$

Sie tritt im Umkehrpunkt ein. Als Einheit für die Beschleunigung ist in unseren Tabellen das Milligall angenommen; Gall ist die Centim-Sec. Einheit der Beschleunigung. Da die Amplitude  $A = 2\bar{\xi}$  in  $\mu$  ( $= \frac{1\text{mm}}{1000}$ ) angegeben wird, so wird die Maximale Beschleunigung

$$\Delta G = \pm \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \frac{A}{2.10} \text{ Milligall,}$$

oder angenähert  $= \pm \frac{2A}{T^2}$  Milligall.

Auf dem Wege einer ganzen Schwingung wechselt die Beschleunigung beim Durchgang durch die Ruhelage das Vorzeichen und erreicht in den beiden Umkehrpunkten, die mit entgegengesetzten Vorzeichen behafteten Maximal-Werte.

Unsere Angabe über die Größe der Amplituden  $A_x$  und  $A_y$  beziehen sich auf die ganzen Amplituden von Umkehrpunkt zu Umkehrpunkt. Eigentlich entsprechen diesen Amplituden zwei absolut und relativ verschiedene Werte von  $\Delta G$ , da in den Erdbebenwellen gedämpfte Schwingungen vorliegen. Wir geben hier aber bloß den Mittelwert der beiden absoluten Beträge von  $\Delta G$  für eine ganze Schwingung.

Nach den Werten von  $\Delta G$  läßt sich die zerstörende Kraft eines Bebens beurteilen. Die kurzperiodigen Bewegungen sind die verderblichen. — Die Energieverteilung innerhalb eines Diagramms läßt sich aus den Werten für  $\Delta G$  jedoch auch noch nicht erkennen.

Ein Maß hierfür ist das Quadrat der maximalen Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit wird gegeben durch

$$\frac{d\xi}{dt} = \frac{2\pi}{T} \bar{\xi} \cos 2\pi \frac{t + \delta}{T};$$



ihr Maximalwert ist

$$= \frac{2\pi}{T} \bar{\varepsilon}$$

und tritt beim Durchgang durch die Ruhelage ein. Sein Betrag im CGS-System ist

$$= \frac{\pi}{T} \cdot A \cdot 10^{-4};$$

das Quadrat der maximalen Geschwindigkeit im CGS-System

$$\frac{A^2}{T^2} \cdot 10^{-7}$$

erhält man auch aus dem im Milligal gemessenen Betrag der Maximalbeschleunigung  $\Delta G$  durch Multiplication mit

$$\frac{A}{2} \cdot 10^{-7}.$$

Die Amplituden der Bodenbewegungen sind aus den Amplituden der Diagramme und aus der scheinbaren Indicator-Vergrößerung  $\mathfrak{B}$  berechnet worden, wobei die Abhängigkeit der scheinbaren Indicatorvergrößerung  $\mathfrak{B}$  periodischer Störungen von der Periode der Störung und von der Dämpfung berücksichtigt ist.

$V$  = wirkliche Indicatorvergrößerung.

$t$  = Periode der Bodenbewegung.

$T_0$  = reducierte Eigenperiode.

$\tau$  = Relaxationszeit.

$\varepsilon:1$  = Dämpfungsverhältnis.

$$\mathfrak{B} = \frac{V}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{t}{T_0}\right)^2\right)^2 + 4\left(\frac{T_0}{2\pi\tau}\right)^2 \left(\frac{t}{T_0}\right)^2}},$$

wobei

$$\left(\frac{T_0}{2\pi\tau}\right)^2 = \frac{0.733^2 (\log \varepsilon)^2}{1 + 0.733^2 (\log \varepsilon)^2},$$

wie sich aus leichter Umformung der bei „E. Wiechert, Theorie der automat. Seismographen“, angegebenen Gleichungen ergibt.

Ich möchte hierzu noch bemerken, daß Angaben nur über die Größe der Amplituden im Diagramm, auf die man sich vielfach beschränkt, zum Vergleich unbrauchbar sind. Auch die alleinige Angabe über die Vergrößerung  $V$  genügt nicht um die Bodenbewegung zu berechnen, da es dann immer noch unmöglich ist, die Abhängigkeit der Vergrößerung von der Dämpfung des Pendels und von der Periode der Bodenbewegung zu berücksichtigen. Nicht unterlassen darf man ferner eine Angabe über

Reibung zu machen, denn beim Vergleich von Amplituden, besonders bei kleinen, wird man sich immer fragen müssen, ob die Amplituden bei beiden Instrumenten durch Reibung im gleichen Maße geändert wurden. Dies gilt besonders für schwache Nahbeben. Es ist also notwendig, falls man nicht vorzieht die Bodenbewegung anzugeben, den Angaben über die im Diagramm gemessene Amplituden und die Perioden der Störung noch solche über Eigenperiode des Pendels, Indicatorvergrößerung, Dämpfung und Reibung hinzuzufügen.

Die Reibung läßt sich mittels eines neuerdings von Marwin angewandten Kunstgriffes erheblich verringern, indem man eine kleine Schüttelvorrichtung anbringt, die der Schreibnadel fortwährend kleine Schwingungen von sehr kurzer Periode (etwa  $1/10^8$ ) und geringer Amplitude (etwa  $1/5 - 1/10^{\text{mm}}$ ) erteilt. Hierdurch wird der im Ruhezustande vorhandene Reibungswiderstand herabgemindert; was nun andererseits die Anwendung einer stärkeren Vergrößerung erlaubt; da diese ja bei mechanisch registrierenden Seismographen zum Teil durch den vorhandenen Reibungswiderstand ihre praktische Begrenzung fand.

Ich möchte hier einige Beobachtungen folgen lassen, die ich bei der Bearbeitung des Berichtes gemacht habe.

### Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Absorption.

Bereits im vorigen Jahre<sup>1)</sup> stellte ich eine Reihe von Erdbeben zusammen, bei denen sich Wellen, die durch den Gegenpunkt gegangen sind, vorfinden; ich habe aus ihnen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit und die Absorption zu bestimmen versucht. Die Messung der Absorption an Wellen, die den Gegenpunkt passiert haben und zum zweiten Male dieselbe Station treffen, hat den großen Vorteil, eine mittlere Absorption und nicht eine lokale zu liefern, weil sie über einen großen Raum integriert; ferner ist die Art der Bestimmung besonders zuverlässig, weil die Wellen beidemal denselben Apparat in derselben Aufstellung treffen. Beim Vergleich der Amplituden für nahe bei einander liegende Stationen bekommt man wohl nur eine lokale Variation. Erst bei großen Entfernungen, wie z. B. Göttingen und Samoa, wird man einen Mittelwert erhalten.

1) Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Absorption von Erdbebenwellen, die durch den Gegenpunkt des Herdes gegangen sind. Nachr. d. kgl. Ges. d. Wiss. z. Göttingen, Math.-physik. Klasse 1906 Heft 1.



In dem Folgenden (S. 10) habe ich nun eine Tabelle aufgestellt für jene Beben, bei denen sich Wellen vorfinden, die, wie es scheint, die Erde umkreißt haben, darunter auch eins (Calabrische Beben), für welches die Registrierungen zweier weit von einander entfernter Stationen der Rechnung zugrunde gelegt werden konnten. Zunächst habe ich die Herddistanz  $H$  angegeben. Diese wurde aus den Vorläufern berechnet, falls nicht der Herd durch Nachrichten (wie bei 4, 8, 9) bekannt war. Nicht immer lassen die Vorläufer eine Herddistanzbestimmung zu. Bei Beben über 10000 km Herddistanz ist es meist nur ungenau möglich die Herddistanz anzugeben. Hierzu gehören besonders eine Reihe von Beben, deren Herd etwa 1—3000 km von Samoa entfernt liegt. Es sind wahrscheinlich submarine Beben, deren Herd man nur rechnerisch feststellen könnte.

Die europäischen Stationen können im vorliegenden Falle nur als eine einzige gelten. Hinzu kommt Samoa, eine dritte geeignete Station fehlt zur Zeit noch. Erst wenn diese vorhanden sein wird, ist eine vollständige Ausnutzung des schönen Beobachtungsmaterials möglich. So war bisher noch nicht zu ermitteln, von welcher Richtung kommend die Wellen in Samoa eintreffen. Die Herddistanz läßt sich für Deutschland nicht angeben.

Ich habe diese Beben, die in Bezug auf die Absorption ihrer Energie besonders interessant sind, weil sie aus der Nähe des Gegenpunktes (vielleicht aus der Gegend von Neuseeland) kommen, leider nicht verwerten können.

In der nächsten Collonne der Tabelle habe ich die Zeit zwischen dem ersten Auftreten der Wellen ( $L$ ) und ihrer ersten Wiederkehr  $L_2$ , nämlich  $T_1 - T_2$  angegeben. Unter  $L$  und  $L_2$  sind hier für gewöhnlich Wellen von 18—20<sup>s</sup> Periode gemeint, denn bei ihnen liegt meistens das Maximum der Bodenbewegung. In zwei Fällen lassen sich aber auch Wellen von etwa 70<sup>s</sup> Periode zuerst beim Beginne von  $L$  und dann bei der Wiederkehr des Bebens nachweisen. Meist fehlen diese Wellen bei dem wiederkehrenden Beben, wohl hauptsächlich deswegen, weil ihre Vergrößerung bei unseren Pendeln zu gering ist. —

Ferner sind die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten  $v \frac{\text{km}}{\text{sec}}$  angegeben. Sie sind berechnet nach der Formel

$$v = \frac{2r\pi - 2H}{T_1 - T_2} \frac{\text{km}}{\text{sec}},$$

wo  $r$  den Erdradius bedeutet.

Sodann folgen die Amplituden  $A_1$  von  $L$  und  $A_2$  von  $L_2$

Aus ihnen ist die Absorption  $a$  pro km berechnet. Setzt man die Energie von  $L$  und  $L_2$  den Quadraten der Amplituden proportional und schreibt die Verminderung der Energie nur der Absorption zu, was in erster Annäherung zulässig ist, da ja eine Abnahme infolge der ringförmigen Ausbreitung der Energie auf der Erdoberfläche bei der Rückkehr des Wellenzuges zum selben Ort, der als Kugel gedachten Erde nicht stattfindet, so gilt

$$\frac{A_2^2}{A_1^2} = e^{-ad},$$

$$\frac{A_2}{A_1} = e^{-\frac{a}{2}d}$$

wo  $d$  den Weg der Wellen in km und  $e$  die Basis der natürlichen Logarithmen bedeutet, da

$$d = v(T_1 - T_2),$$

so

$$av = \frac{2,3}{T_1 - T_2} \log \left( \frac{A_1}{A_2} \right)^2, \quad (\log = \text{Brigg. Log})$$

woraus durch Division mit  $v$  sich  $a$  ergibt. Für  $v$  ist der Mittelwert  $3,3 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$  genommen, da es sich hier nur um die Hauptwellen handelt.  $a$  ist die Absorption der Energie pro km.

Hier sind die Vorgänge bei Ausbreitung der Wellen in einer Ebene auf eine Kugel übertragen. Dies wird nur in erster Annäherung zulässig sein. Wenn ein transversaler Wellenzug gegen eine Oberfläche stößt, so wird ein Teil der Energie sich stets in longitudinale Wellen umsetzen, wird also für den transversalen mit besonderer Geschwindigkeit dahin eilenden Zug verloren sein. Dasselbe gilt umgekehrt für einen longitudinalen Wellenzug. Bei der Ausbreitung auf einer Kugelfläche wird dies dauernd eintreten und schon hierdurch ein Teil der Energie für den betrachteten Wellenzug verloren gehn. Auch der Umstand ist nicht in Rechnung gezogen, daß die Wellen auf ihrem Wege irgend welche besonders orientierte Massen von besonderen Dimensionen zu Eigenschwingungen anregen können und dadurch an Energie verlieren. Die Zerstreung der Energie der Oberflächenwellen durch Strahlung, — dadurch, daß sie in angrenzenden Medium Störungen erzeugen — erreicht, was die über der Erde liegenden Schichten, Luft und Wasser angeht, wohl nur bei Seebeben oder Beben an der Küste, und bei Flutwellen, erhebliche Beträge. Wie im Erdinnern die Schichten verschiedener Dichte und Elasticität verteilt sind, und wie tief die Bewegungen der Oberflächenwellen hinabreichen, und was



im besondern an Energie den Wellen der oberen Schicht dadurch verloren geht, daß sie die darunter liegende Schicht in Mitleidenschaft ziehen, darüber ist einstweilen noch nichts sicheres auszumachen. Wir müssen also in den folgenden Berechnungen unter Absorption nicht nur die Dämpfung durch Reibung im eigenen Medium verstehen, sondern die Summe aller Energieverluste darunter zusammenfassen.

Sodann ist hierzu noch zu bemerken, daß nur die horizontalen Komponenten der Bewegung verglichen werden konnten; einmal weil die rückkehrenden Wellen vom Vertikalseismometer, wegen der geringen Vergrößerung dieses Instrumentes für lange Perioden, nicht aufgezeichnet wurden; und andererseits, weil in Samoa zur Zeit ein Vertikalseismometer leider noch fehlt. Die bisherigen Erfahrungen lehren jedoch, daß im allgemeinen das Diagramm der Vertikalkomponente in gleicher Weise abklingt wie das der horizontalen, und daß die Bewegung in beiden Komponenten durchweg von gleicher Größenordnung ist, die vom Erdbodenteilchen durchlaufene Ellipse angenähert ein Kreis ist. Der Fehler, der dadurch begangen wird, daß bloß die Bewegung einer Komponente betrachtet wird, ist daher wahrscheinlich für die hier in Betracht kommende Genauigkeit nicht groß.

Die Beben 7, 9, 11, 12 sind bereits in der citierten Mitteilung von mir bearbeitet worden und werden nur der Vollständigkeit halber mitgeteilt. Für No. 9 (Calabrisches Beben 8. IX 1905) habe ich folgende Berechnung angestellt. Den schon in der ersten Arbeit aus  $L$  und  $L_2$  und der Herddistanz berechneten Wert von  $v = 3,4 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$ , so wie den aus  $A_1$  und  $A_2$  berechneten Wert für  $a$  verglich ich mit Werten für  $v$  und  $a$ , die ich aus den Daten der Fernbebenberichte vom Samoaobservatorium der kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, die inzwischen von Linke veröffentlicht worden sind, berechnete. Da Calabrien, Göttingen und Samoa fast genau auf einem größten Kreis liegen, so gilt für diese Entfernungen folgendes. Die Bebenwellen kommen von Süden zur hiesigen Station, gehen über den Nordpol nach Samoa, von dort zum Gegenpunkt von Calabrien, wo sich die sich ringförmig ausbreitende Energie wieder sammelt um dann wieder zum Bebenherd zurückzuströmen. Die Entfernung Göttingen—Samoa berechnet sich zu rund 16000 km, der Weg Samoa—Gegenpunkt von Calabrien—Samoa—Göttingen zu 20800 km (Göttingen—Calabrien 1600 km). Die Eintrittszeiten sind für Wellen von 15—20<sup>s</sup>, die das Maximum der Bewegung enthalten:

Zum I ten Mal in Göttingen 1<sup>h</sup> 50,7<sup>m</sup>  
 „ „ „ „ Samoa 3 9,9  
 „ II ten „ „ Göttingen 4 49.

Linke (Samoa) giebt für  $L$  als Eintrittszeit 2<sup>h</sup> 56<sup>m</sup> an; um diese Wellen, deren Periode 52—36<sup>s</sup> beträgt handelt es sich hier nicht, sondern um Wellen von etwa 20<sup>s</sup>, die sowohl in Göttingen, wie in Samoa das Maximum der Bewegung tragen. Diese treffen in Samoa um 3<sup>h</sup> 9,9<sup>m</sup> ein. Für den ersten Weg (16000 km) brauchen die Wellen 79,2<sup>m</sup>; was einer Geschwindigkeit von  $3,4 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$  (genau  $3,37 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$ ) entspricht; für den zweiten Weg (20800 km) brauchen sie 99,1<sup>m</sup>, wozu eine Geschwindigkeit von  $3,50 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$  gehört; im Mittel also 3,4, was mit dem in der vorigen Arbeit aus  $L$  und  $L_2$  berechneten Wert von 3,4 zusammen stimmt.

Bei der Berechnung der Absorption dieser Wellen auf dem Wege Göttingen Samoa kann man die Aenderung der Amplitude nicht ausschließlich der Absorption zu schreiben, sondern es muß auf die Ausbreitung der Energie mit zunehmender Herddistanz Rücksicht genommen werden. Da die Ausbreitung der Energie auf einer Kugeloberfläche vor sich geht, so wird, falls man sich durch Herd und Gegenpunkt die Polaxe der Kugel denkt, im I Quadranten vom Pol zum Aequator die Energiedichte abnehmen, im II. Quadranten vom Aequator zum Gegenpol ein Anschwellen der Energie eintreten. Im Gegenpol würde, wenn keine Absorption vorhanden wäre, derselbe Energiebetrag vorhanden sein, wie im Pol. Auf jedem Breitengrad ist die durch ein zur Fortpflanzungsrichtung senkrechttes Flächenelement hindurchtretende Energie dem Kreisumfang umgekehrt proportional. Für die Energie der Bewegung an zwei Orten ungleichen Polabstandes gilt also

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{2\varrho_2\pi}{2\varrho_1\pi} = \frac{\cos\varphi_2}{\cos\varphi_1}$$

wo  $\varrho_1$  und  $\varrho_2$  die Radien der Breitenkreise der Orte und  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$  die geographischen Breiten der Orte bezogen auf den Herd als Pol der Kugel bedeuten. Die Intensität in Samoa wäre also, — wenn keine Absorption vorhanden wäre

$$J_2 = J_1 \frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2}$$

wenn der Index 2 für Samoa und 1 für Göttingen gilt.

Die Amplitude für Samoa

$$A_2 = A_1 \sqrt{\frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2}}$$



Wenn ich die auf diese Weise für einen absorptionslosen Fortgang der Wellen für Samoa berechnete Amplitude mit der wirklich dort gemessenen vergleiche, erhalte ich die Absorption  $a$ .

Die Daten sind folgende:

$$\varphi_1 = 75^\circ; \varphi_2 = 68^\circ;$$

$$A_1 = 1000'' \text{ in Göttingen gemessen,}$$

$$A_2 = A_1 \sqrt{\frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2}} = 831'',$$

$$A_3 = 43'' \text{ in Samoa gemessen,}$$

$$a = \frac{1}{v} \cdot \frac{2,3}{T_1 - T_2} \log \left( \frac{831}{43} \right)^2.$$

Für  $a$  ergibt sich so 0,00037. Der in der citierten Arbeit aus den beiden Amplituden in Göttingen beim erstmaligen Eintreffen und bei der Rückkehr des Bebens berechnete Wert ergab  $a = 0,00034$ . Beide Berechnungen sind völlig unabhängig von einander. Man kann die gute Uebereinstimmung daher wohl als ein Argument für die Richtigkeit der angestellten Betrachtung über Ausbreitung und Wiederkehr der Wellen ansehen.

Nr.	Datum	Periode $T$	Herddistanz	$T_1 - T_2$	$A_1$	$A_2$	$v$	$a$	Bemerkungen
1	14. II 05	20	8700	103 <sup>m</sup>	500	10	3,6	0,00038	
2	22. III	20	8700	101	170	20	3,7	0,00021	
3	22. I	70	?	66	500	140	—	—	
		20		78	140	10	—	—	
4	4. IV.	25	6200	120	700	170	3,8	—	
		20		133			3,4	—	
5	6. VII	25	9500	102	600	12	3,4	0,00039	
6	9. VII	30	6700	131	5000	30	3,4	0,00039	
7	11. VII	16—18	5750	161	250	5	3,0	0,00026	
8	23. VII	70	6700	110			4,0		
9	8. IX	15—20	1600	178,3	1000	3	3,4	0,00034	Göttingen—Gegenpunkt — Göttingen
	8. IX	15—20		79,2	1000	43	3,37	0,00037	Göttingen—Samoa
10	15. IX	20	9000	110	—	—	3,3	—	
11 ?	4. XII	12—18	3500	117	150	7	4,6	0,00028	
12	10. XII	20	8500—10000	110	75	13	3—3,4	0,00018	

Der hier berechnete Wert von  $a$  gilt für lange Wellen von etwa 20<sup>s</sup> Periode. Für die kurzen Wellen kann  $a$  wegen der grösseren Deformationsgeschwindigkeit ganz erheblich grösser sein.

Die Lücken in den Spalten für  $v$  und  $a$  sind dadurch entstanden, daß sich entweder die Herddistanz nicht angeben oder die Amplitude z. B. wegen starker Ueberlagerung nicht genau genug messen ließ.

Zur Tabelle ist noch hinzuzufügen, daß sich bei einigen Beben (No. 3, 4, 8) nachweisen ließ, daß die Wellen größerer Periode eine größere Fortpflanzungsgeschwindigkeit besitzen. Bei No. 3 kann man die Werte wegen der Unkenntnis der Herddistanz zwar nicht angeben, aber es läßt sich aus den Laufzeiten, die für Wellen von 70<sup>s</sup> Periode 66<sup>m</sup>, für Wellen von 20<sup>s</sup> 78<sup>m</sup> beträgt, doch schätzen, daß  $v$  für die ersteren etwa 25 % größer als für die letzteren ist. Bei No. 8 finden sich wieder Wellen von 70<sup>s</sup> Periode (vergl. Fig. 7a, 7b, 7c), denen der große Wert von  $v = 4,0 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$  entspricht. Als Mittelwert für  $v$  bei einer Periode von ungefähr 20<sup>s</sup> ergibt sich, wenn man den zweifelhaften Wert von No. 11 ausschließt zu  $3,4 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$ . Der Mittelwert von  $a$  ist 0,00031.

In der der Berechnung zu Grunde gelegten Anschauung heißt dies: Quellen im Epizentrum die Oberflächenwellen mit einer Energie die proportional ist  $A_1^2$ , so sammeln sie sich im Gegenpunkt mit einer Energie die  $A_2^2 = A_1^2 \cdot e^{-20.000 \cdot 0,00031}$  proportional ist, also etwa den 490 ten Teil beträgt. Von hier aus strömt die Energie von neuem aus zum Epizentrum zurück, wo sich noch  $\frac{1}{242500}$  der alten Energie wieder sammelt. Die Amplitude sinkt also bis zum Gegenpunkt auf  $\frac{1}{22}$  und beträgt bei der Rückkehr des Bebens zum Epizentrum nur  $\frac{1}{490}$  der ursprünglichen Größe.

Die Aenderung der Amplitude pro km wegen Absorption ist gegeben durch

$$A_2 = A_1 \left( 1 - \frac{a}{2} \right) = A_1 \left( 1 - \frac{1}{7000} \right) = 0,99985 A_1.$$

Das in mancher Hinsicht interessante Calabrische Beben ermöglicht noch eine Bemerkung über die Geschwindigkeit der I. Vorstörung. Die große Geschwindigkeit, die sich für den ersten Vorläufer berechnet, wenn man die Herddistanz durch die Laufzeit dividiert, (etwa 14 km) beruht zum größeren Teil darauf, daß die Wellen in der Tiefe auf Schichten größerer Fortpflanzungsgeschwindigkeit stoßen, denn ihr Weg durch das Erdinnere ist nur wenig kürzer als die Oberflächenentfernung. Das Verhältnis von Bogen  $b$  zur Sehne  $s$

$$\frac{b}{s} = \frac{2r \pi \alpha}{360^\circ} = \frac{2r \sin \frac{\alpha}{2}}{2r \sin \frac{\alpha}{2}},$$



wo  $\alpha$  der zum Bogen gehörige Centriwinkel ist, wird höchstens, für  $\alpha = 180^\circ$ , wenn das Beben aus dem Gegenpunkt kommt, gleich

$\frac{\pi}{2}$ . Mit Ausnahme des einzigen Falles des gradlinigen Durchganges der Wellen durch den Erdmittelpunkt zum Gegenpunkt, ist der Stoßstrahl des ersten Vorläufers stets convex gegen den Erdmittelpunkt, das Verhältnis des Stoßstrahles zum zugehörigen Bogen also stets kleiner als  $\frac{b}{s}$ . Die Geschwindigkeit der I ten

Vorstörung in den oberen Schichten der Erde läßt sich nun schätzen, wenn man die Ankunftszeiten der Störung bei nah am Bebenherd gelegenen Stationen vergleicht und ihre Differenz durch ihre auf dem Bogen gemessene Entfernung dividiert. Die Länge des Bebenstrahls ist zwar nicht gleich dieser Distanz, doch wird sie nicht allzusehr davon abweichen. Ich wählte hierzu das Agramer Beben vom 2. Januar 06. Der Herd bei Agram ist etwa 100 km von Laibach und etwa 760 km von Göttingen entfernt. Wenn man annimmt, daß die Wellenfläche des ersten Einsatzes als sie Laibach berührte noch etwa 700 km in normaler Richtung von Göttingen entfernt war, was sich aus der Lage der 3 Orte angenähert ergibt, so findet man für eine Differenz der Eintrittszeiten in Göttingen und Laibach von  $93^s$  eine Geschwindigkeit von  $7,5 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$ . Da hier  $\frac{b}{s} = 1,0013$  und der Emersionswinkel ge-

ring ist, — die Amplituden in der Horizontalen und Vertikalen sind fast gleich —, der Strahl also nur wenig gekrümmt ist, so kann man ohne große Fehler zu machen, annehmen, daß der Weg der I Vorstörung bis hier gleich der auf dem Bogen gemessenen Epizentralentfernung ist. Freilich muß man dabei eine nicht allzu große Herdtiefe voraussetzen, sonst wird der berechnete Wert der Geschwindigkeit größer. Mit der so gewonnenen Geschwindigkeit berechne ich die Zeit, zu der das Calabrische Beben im Herd eintrat, wobei der Fehler, der dadurch entsteht, daß ich den Weg der I Vorstörung von Göttingen bis Calabrien auf dem Bogen messe, wiederum nicht allzu groß wird.

Danach findet die Störung in Calabrien um  $1^h 42^m 49^s$  statt; in Samoa trifft der erste Vorläufer um  $2^h 3^m 36^s$  ein. Der Quotient aus der auf dem Bogen gemessenen Herddistanz und der Laufzeit ergibt  $14 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$ . Das Verhältnis von Bogen zur Sehne  $\frac{b}{s}$  ist hier 1,32, sodaß der Quotient aus Sehne und Laufzeit  $10,7 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$  wird. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit auf dem Stoßstrahl gemessen

ist wegen der Convexität desselben jedenfalls noch ein wenig größer als  $10,7 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$ .

Die Differenz dieser „mittleren wirklichen“ Geschwindigkeit gegenüber der Geschwindigkeit der ersten Vorstörung in Oberflächenschichten  $7,5 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$  rührt daher, daß die Wellen in größeren Tiefen auf Schichten größerer Geschwindigkeit treffen. Hierzu mag noch bemerkt werden, daß man für die ersten Vorstörungen noch geringere Geschwindigkeiten als  $7,5$  erhält, wenn man noch näher am Epicentrum liegende Stationen vergleicht. So erhielt Crendner für Voigtländische Beben (beobachtet in Leipzig und Göttingen) etwa  $6 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$ .

#### Phasen und Perioden im Diagramm. (Fig. 1—7a)

Ich möchte hier noch einige Bemerkungen über die sehr langen Wellen ( $40—70^s$ ) beifügen. Diese Wellen treten deutlich und rein, — frei von Ueberlagerungen — nur im Beginn der Hauptphase sehr weit entfernter Beben auf, und sind dann meist Träger des Maximums der Bewegung, während die Wellen kürzerer Periode ( $10—15$ ), die bei Nahbeben die Maximalbewegung besitzen, in der Hauptphase gänzlich fehlen. Man hat sich diese Eigentümlichkeit der Diagramme vielleicht so zu erklären.

Bei nahen Beben unterscheiden sich nur zwei Phasen. Gleich nach den kurzen stoßartigen Wellen ( $1—6^s$ ) des ersten Vorbebens von kleiner Amplitude setzen die langen Wellen (etwa  $10^s$ ) gleich mit der Maximalbewegung ein. Ob diese letzten Wellen anderen von langer Periode  $20—70^s$  überlagert sind oder nicht, ist aus Diagrammen schwer zu entscheiden und wird ganz unmöglich, wenn das Pendel gegen die Anschläge schlägt. Zweiter Vorläufer, lange Wellen und Maximalbewegung fallen zusammen.

Bei mittelweit entfernten Beben (etwa  $2—5000$  km) tritt der II te Einsatz deutlich und von der Hauptbewegung gesondert hervor. Der zweiten Vorstörung überlagern sich aber noch die Wellen langer Periode ( $30—70$ ), die mit ihrer größeren Fortpflanzungsgeschwindigkeit den Trägern des Maximum vorangeeilt sind und sich also dem ihnen fremden Wellenzug des II. Vorläufers, und sich also dem ihnen fremden Wellenzug des II. Vorläufers, der wahrscheinlich auf anderem Wege als die langen Oberflächenwellen kam, untermischen. Es ist sogar möglich daß sich diese Wellen schon der I. Vorstörung (wahrscheinlich Longitudinalwellen quer durch die Erde) überlagern, da die scheinbare Oberflächen-geschwindigkeit der I. Vorstörung bei geringer Entfernung des



Herdes wohl noch nicht sehr von der Geschwindigkeit der langen Wellen verschieden ist. Ein Beispiel hierfür ist das Calabrische Beben. Es finden sich dort Wellen von 30<sup>s</sup> in der Horizontal Komponente der I. Vorstörung; im Diagramm der Vertikalkomponente dagegen fehlen sie.

Die Hauptphase mittelweit entfernter Beben beginnt mit Wellen, deren Periode schnell von etwa 30<sup>s</sup> auf 20<sup>s</sup> sinken und zeigt bald nach Beginn das Maximum bei etwa 15–20<sup>s</sup>. Bei den Beben dieser Gruppe beobachtet man, wie sich je größer die Herddissanz ist, das Maximum im Zug der Hauptphase mehr und mehr gegen Ende hin verlagert, weil immer mehr von den langperiodigen Wellen (30–50<sup>s</sup>) vor dem Maximum, das noch bei niedrigerer Periode liegt, auftreten.

Bei sehr weit entfernten Beben (über 5000 km) treten nach *P* und *S* zunächst Wellen sehr langer Periode (etwa 50<sup>s</sup>) auf, die allmählich abnehmen auf 30–25<sup>s</sup>, wo das Maximum der Amplitude liegt.

Bei Beben von der Nähe des Gegenpunktes dauern die Wellen von 70–30<sup>s</sup> Periode recht lang, erst viel später kommen Wellen von 30–20<sup>s</sup> die meist nur ein scheinbares, ein „Diagramm-Maximum“ zeigen, während das Maximum der Amplituden der Bodenbewegung bei den Wellen hoher Periode liegt. Aus den Beobachtungen ergibt sich also, daß das Maximum der Bodenbewegung allmählich, je größer die Herddistanz wird, desto mehr von Wellen kürzerer Periode auf solche längerer Periode übergeht. Man kann erwarten, daß die Absorption wegen der größeren Deformationsgeschwindigkeit bei Wellen kürzerer Periode größer ist (für gleiche Amplituden). Haben diese also in der Nähe des Herdes das Maximum der Bewegung so muß es in weiter Entfernung auf solche längerer Periode übergegangen sein.

Die Trennung der Oberflächenwellen verschiedener Periode rührt von der verschiedenen Geschwindigkeit her, die den einzelnen Perioden zukommen. Die Wellen längerer Periode eilen den kürzeren voraus.

Nach diesen Erörterungen will ich versuchen, die Verteilung der verschiedenen Perioden der Oberflächenwellen für die drei nach ihrer Herddistanz geordneten Klassen von Beben schematisch darzustellen.

#### Nahbeben (bis 1000 km).

- I. Phase: *P*, zuweilen sind den kurzperiodigen longitudinalen Wellen schon langperiodige überlagert.  
 II. Phase: *S, L, M* treten gleichzeitig auf und überlagern sich.

#### Entfernte Beben (1000–5000 km).

- I. Phase: *P*.  
 II. Phase: *S* und *L* gleichzeitig, die Wellen in *L* erreichen eine Periode von etwa 40<sup>s</sup>.  
 III. Phase: *M* etwa bei 15–20<sup>s</sup>.

#### Sehr weit entfernte Beben (über 5000 km).

- I. Phase: *P*.  
 II. Phase: *S*.  
 III. Phase: *L* Perioden von 40–70.  
 IV. Phase: *M* 30<sup>s</sup>.

#### Beben aus der Nähe des Gegenpunktes.

- I. Phase: *P*.  
 II. Phase: *S*.  
 III. Phase: *M* bei 40–70<sup>s</sup> Periode.  
 IV. Phase: Wellen von etwa 30–20<sup>s</sup>.

Ich habe in der nachfolgenden Tabelle eine Reihe von Erdbeben zusammengestellt, deren Herddistanz von zwei weit von einander entfernten Stationen, Göttingen und Samoa, möglichst verschieden ist, deren Herd also stets erheblich näher an der einen als an der anderen Station liegt. Außer den Herddistanzen gebe ich die Perioden der Hauptphase für beide Stationen an.

Datum	Charakter des Bebens in Göttingen	Perioden der Hauptphase in Göttingen			Herddistanz von Göttingen	Perioden der Hauptphase in Samoa			Herddistanz von Samoa km
		größte Periode	kleinste Periode	Periode von <i>M</i>		größte Periode	kleinste Periode	Periode von <i>M</i>	
II 19.	I u	56 <sup>s</sup>	28 <sup>s</sup>	56 <sup>s</sup>		30 <sup>s</sup>	12 <sup>s</sup>	16 u. 13 <sup>s</sup>	2000
II 27.	I u	40	20	35		15	10	10	1000–1500
III 19.	II u	40	16	40		16	11	15	2000
IV 4.	III u		10	10	6000	44	27	27	13–14000
VI 9.	I u	45		45		16		16	1–2000
VI 12.	II u	50		50		10		10	2000
VI 30.	II u	40	30			20		20	
VII 17.	II u	40		40		14		14	2–3000
VII 23.	III u	40	6	40	6700	60	17	60	11000
VIII 8.	I u	45		45		20	10	12	1–2000
IX 8.	III r	20	9	9	1600	52	21	21	1600



Es geht aus der Tabelle hervor, daß die kürzeren Perioden aus den Hauptphasen verschwinden, wenn die Wellen große Herddistanz erreicht haben. Die langen Perioden dagegen sind in den Diagrammen der Nahbeben nicht zu finden. Letzteres hat seinen Grund zum Teil wohl darin, daß sie bei Nahbeben aus der starken Ueberlagerung kürzerer Perioden nur schwer herauszuschälen sind, zumal unsere Seismographen für die hohen Perioden nur sehr wenig empfindlich sind. Es wäre sehr wichtig mit einem Pendel hoher Eigenperiode ( $60^s$ ) und starker Vergrößerung diese sehr langen Wellen genauer zu studieren. Das Verschwinden der kurzen Perioden tritt wohl deshalb ein, weil die Absorption für kurze Perioden so groß ist, daß auf dem langen Wege ihre ganze Energie verzehrt wird.

Ich möchte noch auf eine Beobachtung hinweisen, die vielleicht zur Erklärung des Entstehens der verschiedenen Perioden beiträgt. Bei sehr nahen Beben etwa 1000 km ist das Maximum der Bewegung an sehr kurze Perioden gebunden etwa  $5-10^s$  erst später treten allmählich größere Perioden auf. Man kann sich hier den Vorgang vielleicht folgendermaßen vorstellen:

Beim Bruch oder bei der Verlagerung einer Scholle treten zunächst heftige Erderschütterungen auf, welche die der Bruchstelle nahen Teile der Scholle in kurzen Perioden erzittern lassen. Wegen ihrer großen Maximalen Beschleunigung kommt ihnen die zerstörende Kraft zu. Nach und nach erst gerät die ganze Scholle in Schwingungen, die immer tiefer greifen und schließlich die ganze Erdrinde in Vibration versetzen. Dies sind die Schwingungen längerer Periode<sup>1)</sup>. Wenn man sich die ganze Erdrinde schwingend vorstellt, dann liegt natürlich nahe, die verschiedenen Perioden ( $20-70^s$ ) als Oberton und Grundton aufzufassen.

Man sieht aus allem, welch ein kompliziertes Bild uns die starken näheren Erdbeben liefern; die vielfachen Ueberlagerungen lassen sich nur schwer und unsicher auseinanderschälen. Viel klarer zeigen sich die verschiedenen Wellen in starken sehr weit entfernten Beben. Es wird eine der nächsten Aufgaben sein, dies Auseinanderziehen des Bebenbildes, diese Trennung der einzelnen Wellenzüge, kurz die Entstehung des seismischen Spektrums zu ergründen. Dazu sind von allem mehrere weit non einander entfernte Stationen notwendig.

1) Wiechert (Göttinger Festschrift) schreibt den Schwingungen die die Erdrinde bis zur Magmaschicht in Bewegung setzen eine Periode von etwa  $20^s$  zu.

## Natur der Wellen.

Die Registrierungen, besonders der Vertikalkomponente, gestatten einige Bemerkungen über die Natur der Wellen.

Zunächst zeigt sich, was schon von Schlüter mit seinem als Vertikalseismometer eingerichteten Klinographen beobachtet wurde, daß mit wachsender Entfernung vom Bebenherd die Vertikalkomponente des I. Vorläufers der horizontalen gegenüber stark zunimmt, oder daß der Emersionswinkel wächst.

Außerdem aber zeigt sich, daß beim IIten Vorläufer umgekehrt mit wachsender Entfernung die horizontale Komponente der Vertikalen gegenüber zunimmt. Falls der IIte Vorläufer ein Wellenzug durch das Erdinnere ist, würde dies bedeuten, daß die Deformationen zunächst senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung erfolgen, sodaß bei einem Emersionswinkel von  $90^\circ$  die Vertikalkomponente  $0$  würde. Das Verhältnis von vertikaler zu horizontaler Komponente ist dann gleich dem cotangens des Emersionswinkels. Diese Funktion fällt mit wachsendem Winkel, also mit zunehmender Herddistanz. Ferner läßt sich erkennen, daß bei Beben, deren Richtung mit einer der Komponenten Richtungen zusammenfällt, der IIte Vorläufer nicht in dieser, sondern in der dazu senkrechten Richtung die größte Amplitude besitzt, und wenn ein scharfer Einsatz des IIten Vorläufers vorhanden ist, dieser wie auch das Maximum der Hauptphase dort früher auftritt: der Einsatz der II. Vorstörung um wenige Sekunden, die Hauptphase um etwa  $1^m$ . Diese Bevorzugung der einen Richtung läßt wieder vermuten, daß wir es hier mit Wellen zu tun haben, deren Deformation senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung erfolgt. Es ist hier aber für Folgerungen Vorsicht geboten und mehr Material zu sammeln. — In dem nachfolgenden Bericht ist bei den einzelnen Beben, wo solche Erscheinung beobachtet wurde besonders darauf hingewiesen. Als Beispiel diene das Calabrische Beben, dessen Wellen fast genau von Süden kommen (vergl. Fig. 8a, 8b, 8c).  $P$  ist in der Vertikalen und in  $NS$  scharf; in  $NS$  größer als in  $EW$ . Die Deformation erfolgt also zunächst in Richtung der Fortpflanzung von  $P$ .  $S$  dagegen ist in der Vertikalen schwach und in  $NS$  schwächer als in  $EW$ . Auch in den Aufzeichnungen des Calabrischen Bebens durch das Wiechert'sche Pendel in Upsala ist  $P$  in  $NS$  stärker als in  $EW$  und  $S$  in  $EW$  stärker als in  $NS$ <sup>1)</sup>. Die

1) Herr Dr. Åkerblom war so liebenswürdig mir die Kurven zur Verfügung zu stellen.



Deformation bei *S* erfolgt also umgekehrt wie bei *P* senkrecht zur Richtung der Fortpflanzung. Das Maximum der langen Wellen tritt früher in *EW* als in *NS* ein, also auch hier scheint die Deformation zunächst senkrecht zur Fortpflanzung zu erfolgen, um dann in schneller Azimutänderung in jede andere Richtung überzugehen; auch in die verticale. Dort tritt das Maximum wohl immer später als in der horizontalen ein.

### Bewegungen nicht seismischen Ursprungs.

Die mikroseismischen Bewegungen zeigen sich sowohl in der horizontalen wie in der vertikalen Komponente. Die Ansicht, daß es sich hier nur um Eigenschwingungen des Bodens in Folge von Luftdruckschwankungen handele, scheint nicht richtig zu sein, da alle möglichen Perioden von 1–10<sup>s</sup> vorkommen. Besonders kurze Perioden waren an folgenden Tagen merklich:

Jan. 19. 1906 1<sup>s</sup>, 2<sup>s</sup>, 3<sup>s</sup>.

März 9. 1906 2<sup>s</sup>, 3<sup>s</sup>.

„ 16. 1906 3<sup>s</sup>.

Ein Zusammenhang zwischen mikroseismischer Bewegung und dem Seegang an den Küsten, wie ihn Wiechert schon öfters betont hat, ist dagegen wohl sicher vorhanden; und zwar scheint es, daß die in Göttingen beobachteten starken langperiodigen Bodenbewegungen von großer Regelmäßigkeit den Sturmwellen des Oceans an der steilen felsigen Norwegischen Küste entsprechen. Ein Beispiel hierfür gibt der 16. Sept. 1905, wo innerhalb einer wochenlangen Ruhe, in der die mikroseismische Bewegung nicht über 1<sup>u</sup> steigt, für etwa 12 Stunden starke Bewegung ( $T = 7-8^s$ ;  $A = 5^u$ ) einsetzt. Zur gleichen Zeit brandet von Westen der Ocean in Sturmwogen senkrecht gegen die Norwegischen Felsen.

Ferner ist das starke Maximum der mikroseismischen Bewegung am 12. Dez. 1905 gleichzeitig mit einem Maximum des Seeganges VIII an der norwegischen Küste. Eine genauere Untersuchung hierüber ist jedoch noch notwendig.

Auch schnell vorüberziehende meteorologische Erscheinungen lassen sich im Seismogramm des stark vergrößernden 17000 kg-Pendels erkennen. Fig. 9 zeigt das Bild einer in wenigen Minuten vorüberziehenden Boe.

Die 2000fache Vergrößerung des 17000 kg-Pendels genügt, um die Bewegungen der im hiesigen Elektrizitätswerk, 2,5 km entfernt, aufgestellten Gasmotoren aufzuzeichnen. Die Schwingungszahl

der kleinen Wellen entspricht der Tourenzahl der Motoren. Da verschiedene Motoren mit ungleicher Tourenzahl vorhanden sind, so treten, wenn mehrere laufen, Schwebungen auf. (Fig. 10).

Nicht alle Beben ließen sich mit derselben Genauigkeit ausmessen, weil oft Einzelheiten in der mikroseismischen Bewegung untergingen. Auf diese Unruhen sowie auf Störungen im Erdbebenhaus, die die Diagramme zum Teil unleserlich machten, ist nicht immer besonders hingewiesen. Fehlende Zahlen sind darauf zurückzuführen.

### Zu den Figuren.

Die Bebenogramme Fig. 1–6b sind nach ihrer Herddistanz geordnet. Man erkennt an ihnen, daß die langperiodigen Wellen mit wachsender Herddistanz sich mehr und mehr zum Ende hin verschieben. Bei Fig. 1 und 2 sind sie noch der I. Vorstörung überlagert; bei Fig. 3, 4a und 4b treten sie während der II. Vorstörung auf, kurz nach *iS*; sie sind von immer stärker werdenden Schwingungen kürzerer Periode überlagert, die schnell zum Maximum der Bewegung anschwellen.

Fig. 5a die Vertikalkomponente des San Franciscoer Bebens zeigt die langen Wellen erst  $\frac{1}{4}$  Stunde nach *iS*. Das Maximum der Bewegung liegt aber noch später bei Schwingungen kürzerer Periode.

Fig. 5b zeigt Wellen außerordentlich langer Periode ohne Ueberlagerung.

Fig. 6a und 6b zeigen ein und dasselbe Beben vom 1200 km und vom 100 km Pendel aufgezeichnet. Das Beben ist sehr weiten Ursprungs. Alle Phasen sind deutlich gesondert.

Fig. 7a zeigt trotz starker Ueberlagerung gut erkennbar während des II. Vorläufers Schwingungen von etwa 70<sup>s</sup> Periode.

Fig. 7b und 7c zeigt gegen Ende desselben Bebens ein paar Schwingungen von gleicher (70<sup>s</sup>) Periode, die dem Nachläufer überlagert sind. Es handelt sich hier wahrscheinlich um eine Wiederkehr des Bebens.

Fig. 8a, 8b und 8c zeigen das Calabrische Beben mit den auf Seite 17 beschriebenen Eigentümlichkeiten.

Fig. 9 zeigt eine vorbeiziehende Boe, und Fig. 10 die Schwebungen in Folge der Bewegungen der Motoren des Elektrizitätswerkes.



## Uebersicht über die registrierenden Seismometer der Station.

Von

E. Wiechert<sup>1)</sup>.

### Vorbemerkungen.

1. Erdbebenwellen. Bei den Erdbeben vollführt der Erdboden erfahrungsgemäß stets gleichzeitig Schwingungen sehr verschiedener Periode. Es scheint, als ob neben den kürzeren um so längere Perioden auftreten, je tiefere Schichten der Erdrinde bei den Dislokationen am Herde in Mitleidenschaft gezogen werden. Nennt man die Perioden bis 2 Sekunden kurz, solche über 2 und bis 20 Sekunden mittellang, solche über 20 Sekunden sehr lang, so kommen Wellen sehr langer Perioden nur von den Zentren gewaltiger Erderschütterungen weit außerhalb Europas zu uns<sup>2)</sup>. Mittellange Perioden finden wir schon bei den größeren Erdbeben Europas. Bei den ganz kleinen Erdbeben im Gebiete Deutschlands herrschen die kurzen Perioden vor. — Für die in einem und demselben Erdbeben auftretenden Schwingungen nimmt die Amplitude mit der Periode sehr schnell ab. Bei dem Indischen Erdbeben vom 4. April d. J. z. B. war die Amplitude der Schwingungen mit 10 Sekunden Periode etwa 1 cm, die Amplitude der Schwingungen mit  $\frac{3}{2}$  Sekunden Periode aber nur  $\frac{1}{200}$  mm. Auf diese Erfahrungen muß Rücksicht genommen werden, wenn die Auswahl der registrierenden Instrumente zweckmäßig erfolgen soll.

2. Empfindlichkeit der Seismometer. Bei einer Dämpfung, die genügend groß ist, um die Eigenschwingungen des Instrumentes unschädlich zu machen, sind für die Wirkungsweise

1) Wochenbericht No. 48—53.

2) Später haben die Instrumente gezeigt, daß auch bei starken Europäischen Beben Perioden von 30—45<sup>s</sup> vorkommen. (8. Okt.; 8. Nov. 1905).

eines Seismometers, — wie ich das schon mehrfach näher ausgeführt habe, — 2 Konstanten maßgebend. Ein Horizontalseismograph — d. h., ein Seismometer, welches die Horizontalerschütterungen des Erdbodens aufzeichnet — verhält sich wie ein einfaches Pendel, dessen gewichtlos gedachte Pendelstange — eventuell weit über das Gewicht hinaus verlängert — die Schreibspitze trägt. Die Pendellänge  $L$  dieses äquivalenten einfachen Pendels, d. h. die Entfernung des Gewichts von der Axe, nenne ich „äquivalente Pendellänge“. Ihr entspricht die Eigenperiode des Instrumentes  $T$ . Nach den Pendelgesetzen ist nahezu  $\frac{1}{4} T^2 = L$ , wenn  $T$  nach Sekunden,  $L$  nach Metern gerechnet wird. Die Entfernung  $J$  der Schreibspitze von der Axe bei dem äquivalenten einfachen Pendel nenne ich „äquivalente Indikatorlänge“. Sie gibt die Neigungsempfindlichkeit an, und zwar ist  $E = J/206000$  der Ausschlag für eine Bogensekunde. Die Vergrößerung  $V$ , mit welcher bei dem äquivalenten einfachen Pendel die Bewegungen des Pendelgewichtes aufgeschrieben werden, nenne ich „Indikatorvergrößerung“. Offenbar ist  $J = V.L$ . Wo ein Zweifel über die Bedeutung der Worte nicht gefürchtet zu werden braucht, ist es selbstverständlich nicht nötig, den Zusatz „äquivalent“ mit anzuführen. —

Als äquivalent mit einem Vertikalseismometer kann man ebenfalls ein einfaches Pendel der beschriebenen Art annehmen, nur muß man sich das Pendel durch Federkraft so horizontal gehalten denken, das die Schwingungsperiode mit der Pendellänge in derselben Beziehung steht, wie bei der vertikalen Aufhängung.  $T, L, J, V$  und auch  $E$  bekommen dann analoge Bedeutung, wie bei dem Horizontalseismographen; so können  $L, J, V$  nach wie vor: „äquivalente Pendellänge“, „äquivalente Indikatorlänge“, und „Indikatorvergrößerung“ genannt werden.

Von den 5 Größen  $T, L, V, J, E$  bestimmen  $T$  und  $L$  und ebenso  $J$  und  $E$  einander gegenseitig. Außerdem besteht die Beziehung  $J = VL$ , es genügt also in der Tat, wie anfänglich erwähnt, die Angabe von 2 Konstanten, um die Wirkungsweise des Instrumentes zu charakterisieren.

Die Theorie lehrt — immer unter Voraussetzung hinreichend starker Dämpfung, um störendes Hervortreten der Eigenschwingungen zu verhüten, — daß Erderschütterungen, deren Periode  $T$  unterhalb der Eigenperiode  $T$  des Instrumentes liegt oder diese nur ganz wenig überschreitet, nahezu mit der Indikatorvergrößerung  $V$  aufgezeichnet werden. Geht die Periode  $T$  der Erderschütterungen höher hinauf, so sinkt die Vergrößerung in den



Diagrammen und zwar sehr bald nahezu proportional mit  $1/T^2$ ; zugleich wird sie auch proportional mit der Indikatorlänge  $J$ . Es ist also für die Empfindlichkeit des Instrumentes bis etwa herauf zur Eigenperiode  $T$  die Indikatorvergrößerung  $V$ , darüber hinaus die Indikatorlänge  $J$  entscheidend. Es tritt ferner hervor, daß die kleineren Perioden umsomehr gegenüber den größeren bevorzugt werden, je kleiner die Eigenperiode  $T$ , also die Pendellänge  $L = J/V$  gewählt wird. —

Diese Umstände sind zu berücksichtigen, wenn man die seismischen Instrumente ihren Aufgaben anpassen will. Sollen Erschütterungen kurzer Periode mit starker Vergrößerung aufgezeichnet werden, ohne daß Erschütterungen langer Periode die Abbildung undeutlich machen, so muß man  $V$  groß,  $T$  und damit  $L$  und  $J$  klein machen. Sollen andererseits Erschütterungen langer Periode registriert werden, ohne daß gleichzeitige Erschütterungen kurzer Periode störend wirken, so muß man  $J$  und  $T$ , also auch  $L$ , groß und  $V$  klein machen. — Bei alledem ist noch zu beachten, daß auch die Geschwindigkeit des Registrierpapiere eine Rolle spielt: Sollen kurze Perioden aufgelöst erscheinen, so muß die Registriergeschwindigkeit groß gewählt werden. Will man aber lange Perioden beobachten, so tut man besser mit kleinen Geschwindigkeiten zu arbeiten, weil andernfalls bei der Streckung der Kurven geringere Ausweisungen der Aufmerksamkeit entgehen würden.

### Instrumente der Göttinger Station.

4. Einleitung. Frühere Registrierungen hatten gezeigt, daß in Göttingen bei den Erdbeben noch Perioden unterhalb einer Sekunde und über einer Minute zur Geltung kommen. Um diesen weiten Bereich zu umspannen, schien es nötig, entsprechend der in den Vorbemerkungen unter (1) angegebenen Einteilung der Perioden in „kurze“, „mittellange“ und „sehr lange“, die für den dauernden Betrieb bestimmten Instrumente in drei Stufen zu gruppieren. Das so vorgesehene System von Instrumenten ist freilich heute noch nicht vollständig, aber doch konnte schon erreicht werden, daß alle drei Gruppen vertreten sind. So soll denn im Folgenden eine kurze Uebersicht der vorhandenen Instrumente gegeben werden. Die Lücken und die zum Teil recht unerfreulichen Improvisationen werden in dem Masse beseitigt werden, wie es die finanziellen Mittel gestatten.

Wichtig scheint es hier, einen Punkt noch besonders hervorzuheben. Die Gruppierung darf nicht etwa so verstanden werden,

als ob die einzelnen Instrumente für die Registrierung der zu den anderen Gruppen gehörigen Perioden überhaupt nicht in Betracht kämen. Davon ist nicht die Rede. Es kann vorkommen, daß bei sehr starken Erdbeben einzelne Instrumente eben infolge ihrer hohen Empfindlichkeit für die vorherrschenden Perioden unleserliche Aufzeichnungen geben oder ganz versagen. In solchen Fällen treten in sehr willkommener Weise die andern Instrumente ergänzend ein.

5. Uebersicht der Instrumente. Alle Instrumente besitzen eine sehr starke Luftdämpfung; das Dämpfungsverhältnis wird in der Regel in der Nähe von 6:1 gehalten. — Bei mechanischer Registrierung muß zur Ueberwindung der Reibung des Schreibstiftes und der Trägheit des Schreibmechanismus die „stationäre Maße“, d. h. die frei aufgehängte Maße, deren Bewegung von dem Schreibstift aufgeschrieben wird, sehr groß gewählt werden. Da ihr Betrag dann eine wesentliche Bedeutung gewinnt, wird er im Folgenden mit aufgeführt werden.

### I. Instrumente für Registrierung von Erschütterungen kurzer Periode.

a) Horizontalseismograph, mechanisch registrierend. Stationäre Maße ca 17000 kg.  $T = 1,4$  Sekunden ( $L = 50$  cm);  $V = 2000$ ,  $J = 1100$  m ( $E = 5\frac{1}{2}$  mm). Registriergeschwindigkeit 60 mm in 1 Minute. — Hauptinstrument für Registrierung der deutschen Erdbeben. Nur die Nord-Süd-Komponente wird aufgezeichnet, da die Schreibvorrichtung für die Ost-West-Komponente noch nicht gebaut ist.

b) Vertikalseismograph, photographisch registrierend.  $T, L, V, J, E$  nahe ebenso wie bei dem Instrument Ia. Das improvisierte Registrierwerk gibt eine Geschwindigkeit von 6 mm in 1 Minute.

### II. Instrumente für Registrierung von Erschütterungen mittellanger Periode.

a) Horizontalseismograph, mechanisch registrierend. Stationäre Maße ca. 1200 kg.  $T =$  ca. 14 Sekunden ( $L =$  ca. 50 m);  $V = 160$ ,  $J$  ca. 8000 m ( $E =$  ca. 40 mm). Registriergeschwindigkeit 10 mm in 1 Minute. Der Bearbeitung der Wochenberichte werden in der Regel die Aufzeichnungen dieses Instrumentes in erster Linie zu Grunde gelegt.

b) Vertikalseismograph, mechanisch registrierend. Stationäre Maße ca. 1300 kg.  $T =$  ca. 7 Sekunden ( $L =$  ca.  $12\frac{1}{2}$  m);



$V = 160$ ,  $J = \text{ca. } 2000 \text{ m}$ , ( $E = 10 \text{ mm}$ ) Registriergeschwindigkeit 10 mm in 1 Minute.  $T, L, J, E$  sind vorläufig absichtlich kleiner gehalten, als es das Instrument verträgt und werden allmählich erhöht werden.

### III. Instrumente für Registrierung von Erschütterungen sehr langer Periode.

a) Horizontalseismograph, mechanisch registrierend. Stationäre Maße ca. 110 kg.  $T = \text{ca. } 63$  Sekunden ( $L = \text{ca. } 1000 \text{ m}$ );  $V = 10$ ,  $J = \text{ca. } 10000 \text{ m}$  ( $C = \text{ca. } 50 \text{ mm}$ ). Das improvisierte Registrierwerk gibt eine Geschwindigkeit von ca. 6 mm in 1 Minute. — Nur die Einrichtung für die Nord-Süd-Komponente ist vorhanden. — Da ein Bedeckungskasten noch fehlt, geben Luftströmungen beständig leichte Unregelmäßigkeiten.

b) Vertikalseismograph. Fehlt.

Die vorstehenden Angaben über die Empfindlichkeit sind nur als ziemlich grobe Annäherungen zu verstehen. Infolge von Temperatur-Schwankungen etc. ändern sich einige der Zahlen fortdauernd. Da Neuregulierungen immer eine Störung des Betriebes bedeuten, werden sie möglichst selten vorgenommen.

### Ergänzende Bemerkungen.

Zu dem vorstehenden Bericht von Herrn Professor E. Wiechert über den Bestand an Instrumenten ist zu bemerken, daß das Vertikalseismometer für 2000-fache Vergrößerung nur wenig in Tätigkeit gewesen ist. —

Die folgende Zeichenerklärung ist den Wochenberichten unverändert entnommen. —

Bei der Neubearbeitung der Registrierungen habe ich infolge der Mitteilungen anderer Stationen hin und wieder noch nachträglich in den Kurven Erdbebenaufzeichnungen entdecken können, die sich bei der Herstellung der Wochenberichte der Aufmerksamkeit entzogen hatten. Auch waren einige kleine Irrtümer in den Zeitangaben zu verbessern.



### Zeichenerklärung.

Charakter des Erdbebens.

- I = merklich, II = auffallend, III = stark.  
 d = (terrae motus domesticus) = Ortsbeben (am Orte fühlbar).  
 v = ( " " vicinus) = Nahbeben (unter 1000 km).  
 r = ( " " remotus) = Fernbeben (1000—5000 km).  
 u = ( " " ultimus) = sehr fernes Beben (über 5000 km).

Phasen.

- P = (undae primae) = erste Vorläufer.  
 S = ( " secundae) = zweite Vorläufer.  
 L = ( " longae) = Hauptbeben („lange Wellen“).  
 M = ( " maximae) = größte Bewegung im Hauptbeben.  
 C = (coda) = Nachläufer.  
 F = (finis) = Erlöschen der sichtbaren Bewegungen.

Art der Bewegung.

- i = (impetus) = Einsatz.  
 e = (emersio) = Auftauchen.  
 T = Periode = doppelte Schwingungsdauer.  
 A = Amplitude der Erdbewegung, gerechnet von einer Seite zur andern.  
 $\Delta g$  = größte Beschleunigung während einer Schwingung.  
 [g = Schwerkraft;  $\Delta g/g$  gibt die größte scheinbare Neigung der Vertikalen während einer Schwingung an.  $\Delta g$  — nicht aber A — stellt ein Maß für die Intensität der Erderschütterung dar.]  
 $A_N, \Delta g_N$  = N.S.-Komponenten von A und  $\Delta g$ .  
 $A_E, \Delta g_E$  = E.W.- " " "

Zeit und Maß.

- Zeit = mittlere Greenwich, gezählt von Mitternacht zu Mitternacht.  
 $\mu$  = Mikron =  $1/1000$  Milimeter.  
 Milligal =  $1/1000$  Gal; Gal = Centimeter-Sekunden-Einheit der Beschleunigung. [Es ist  $g = \text{ca. } 980 \text{ Gal}$ , also 1 Milligal = ca. 1-Milliontel der Schwerkraft. — Bei periodischen Schwingungen ist  $\Delta g = \text{ca. } \frac{2A}{T^2}$ , wenn  $\Delta g$  nach Milligal, A nach Mikron, T nach Sekunden gerechnet wird.]



Nr.	Datum	Charakter	Phason	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen
						AE	AN			
1	Jan. 9	Iu	e M F	6 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 36,2 50	16		30		0,2	
2	" 13	IIu	eS L M <sub>N</sub> M <sub>E</sub> M <sub>N</sub> <sub>2</sub> C F	13 51,2 14 22 30,3 32,8 34,3 15 40	20 35 20 20 20 18	15	10	0,07	0,05	
3	" 13	Iu	eL C F	19 14 19,5	35 20 16 55	11	18	0,05	0,08	
4	" 20	IIr	P S iL M M <sub>N</sub> <sub>2</sub> C F	2 36 6 39 3 40,9 41,7 42,2 3 25	1 3-4 5 12 10 12	1 4 7	1 6 7	2 0,9 0,6	2 1,3 0,6	19/20 nachts zerstörendes Beben in Thessalien (Larissa 1700 km). S-P = 3 <sup>m</sup> (2000 km). L-P = 4,8 <sup>m</sup> (1600 km).
5	" 20	Iu	eM C F	18 36	40 18		50 10		0,06 0,06	
6	" 22	IIu	eP iS L <sub>N</sub> M <sub>N</sub> C eL <sub>2</sub> F	3 1 16 8 2 28,8 33 45 4 35 5 3 5 40	4 12 7 7 70 20 18 70 20	20 15 75 15	5 7 15 10	2,5 0,2 3,3 0,6	0,6 0,09 0,6 0,4	Um 4 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> kehrt das Beben wieder, und zwar zuerst sehr lange Wellen (70 <sup>s</sup> Periode), nachher 5 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> Wellen von 20 <sup>s</sup> . Die Zeit vom ersten bis zum zweiten Eintreffen der Wellen ist für die Wellen von 70 <sup>s</sup> um etwa 10 <sup>m</sup> kürzer als bei den Wellen von 20 <sup>s</sup> , was eine ungefähr 25% größere Geschwindigkeit für die längeren Wellen bedeutet. Eine direkte Berechnung von v ist nicht möglich, da die Herddistanz nicht geschätzt werden kann <sup>1)</sup> .

1) Für dieses Beben sind von Åkerblom die Göttinger und Upsalaer Diagramme verglichen und bei beiden die Rückkehr des Bebens gefunden worden. Siehe Nachr. d. kgl. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen Math.-phys. Klasse 1906 Heft 1. Dort findet sich auch ein Diagramm des Bebens.

Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen
						AE	AN			
7	Jan. 27	Iu	eP (eS) M F	13 <sup>h</sup> 6,0 <sup>m</sup> 13 16,7 45 14 0	2 <sup>s</sup> 16	2 <sup>μ</sup>	8	1	0,04	0,06
8	" 29	Iu	eL M C F	12 47 52,7 13 5	25 12 8-9	40	25	0,6	0,4	
9	Febr. 1	Iu	e M F	22 47 50,3 23 0	12	15	8	0,2	0,1	
10	" 7	I(r)	e (M <sub>E</sub> ) F	22 49 54,7 23 0	(12) 12	10	3	0,14	0,04	
11	" 13	Iu	eP (L) (M <sub>N</sub> ) C eL F	5 45,2 6 28 6 37,8 7 32 7 40	(6) (30) 24 18 20		50	0,2		Herd etwa 2000 km von Samoa. L-P = 43 <sup>m</sup> (14300 km).
12	" 14	IIIu	P S i L M <sub>N</sub> M <sub>E</sub> C L <sub>2</sub> F	8 58 26 9 8,3 13,9 23,2 35,4 38,0 11 18 13	15 1-2 5 12 (25) 28 50 20 20 16 20	10 1-3 5 20 25 100 270 (300) 500 200 10		0,9 0,4 0,3 0,3 0,7 (0,2) 2,5 1 0,05	Vorläufer auf EW schwächer und von kürzerer Periode als auf NS. Auf beiden Komponenten stark ausgeprägte Schwebungen. Maximum der Schwebung 1/4 <sup>m</sup> früher in EW als in NS. Herddistanz geschätzt auf 8700 km. 11 <sup>h</sup> 18 glatte Sinuswellen. (Wiederkehr des Bebens).	



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen
						AE	AN			
13	Febr. 17	IIu	eP i(S) L M <sub>1</sub> M <sub>2</sub> C F	11 52,3 12 1,2 15,5 18,0 21,5 13 30	< 1 12 (40) 40 16 12	1 12	1 12	2 0,17	2 0,17	M <sub>2</sub> Maximum der Schwebungen, deren Amplituden schnell abnehmen. Maximum der Schwebungen in EW um 10 <sup>s</sup> früher als in NS.
14	" 18	Iu	e F	15 20 45						
15	" 19	IIu	e <sub>1</sub> e <sub>2</sub> M F	5 5 13,5 45,5 7 10	28 56	40 40	40 200	0,9 0,9	0,9 0,1	Herd etwa 2000 km von Samoa.
16	" 25	I(r)	e M C F	2 14 19,3 30	(2) (10) 7	< 1 10	10	(0,5) (0,2)	(0,2)	
17	" 25	I(r)	L F	2 52 56	10			0,04		
18	" 26	I	L	3 1/2						Außerst schwache lange Wellen.
19	" 27	Iu	P (S) L (M) C F	17 44 45 18 7,7 30 48,5 19 30	20 (40) 35 18	20	50	0,1 0,08		Herd 1000—1500 km von Samoa.
20	März 4	Iu	e L (M <sub>1</sub> ) (M <sub>2</sub> ) C F	16 30 59 17 4 14,4 18	16 (45) 24 20 16	3 30 40	3 30 20	0,02 0,1 0,1	0,02 0,1 0,1	Außerordentlich glatte, regelmäßige Wellen.
21	" 4		e M F	19 2 35 20 15	20					



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen
						AE	AN			
22	März 4	IIu	eP S	23 38,0 47,8	12 18	3 2		0,04 0,01		Schreibarm der EW Komponente abgeschlagen. Dem vorhergehenden Beben sehr ähnlich.
23	" 5		LM (M) (M <sub>2</sub> ) C F	0 10 21 33,5 2 2	70 20 18 17	(100) 40 50		0,04 0,2 0,3		Maxima der Schwebungen.
24	" 14	Ir	e	11 10	(8)					
25	" 15	Ir	e M <sub>N</sub> F	18 22,3 24,5 34	(3—4) 12	3 10		0,7-0,4 0,14		
26	" 15	I(u)	e F	19 42 20	18	10 10		0,06 0,06		
27	" 17		e	2 10-15	2					Den mikroseismischen Wellen überlagert.
28	" 17	I	e F	13 14 30 16	2—3	1		0,5-0,2		
29	" 17	Iu	i(S) eM C F	22 19 22 28 23 0	30 14	10 20		0,02 0,04		Lange glatte Wellen.
30	" 18	Iu	e F	13 50 14 0	16	1 1		0,01 0,01		
31	" 19	IIu	eP i L <sub>N</sub> L <sub>E</sub> (iM <sub>N</sub> ) (M <sub>E</sub> ) eL <sub>2</sub> C F	0 16,3 20,5 1 7 1 3 1 9,0 25 1 44 3 0	3 8 10 40 16 17	2 3 5 10 80	1 3 10 200	0,4 0,1 0,2 0,1 0,6	0,2 0,1 0,2 0,25	Herd etwa 2000 km von Samoa. Der IIte Vorläufer hebt sich nicht hervor. L ist unsicher. Die Herddistanz kann nicht geschätzt werden. Um 1 <sup>h</sup> 44 lehr lange Wellen. (Wohl Wiederkehr des Bebens).



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen		
						AE	AN					
32	März 22	IIu	P	3 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 37 <sup>s</sup>	1-4 <sup>s</sup>	1 <sup>''</sup>	1 <sup>''</sup>	1/8-2	1/8-2	Geschätzte Herddistanz 8700 km. i <sub>1</sub> und i <sub>2</sub> sind einander ähnlich. Stark ausgeprägte Schwebungen. Nachdem die Periode von C etwa auf 15 <sup>s</sup> gesunken und verhältnismäßig Ruhe eingetreten ist, heben sich um 6 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> von neuem lange Wellen hervor (T = 20 <sup>s</sup> ). (Wohl Wiederkehr des Bebens) Wellen gleicher Periode sind bei M 4 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> .		
			S	4 0,3	15	6	0,05	0,05				
			i <sub>1</sub>	1,1	20	50	0,25	0,25				
			i <sub>2</sub>	5,8	20	50	0,25	0,25				
			LM	17,6	30	50	0,2	0,2				
			M	27	20	170	0,8	0,8				
			C		18							
			eL <sub>2</sub>	6 8	20	20	0,1	0,1				
F	6 50											
33	" 22	I	L	11 58	25							
			F	12 15								
34	April 3	I(u)	e	8 16	13	3	3	0,03	0,03	Ein paar sehr schwache lange Wellen.		
			F	30								
35	" 3	Ir	eM	16 9,2	16	25	15	0,2	0,1			
			C									
			F	10								
36	" 4	IIIu	P	0 58 55	1-4	50	5			Ein Einsatz S ist auf EW nicht zu erkennen (das Beben kommt von Westen). Die Schwingungen nehmen allmählich zu und erreichen das Maximum in NS etwa 3 <sup>m</sup> früher als in EW. Das Maximum hält sich etwa 8 <sup>m</sup> in dieser Stärke nimmt dann langsam ab, mit wenig zunehmender Periode (16 <sup>s</sup> ). Wellen von hoher Periode (40-60 <sup>s</sup> ) sind vor Beginn des Maximums (während S) vorhanden, jedoch nur schwer aus den starken Ueberlagerungen herauszuschälen. Perioden von 15-20 <sup>s</sup> lassen sich auf dem Seismogramm des 17000 kg Pendels während S und L trotz starker Ueberlagerung erkennen. Geschätzte Herd-		
			iS	1 6 8	20-25	40		200	60		0,2	2
					10		140	60	1		1	
			M <sub>N</sub>	19	10	400	600	8	12			
			M <sub>E</sub>	22	10	700	700	14	14			
			C		17							
			F	5 40								



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen	
						AE	AN				
37	April 4	I(r)	e	10 30	28	16	50	35	0,4	0,3	distanz 6200. In Ostindien verwüstendes Beben um 6 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> Ortszeit = 1 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> Greenwich. Zeit. Um 3 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> treten im Zug der Nachläufer (C) deren Periode im Mittel bis auf 17 <sup>s</sup> gesunken war, lange Wellen, auf deren Periode wieder langsam von 25 <sup>s</sup> auf 20 <sup>s</sup> sinkt (3 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> ). In Schwebungen auf- und ab-schwellend erreichen sie um 3 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> eine Amplitude AE = 10,5 <sup>mm</sup> im Diagramm während vorher die Amplitude der Nachläufer nicht über 3 <sup>mm</sup> im Diagramm stieg (Wiederkehr des Bebens).
			L	31							
			M	32,1							
			C	8							
			F	50							
38	" 4	Ir	e	11 6,7	1	16	15	10	2	2	
			M	7,15							
			C	8							
			F	20							
39	" 10	I(u)	e(M)	12 48	20	(12)	20	5	0,1	0,02	
			C								
40	" 14	I(u)	e	1 6,5	20	(10)	10	5	0,05	0,02	
			C								
41	" 15	Ir	e	4 42,0	1	8	40	15	0,16	0,2	
			M <sub>E</sub>	42,4							
			M <sub>N</sub>	43,7							
			C	(9)							
			F	50							



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen
						A <sub>E</sub>	A <sub>N</sub>			
42	April 19	Iu	P i (M <sub>E</sub> ) (M <sub>N</sub> ) C F	12 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup> 13 5 13 47 50 15 0	1 1/2 3-5 25 25 18	1/3 3 20 15	1/3 3 10 20	1/3 2/3 0,06 0,05	1/3 2/3 0,03 0,06	Herd 1-2000 km vor Samoa. Mehrfaches An- und Abschwellen der Bewegung. Glatte Sinuswellen.
43	" 23		i M F	47-70 130 1. Beginn	0,3; 1 1		0,05- 0,1 0,3		0,6	April 23 1 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> heftiger aber unschädlicher Erdstoß in England (Registriert vom 17000 kg Pendel, das noch keine Zeitmarkierung hatte).
44	" 24	Iu	e M C F	8 57 59 9 20	25 20 14	5 25	10 15	0,02 0,12	0,03 0,07	
45	" 25	Iu	P i (P <sub>2</sub> ) L M C F	9 43,3 47,1 10 22,3 10 37,6 39 11 20	2 5 3 25 16	1 5 1	1 10 1	0,5 0,4 0,2	0,5 0,8 0,2	Im Verhältnis zu den Vorläufern ist die Hauptbewegung auffallend gering. Herd 1-2000 km vor Samoa. Glatte Sinuswellen.
46	" 25	Ir	e (M) F	14 10,6 12,6 15	4-5 8	< 1 5	5	0,2	0,2	
47	" 26	I	L	5 50 -	20					
48	" 26	Iu	eP iS i <sub>2</sub> M C F	6 1/2 <sup>h</sup> 21 59 22 7,2 15 30 23 10	4 i(12) 16 16 40 16	< 1 25 10 40 90	15 (40)	0,3 0,08 0,3 0,1	0,05	Auftauchen langer Wellen.



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen
						A <sub>E</sub>	A <sub>N</sub>			
49	April 29	IIr	P L iM C F	1 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> 49 49 46 50 13 50 11 22 2 20	0,5; 2 0,5; 2 0,5; 2 2 12 1,8; 6		0,2; 0,5 0,2; 1 0,2; 2 7 40 100		3 3,5 0,3 1,5	EW Komponente stärker als NS in der Hauptbewegung. In der West-Schweiz und Südost-Frankreich kurz vor 3 <sup>h</sup> MEZ Erdbeben; in Wallis einige Häuser beschädigt.
50	" 30	IIr	iP (S) L M C F	16 13 43 17 11 18,7 19,6 50	i 9 9 2-3 9 25 18 12		20 5 2 10 15 50 40	0,5 0,1 0,2 0,2 0,3	0,2 0,4 0,25	Amplitude von M bleibt fast 5 <sup>m</sup> ungeändert. Geschätzte Herddistanz aus P und L 1700 km aus P und S 2500 km.
51	Mai 2	Iu	e F	17 52 18 20	18		5 3	0,03	0,02	
52	" 9	IIu	e(P) iS LM C F	6 57 7 3,9 18 8 20	14 70 18		5 (200) (50)	0,05 (0,1)	(0,02)	
53	" 11	Iu	S L M C F	17 59 18 3 7 0	3 7 35 24 16		3 3 40 70	0,7 0,1 0,1	1 0,2 0,2	
54	" 12	Iu	eM C F	3 38 4 5	30 16		20 20	0,04	0,04	
55	" 18	IIu	P L M C F	14 14 (57) (59) 16	1 25 20 20		1 150		2 0,7	P nur auf dem 17000 kg Pendel.



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)			Perioden		Amplituden		$\Delta E$ g	$\Delta N$ g	Bemerkungen
				h	m	s	T	AE	AN	milligal			
56	Mai 20	I <sub>r</sub>	(S) L M C F	10 15,5 19,8 24 40	1-2 6 25 11	0,5 3 15 10	0,5 1 10	0,2 0,05	0,06 0,03			2 <sup>m</sup> lang vor S kurze Wellen (vielleicht P). (Stunde unsicher).	
57	" 21	I <sub>u</sub>	e F	11 20 11 30	18	5	5	0,03	0,03				
58	" 23	I <sub>u</sub>	e L F	6 49 7 14 8 0	22	10	10	0,04	0,04				
59	" 29	I <sub>v</sub>	P S M F	11 17 30 18 39 19 (35) 24	1,2 1,5 1,6	0,3 0,7 (5)		0,4 0,6 4				In Steiermark heftige Beben. Vom 17000 Pende registriert. M wegen noch fehlender Dämpfung unsicher.	
60	" 31	II <sub>u</sub>	P S L M C F	18 36,5 47 19 10 12,7 20 0	3 8 (35) 20 16	1 10 75	10 90	0,2 0,3 0,4					
61	Juni 1	II <sub>v</sub>	P L <sub>N</sub> iM C F	4 45 1 47 45 48 45 5 30	0,5-1 12 8 2 15	1 470	1 300 25	8 15	8 10 13			Zerstörendes Beben in Dalmatien. S und L stärker in EW als in NS. Das Beben kommt fast von Süden.	
62	" 1	I <sub>v</sub>	P S iM <sub>E</sub> C F	21 49 29 51 (25) 53 13 22 10	0,5 1 3 7 6; 11	0,5 0,2 1 10		4 0,4 0,2 0,4				Herddistanz ca. 1000 km wahrscheinlich Dalmatien	

Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)			Perioden		Amplituden		$\Delta E$ g	$\Delta N$ g	Bemerkungen
				h	m	s	T	AE	AN	milligal			
63	Juni 2	II <sub>u</sub>	P iS L M <sub>E</sub> C F	5 51 47 6 1 52 21 27,0 7 15	3 5-8 7 35 15 12	3 3	2 3	0,7 0,2 0,1	0,4 0,2 0,1			Herddistanz ca. 9500 km, zerstörendes Beben in Japan. Die Hauptbewegung zeigt besonders auf EW unregelmäßige eckige Wellen.	
64	" 3	II <sub>r</sub>	P iS iM C F	5 13 59 17 5 19,5 6 0	2 10 12 10	1 30 140	1 10 90	0,5 0,6 2	0,5 0,2 1,3				
65	" 5	I <sub>u</sub>	e F	22 52 23 10	25	10	10	0,03	0,03				
66	" 6	I(r)	e M C F	2 5,6 15 30	4 15 10	1 10	1 10	0,1 0,09	0,1 0,09				
67	" 6	I <sub>u</sub>	(e M C F	2 48,3 3 20 4 0	(6 25 (14)	> 1 10	> 1 10	0,06 0,03	0,06 0,03				
68	" 7	I <sub>u</sub>	M <sub>E</sub> M <sub>N</sub> C F	6 25 29,6 50	(20) 14 11	5 5	5 10	0,025 0,05	0,025 0,1				
69	" 9	I <sub>u</sub>	eP LM C F	12 50,5 13 28 14 0	3 45 14	2 70	1 100	0,4 0,07	0,2 0,1			Herddistanz 2-3000 km von Samoa.	
70	" 12	II <sub>u</sub>	P M C F	5 37 2 6 28 7 20	1-2 5 50 18	1 5	1 150	2 0,4	2 0,4			Herddistanz etwa 2000 km von Samoa.	

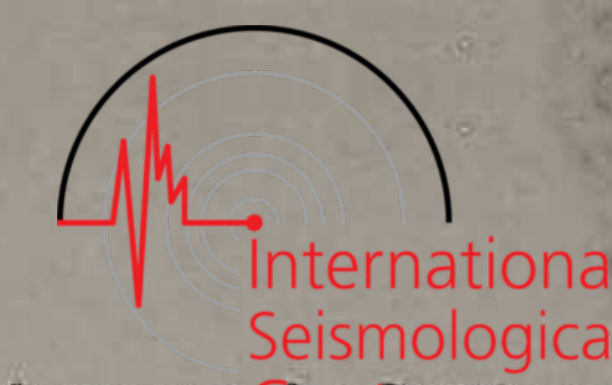


Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen
						AE	AN			
71	Juni 14	IIu	eP (S) L C F	11 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup> 11 14 12 44 14	2-3 <sup>s</sup>  16	1 <sup>μ</sup>	1 <sup>μ</sup>			Herddistanz etwa 2 bis 3000 km von Samoa. Zweiter Vorläufer, Beginn und Maximum der Hauptbewegung sind nicht zu erkennen von 13 <sup>h</sup> ab sehr regelmäßige Wellen mit geringen Schwebungen von T = 22 (A = 60 <sup>μ</sup> ) auf T = 16 abnehmend.
72	" 18	Iv	e(P) M F	13 30 21 51 31 23	0,2 0,3	< 0,05	0,3	0,25		
73	" 19	Iu	eP M C F	1 32,4 54 2 20	3 16 6	> 1 10	10	0,08	0,08	
74	" 23	Iu	e F	12 34 45	18	10		0,06		
75	" 23	Iu	e C F	13 42 14 5	25 18	15	3	0,05	0,01	Bis 24 <sup>h</sup> tauchen auf EW immer wieder solche schwache regelmäßige Wellenzüge auf von T = 18 <sup>s</sup> A 10 <sup>μ</sup> besonders 15 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 16 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 16 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>
76	" 26	Iu	P M C F	16 22 46 17 25	6 0,7 23 (16)	6	0,2 3	0,02	0,08 0,01	
77	" 26	Iv	eP M C F	22 53 35 57 54 50	0,3 0,3 0,3		0,05 0,6	1 13		
78	" 26/27	Iu	e M C F	23 51 0 0 20	2,3 20 15	6	0,5 3	0,03	0,2 0,015	23 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup> ist ein Nahbeben im Vogtland.

Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen	
						AE	AN				
79	Juni 28	I(r)	e M C F	17 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 3 <sup>s</sup> 26,3 9 40	4 <sup>s</sup> 18 9			0,05	0,04		
80	" 30	IIu	P (S?) L M <sub>E</sub> M <sub>N</sub> eL eM C F	17 27 5 17 43 18 11 18 13 21 20 42-45 49 59 <sup>1/2</sup> 21 35	0,5; 2,5 6		0,1; 0,5 3	0,2	0,8; 0,2	Herd etwa 3000 km von Samoa.	
							90-100	20	0,15	0,02	
							30	70	0,07	0,2	Neu Auftauchen der Bewegung. Neuer Stoß.
							20-30		0,02	0,04	
							10	20	0,02	0,04	
							15	15	0,1		
							18				
81	Juli 1	I	L	2 <sup>1/2</sup> -3						Lange sehr schwache Wellen.	
82	" 2	Iu	P (S) M C F	3 52 25 4 3,4 15,1 30	1 13 8		0,1 4	0,07	0,2 0,05	Auffällig ist die geringe Größe von Amplitude und Periode in M.	
83	" 3	Iu	eP L M C F	0 4 39 57 1 15	1,2 30 18		0,05 20 20	0,04	0,04		
84	" 5	Ir	e F	1 0 20	10		3 3	0,06	0,06		
85	" 5	Ir	e (M) C F	16 45,3 52 17 10	5-6 15 8		2 3	0,04	0,1 0,03		
86	" 6	(Ir)	e (M) F	15 52,8 16 2 7	1-3 7		0,5 2	0,08	1 0,08		



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E$ g	$\Delta N$ g	Bemerkungen		
						$A_E$	$A_N$					
87	Juli 6	IIIu	P	16 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup>	1 <sup>s</sup>	"	0,5 <sup>μ</sup>	7	1	Auffällig sind die einzelnen sich schroff hervorhebenden Maxima. Mehrfach Schwebungen. Etwa um 18 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> tauchen Wellen längerer Periode und stärkerer Amplitude aus den Nachläufern von kürzerer Periode hervor (Wiederkehr des Bebens). Herddistanz auf 9500 km geschätzt.		
				43,6	i 18	1,5	8				8	7
			L	17 3	12	40	2	2	2		2	1,7
				(M <sub>E</sub> ) <sub>1</sub> 7,5	25	600	2	2	2		1,5	0,04
				(M <sub>E</sub> ) <sub>2</sub> 9,3	22	500						
				(M <sub>N</sub> ) <sub>1</sub> 13,4	22		450					
				(M <sub>N</sub> ) <sub>2</sub> 14,3	20		350					
				(M <sub>N</sub> ) <sub>3</sub> 16,3	18		250					
				C	14							
				L <sub>2</sub>	18 45	25	12					
88	" 9	IIIu	P	9 49 40	1	2		3,7	4	M konnte nur schätzungsweise als untere Grenze angegeben werden, beide Pendel schlugen ca. 20m lang gegen die Arretierschrauben, die ein Abbrechen der Feder durch zu große Elongationen verhindern. Ebenso ist das Maximum von $\Delta G$ wahrscheinlich noch zu klein geschätzt. Kurzperiodige Wellen überlagert (17000 kg Pendel). Schwebungen. Kurzperiodige Wellen (17000 kg Pendel) Zweimal um 11 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> u. 11 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> treten Anschwellungen ein. Den langen Wellen sind mehrfach Wellen kurzer Periode überlagert. Es ist schwer zu sagen, ob die Anschwellungen neue Stöße oder eine Wiederkehr des Bebens sind und ob die kurzperiodigen Wellen aus der Ferne stammende Vorläuferwellen zu den als neue Stöße aufzufassenden Anschwellungen oder ob es Relaisbeben aus der Nachbarschaft sind. Ersteres scheint der Fall zu sein.		
				10-20	ca. 30	ca. 20	2				1	
			iS	9 57 25	i 14	200	100	1,2	0,6		12,5	
				4-6	20	15	1,2	3,1				
			i	10 1 44	40	1000	500					
				7	18	700	500					
			M für		40	10000	10000					
			e <sub>1</sub>	11 8-13	1-3							
				11 23	6			0,2				
			M <sub>1</sub>	28	(20)	150	300	0,8	1,5			
				11 30-35								
e <sub>2</sub>	36,5-40											
	50	30		100	0,2							
C		20-15										
	12 18	30	30		0,07							
L <sub>2</sub>												
	14 10											



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E$ g	$\Delta N$ g	Bemerkungen			
						$A_E$	$A_N$						
89	Juli 9	Ir	e	23 17,3	2-3	5	0,5	0,05	0,25	Zunächst haben die Anschwellungen nicht das glatte sinusförmige Aussehen, wie Wellen, die bei der Rückkehr des Bebens auftreten. Wenn ferner die Anschwellungen um 11 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> und 50 <sup>m</sup> neue Stöße sind, so müßten ihre kurzperiodigen Iten Vorläufer von 11 <sup>h</sup> 10-18 <sup>m</sup> und 11 <sup>h</sup> 32-40 <sup>m</sup> auftreten. Tatsächlich sind um diese Zeit 11 <sup>h</sup> 8-13 <sup>m</sup> und 11 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> bis 35 <sup>m</sup> 36,5-40 <sup>m</sup> kurzperiodige Wellen den langen Wellen überlagert (17000 kg Pendel). Um 12 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> setzen langperiodige Wellen (30 <sup>m</sup> ) zwischen den Nachläufern kürzerer Periode ein (Wiederkehr des Bebens).			
				18,3	14	3	0,03				0,03		
				M	30	7							
					C								
				F									
					e	12 (51)	18				5	5	0,03
				M		55,3	3						
					C								
				F		13 10							
					e	22 3	12				10	(3)	0,03
M	5	26											
	C		12										
F		35											
	P	8 48 51	2		0,2	0,1	Herddistanz geschätzt auf 5750 km.						
iS <sub>E</sub>		56 13	10	7	0,1	0,08							
i	9 0,0	20	25	15	0,1	0,08							
	L	6											
M		8	(30	140	120	0,3	0,3						
	C		7	30	30	1,2	1,2						
F			14										
	e	10 30	20	5	2	0,03	0,01						
F		11 51											
		11 15											



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E$ g	$\Delta N$ g	Bemerkungen
						AE	AN			
93	Juli 11	Iu	P i i i i C F	15 50 5	1-2 <sup>s</sup>	0,2	0,4	0,5 0,4 0,09	0,8 0,4 < 0,09	Kein ausgeprägtes Maximum, wahrscheinlich selbsten Herd wie das von Beben.
				16 0 23	4	6				
				2 27	6	8				
				7,9	18	< 15				
				14						
94	" 12	Ir	eP M <sub>N</sub> C F	11 45	1	< 0,1	< 0,2	0,04	0,25	
				57,7	8	8				
					20	7				
				9						
95	" 12	Ir	e F	12 58	6	2	0,1	0,02	0,02	
				13 5	(20)	3	3			
96	" 13	Ir	e M F	0 4	6	2	0,1	0,02	0,01	
				9 15	20	5	2			
97	" 13	Ir	e M C F	6 16,6	3-4	0,3	0,06	0,02	0,02	
				21,1	20	5	5			
				35	10					
98	" 13	I(r)	e	7 37	15	2	0,02			
99	" 13	Iu	e F	11 5 30	15	2	0,02	0,02		
100	" 13	I(v)	e F	13 7,1 9	1 3-4	0,2 0,5	0,4 0,1			
101	" 14	Iv	eL F	6 9 5	1-2	0,1	0,2	0,08	0,08	
				11 13	5	1	1			
102	" 14	Iu	P (S) M C F	9 1 26	1-3	0,5	1	0,1 0,06	1 (0,01)	
				10 15	6	2	2			
				20	40	2	2			
					17	50	(5)			
				10 50	17					



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E$ g	$\Delta N$ g	Bemerkungen
						AE	AN			
103	Juli 14	IIu	P S L M C F	22 11 23	1-2 <sup>s</sup>	0,5	0,5	0,2 2 2	0,2 0,2 1,3	S vielleicht schon 22 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> .
					1	3				
					6	3				
					30	3				
					18	200				
				12						
104	" 16	Ir	eP M C F	12 23 5	1	0,2	0,4	0,2 0,4	0,3 0,4	
				27,2	7	5	7			
					3	2	2			
				6						
105	" 16	Ir	P M C F	19 0 29	10	3	3	0,06	0,06	
				10,6	6-8	3	3			
106	" 17	IIu	iP M C F	0 43 5	1,2 2-3	5	3	0,05 0,06	0,03 0,01	Die ersten Vorläufer sind auffällig stark gegenüber dem übrigen Bebenbilde. M und L schwer zu erkennen. Herd etwa 2-3000 km von Samoa.
					25	15	10			
					40	50	(10)			
				18						
107	" 17	I(u)	e (M) F	21 45,7	4-6	1	1	0,1 0,03	0,1	
				51	14	3	3			
				22 0						
108	" 18	Iu	e F	3 13	18	3	2	0,02	0,01	
				35						
109	" 19	Ir	e F	13 45	10	3		0,06		
				14 0						
110	" 20	Ir		1 30 -	12-14	1-2	> 1	0,02	0,01	Sehr unruhig, wahrscheinlich Bebenschwärme, nicht mikroseism. Bewegung, da auf N. S. nur schwach sichtbar und sehr unregelmäßig.
				20	3-6	> 0,5	0,1			



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen
						AE	AN			
111	Juli 23	IIIu	P	2 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 32 <sup>s</sup>	1,2 <sup>s</sup> 7	30	30	1,2	1,2	Rußschrift auf dem Tonnen-Pendel mangelhaft. Die Amplitude von $\Delta E g$ und $\Delta N g$ max. nur als un- tere Grenzen geschätzt, $\Delta E g$ ca. 25 Minuten lang das Pendel rechts und links gegen die Anschläge schlag- Schwebungen. Herddistanz ca. 6700 km, dieselbe wie bei IIIu Juli 9, dem dieses Beben sehr ähn- lich ist, z. B. auch in der Anschwellung i. Auffällig ist die große Periode der Nachläufer. Um 4 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> tauchen ein paar lange Wellen (70 <sup>m</sup> ) auf, denen sich die Nach- läufer überlagern (wohl Wiederkehr des Bebens). Wellen von gleicher Peri- ode lassen sich um etw. 3 <sup>h</sup> 7—10 <sup>m</sup> trotz starker Ueberlagerung erkennen.
			iS	3 3 14	20	530	570	0,3	0,2	
			i	7,1	7; 14	70	70	2,6	3	
			M	13	16	600	600	3,1	3,1	
			$\Delta G$		40	10000	10000	5	5	
			max.	ca. 20	6	600	600	13	13	
			C		19			30	30	
			L	4 58	70					
			F	7 20						

Bemerkungen zu den Beben vom 4. April und vom 9. und 23. Juli 1905 von E. Wiechert<sup>1)</sup>.

Im mittleren Europa sind neuerdings eine Reihe von Erdbebenwarten neu gegründet oder mit Apparaten für verschärfte Beobachtung ausgerüstet worden und mehrere Stationen veröffentlichen in kurzen Fristen regelmäßige Berichte über die Registrierungen. Diese erfreulichen Zeichen lebhaften Fortschrittes lassen den Versuch aussichtsvoll erscheinen, schon jetzt die Ergebnisse der europäischen Stationen für eine Bearbeitung der Fernbeben zusammenzufassen. Eine Probe, welche ich mit den beiden außergewöhnlich heftigen und einander sehr ähnlichen Erdbeben vom 9. und vom 23. Juli unternahm, führte zu so einem überraschend günstigen Erfolg, daß ich die Resultate hier kurz angeben möchte. Ich hoffe, daß sich daran manche weitere Anregung knüpfen wird.

Die Untersuchungen mußten sich bisher auf den Beginn des Bebens beschränken, da eine Behandlung späterer Phasen ohne Verwendung von Kopien aussichtslos schien. Folgende Angaben konnten benutzt werden:

Beginn d. Bebens	in Pola	Wien	Straßburg	Göttingen
vom 9. Juli	—	9 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup>	9 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 2 <sup>s</sup>	9 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup>
" 23. "	2 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 43 <sup>s</sup>	2 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 23 <sup>s</sup>	2 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup>	2 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 32 <sup>s</sup>

<sup>1)</sup> Wochenbericht 1905, No. 36.

Um die Geschwindigkeit und die Richtung des Herannahens der Erdbebenwellen, also die Richtung zum Herde, festzustellen, sind 3 Stationen erforderlich. Für den 9. Juli, wo diese eben vorliegen, verwendete ich ein halb graphisches, halb rechnerisches Verfahren. Für den 23. Juli, wo eine Station im Ueberschuß vorhanden ist, ging ich rein rechnerisch mit der Methode der kleinsten Quadrate vor. Zur Bestimmung des Ortes des Herdes wurde noch berücksichtigt, das aus den Göttinger Diagrammen in beiden Fällen auf seine Entfernung von 6700 km zu schließen ist. So ergab sich für den Ort des Herdes:

am 9. Juli: Breite 37° N. Länge 98° E (Greenwich).

am 23. Juli: Breite 43° N. Länge 107° E (Greenwich).

Hiernach lag der Herd beide Male in dem Wüstengebiet der Mongolei, am 9. Juli südwestlich vom Baikalsee — und etwa 1500 km von der sibirischen Grenze, am 23. Juli südlich vom Baikalsee und etwa 600 km von der sibirischen Grenze. Diese Resultate lassen es leicht verstehen, warum über gefühlte Wirkung des Bebens vom 9. Juli gar keine Nachrichten bekannt geworden sind und warum das Beben vom 23. Juli zwar genau in den Gebieten Sibiriens, welche nach der Rechnung zunächst in Frage kommen, wirklich gespürt worden ist, aber nur als unschädliches, wellenförmiges Schwanken des Erdbodens: der eigentliche Herd lag eben auch hier noch in weiter Entfernung. —

Eine gerade Linie, welche die beiden Herde verbindet, führt nach Indien, in die Nähe des Schauplatzes des schrecklichen Bebens vom 4. April dieses Jahres. Es liegt darum die Vermutung nahe, daß alle drei Beben in ursächlichen Zusammenhang mit einander stehen. Es erfolgten hier auf einer 3000—4000 km langen Linie quer durch den Kontinent Asiens nacheinander drei gewaltige Brüche, wobei jeder folgende Bruch weiter nordöstlich vor sich ging. —

Der Erfolg der Rechnung in diesen beiden Fällen führt zu der sicheren Erwartung, daß es bei vollständigen Betriebe der bestehenden und noch geplanten europäischen Stationen schon durch die Beobachtungen an diesen leicht möglich sein wird, den Ort des Herdes jedes größeren und nicht zu fernen Bebens auf wenige Hundert Kilometer genau zu bestimmen. —

Für die Geschwindigkeit, mit welcher die Erderschütterungen durch Mitteleuropa hindurch gingen, ergaben die Beobachtungen vom 9. bezüglich 23. Juli die Werte 12 bezüglich 16 Kilometer in der Sekunde. Da in Wirklichkeit die Geschwindigkeit beide Male sehr nahe gleich gewesen sein muß, werden wir einen Wert zwischen 12 und 16 suchen müssen, und zwar wegen der größeren Zahl der Beobachtungen am 23. wohl näher an 16 als an 12. Das stimmt mit bisherigen Erfahrungen gut zusammen.



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$ milligal	$\Delta N g$ milligal	Bemerkungen
						A <sub>E</sub>	A <sub>N</sub>			
112	Juli 23	Iu	e M C F	8 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 27,0 <sup>s</sup> 40	6 <sup>s</sup> 14 9	1 <sup>"</sup> 5	1 <sup>"</sup> 5	0,06 0,05	0,06 0,05	Die folgenden Beben sind als Nachstöße an ihrer Form (Periode) und ihren Vorläufern zu erkennen und wohl von einer Rückkehr des Bebens zu unterscheiden.
113	" 23	Iu	P L M M <sub>2</sub> C F	9 22 40,0 40,8 44,5 10 0	0,8—1,7 6 20 20 14 8	2 2	0,2 2	0,1 0,1	0,6 0,1	
114	" 23	Iu	M C F	10 34,0 50	4—6 20 10	10	1 10	0,05	0,1 0,05	
115	" 23	Iu	e M C F	11 55 12 0,5 10	6 14 8	< 1 5	1 3	0,06 0,05	0,06 0,03	
116	" 23	Iu	P M M <sub>2</sub> C F	20 44 51 21 5 8 25	1,7 6 20 14 8	0,5	0,5	0,3	0,3	
117	" 24	Iu	eP M C F	23 25,3 49,5 1 5	1,2 6 12 9	3 10	0,1 5 10	0,1 0,1	0,001 0,3 0,1	
118	" 27	Iu	e S M C F	22 (39) 47 23 16 0 15	(4) 6—8 20 14	< 1 2 10	2 2 10	0,1 0,1 0,05	0,1 0,1 0,05	



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$ milligal	$\Delta N g$ milligal	Bemerkungen
						A <sub>E</sub>	A <sub>N</sub>			
119	Juli 28	Iu	e {F	1 45 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	16 <sup>s</sup>	5 <sup>"</sup>	3 <sup>"</sup>	0,04	0,02	
120	" 30	Iu	e F	0 58 1 5	16	2	2	0,02	0,02	
121	" 30	Iv	P iM <sub>1</sub> iM <sub>2</sub> C F	1 26 22 41 43 27,5	0,4 0,4 0,3 0,3	0,1 0,5 0,4	1 6 9			Nur von dem 17000 kg Pendel registriert. (Plauen??)
122	" 30	Iu	e (S) M C F	12 10 45 13 20	(12) 6 18 9	1 2 8	3 8	0,01 0,1 0,05	0,2 0,05	
123	" 31	Ir	eP (S) M C F	12 22,0 33,5 13 0	6 10 20 8—12	1 2 10	1 2 10	0,06 0,04 0,05	0,06 0,04 0,05	
124	" 31	Ir	e F	15 33 40	20	5			0,02	
125	Aug. 2	I(r)	e (M) F	10 57 59 11 5	6 16	1 3	— 3	0,05 0,02	0,02	
126	" 4	IIr	P (S) L M <sub>1</sub> M <sub>2</sub> C F	5 11 45 15,5 16,5 18,3 6 0	0,6; 1,5 8	5	0,1; 0,7 5	0,2 0,2	0,05 0,2	Von dem neu aufgestellten Vertikalseismographen ist ein Diagramm von ähnlichen Dimensionen mit gut ausgeprägten Vorläufern aufgezeichnet. Belgrad 6 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> M. E. Z. starkes Erdbeben gespürt.



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E$ g	$\Delta N$ g	Bemerkungen	
						AE	AN				
127	Aug. 4	Ir		9 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 47 <sup>s</sup> 41,0	1 <sup>s</sup>	"	0,2 "	0,4			
		(S)			6	4	4	0,2	0,2		
					1,5		0,5	0,4			
		M		43,5	12	7		0,1			
		F		50							
128	" 6	Iu	e	19 48	30	15		0,03			
			F	20 5							
129	" 6/7	IIr	eP	23 57,7	1,2		0,1	0,1			
			M	0 1,3	14	10	10	0,1	0,1		
			C		6						
			F	15							
130	" 8	Iu	eP	13 30,2	3-5	1	1	0,2	0,2	Herd etwa 1-2000 km von Samoa.	
			M	14 17	45	30	15	0,02	0,01		
			C		17						
			F	15 45							
131	" 11	Iu	e	4 6	20	5	3	0,02	0,02		
			F	30							
132	" 12	I(r)	eP	21 31 10(?)	1,2		0,1	0,1			
			i <sub>1</sub> (L)	32 41	5	5	3	0,4	0,2		
					3						
			i <sub>2</sub> (M)	33 2	1,8						
			C		8	6	5	0,2	0,2		
			F	44,5	8						
133	" 13	IIv	eP	10 23 11	0,5-1						
			i <sub>1</sub> (S)	24 17			0,2	1			
			i <sub>2</sub>	49							
			M	25 5		1,2					
			C			1-2	2,5	4			
			F	35,5							
134	" 13	Iv	eL	7 30 <sup>3/4</sup>	1						
			F	33 <sup>1/2</sup>		0,05		0,1			
135	" 14	I(v)	e	11 21	0,8						
			F	23,5		0,1		0,4			

Amplitude steigert sich  
allmählich in klein. Stufen  
Schwingungen unregelmäßig.  
Am Genfer See  
gespürt.  
Im Hauptbeben  
lange Welle.  
T = 15<sup>s</sup> AE = 5<sup>μ</sup>.

Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E$ g	$\Delta N$ g	Bemerkungen
						AE	AN			
136	Aug. 15	Iu	e	19 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup>	18 <sup>s</sup>	2,5 <sup>μ</sup>	"	0,02		Etwa 6 Wellen.
137	" 17	IIv	eP	3 21 55	0,3		0,1		2	In Leipzig gespürt. Vielleicht um 3 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup> zweite Vorphase.
			L	22 12	0,3				20	
			M	14	0,3		1			
					1,2					
					0,3					
			C							
			F	3 24,5						
138	" 17	I(u)	L	20 41	20	3		0,015		
			F	21						
139	" 18	I	L	4 12	7	1,5		0,06		
			F	15						
140	" 19	Ir	e	2 4,0	0,6					
			M	6,5	1,5		0,1-0,2		0,1	
			F	10,6						
141	" 23	I(r)	e	4 36	2,5		0,3		0,1	
			M	36,9						
			F	38						
142	" 23	Iu	e	16 47,8	12	1,5		0,02		Etwa 10 Wellen.
143	" 24	I(r)	e	11 6,5	13	2		0,02		
			(M)	10						
			F	13						
144	" 25	Ir	iP	9 57 21	1		0,3		0,6	
			S	10 6 4	3		1-2		0,3	
					7		4		0,12	
					8					
			L	25						
			F	55						
145	" 25	I(r)	e	19 59 38	9	1		0,02		
			M	20 8 41	12	2,5		0,03		
			F	10						
146	" 25	Iv	eP	20 43 16			0,3		0,2	
			i(L)	46 18	2			0,2		
					8					
					7					
			C							
			F	54						



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen			
						AE	AN						
						milligal							
147	Aug. 28	Iu	e	5 <sup>h</sup> 14,5 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup>	12 <sup>s</sup>	2,5 <sup>μ</sup>	0,5 <sup>μ</sup>	0,03	0,01	Etwa 15 Wellen.			
148	" 31	Iu	e	0 6	17	2,3		0,02					
			F	0 22	6-12	2-3	2-3						
149	" 31	Iu	e	15 26	18-20	4		0,02					
			F	16 6									
150	Sept. 1	IIu	iP	2 56 57	1		0,5		1	In der Vertikalkomponente ist P stärker als in der Horizontalkomp. umgekehrt in der Horizontalkomponente stärker in der Vertikalkomp.			
			i(S)	3 6 15	2-4		1-4		1				
			L	3 19	5-10	1-5		0,2					
			C	3 19	15	5		0,04					
			F	4 20	10								
151	" 1	Iv	iP	22 3 39	1-2		0,5		0,5	P ist zugleich M.			
			C		2								
			F	22 17									
152	" 4	Ir	e	22 47 18									
			L	51,2	2		0,4		0,2				
			F	23,0	7	1,5	2	0,1	0,1				
153	" 5	Ir	e	1 27,7	2								
			M	30,5	8	3	2	0,1	0,1				
			F	40									
154	" 8	IIIr	iP	1 46 22	0,5		0,1		1	Zerstörendes Beben Calabrien. Unmittelbar vor P Welle T = 3h, AN = 1. P im Seismogramm Vertikalseismometer scharf, doch klein, T = A = 15μ. S in EW bedeutend (doppelt) stärker als in NS (Beben kommt von Süden). S beim Vertikalseismometer nicht sehr deutlich. Das 1200 Kilo Pendel hat 5 Minuten lang geschlagen die Anschläge geschlagen. Die großen Ausschläge			
			(S)	49,1	1-2	15	40	0,5	1,5				
			L	50,7	5-10	40	80	0,1	0,3				
			M	53,5	25	10	10		2				
			C		10-20	50-	50-		1				
			F		2	210	150	1	1				
			L <sub>2</sub>		10-15		3		1,5				
			L <sub>3</sub>		9		1000		10				
					10-15		1100		27				
					18-20	3							



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen			
						AE	AN						
						milligal							
155	Sept. 9	IIr	(e)	13 8 18	2		0,1		0,05	treten in EW fast 1/2m früher als in NS auf. Die vertikale Komponente zeigt M noch später (etwa 1m später). Etwa 3/4 Stunden nach Erlöschen der Bewegung 4h 49m glatte lange Wellen (Wiederkehr des Bebens.			
			L	12,8	12	15	5	0,2	0,1				
			C		18	15		0,1					
			F	30	9								
156	" 12	I(r)	e	22 1 33	1,2		0,05		0,1	In der Stundenangabe kann ein Irrtum vorliegen.			
			F	3,6									
157	" 13	Iv	e	11 43 46	0,5-1		0,5		1	In Gloggnitz gespürt.			
			F	45,1									
158	" 14	Ir	e	9 10 40	1,3		0,05		0,1	In Calabrien gespürt.			
			(M)	15,1	2		1		0,5				
			F	20	8		2		0,06				
159	" 14	Iu	iP	19 54 3	1,5		0,5		0,5	Die langen Wellen (40 bis 50s) finden sich in der Vertikalkomponente. S ist in der Vertikalkomp. sehr gering. Von 7h 9-14m ist ein Nahbeben überlagert (17000 kg Pendel) von T = 1s u. AN = 0.1μ. Gegen 8 1/2 steigt die Periode der Nachläufer, die auf 14s gesunken war, wieder über 20s. Die Amplituden wachsen dabei. Wahrscheinlich Wiederkehr des Bebens.			
			S	20 3 1/2	6		4		0,2				
			(M)	41	15-20		40		0,1				
			C		15				0,4				
			F	22	10-15								
160	" 15	IIIu	eP	6 14 14	1,3		0,5		1				
			S	24 1/2	1-2		0,5-1		1				
			L	40	15-20		100		1,5				
			C		40-50		700						
			L <sub>2</sub>	8 1/2	30								
			F	9	15-20		20						



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)			Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen	
				h	m	s		AE	AN				millgal
161	Sept. 15	Iu	e	13	23	22	1,5	0,05	0,05				
			S		34								
			L	13	55		25	5		0,02			
162	" 15	I(r)	F	14	14		10-15	2	2,5	0,03	0,03		
			e	22	52	40	1,5	0,05	0,05				
			F				1-2	0,1	0,1				
163	" 16	Iv	i	3	6	45	0,3	0,05	1				
			i(M <sub>1</sub> )	7	9		0,5						
			F	7	15		0,5	0,2	1,6				
164	" 18	Ir	e	10	20,6		6-12	1,5	1,5	0,05	0,05	In Calabrien gespür.	
			F		25								
165	" 23	I(r)	e	11	41,7		10	2	1	0,04	0,02		
166	" 26	IIu	P	1	35	17	1,2	0,2	0,3			iP in der Vertikalkomponente etwa 2 <sup>s</sup> früher in der Horizontalkomponente (17000 kg).	
			S		42	29	3-5	3	1	0,7	0,2		
			L				6	3	3	0,03	0,16		
			M		54		20-30	10-20	10-20	0,05	0,05		
			C		59		15	30	60	0,3	0,5		
			F				10-12						
167	" 28	I(r)	(e)	4	2		4	1	1	0,1	0,1		
					5		6	2	3	0,1	0,2		
			F		10		8	3	2	0,09	0,06		
168	" 29	IIu	eP	12	10,8							Nach dem Vertikalseismograph, da beide zontalseismographen gen Arbeiten an den Instrumenten außer Betracht waren. Von 12h 47m hat 1200-Kilopendel wieder geschrieben. Etwa 14h 8m schwand die schon fast unmerklich	
			i		11,7								
			S		20								
			L		36								
			(M)		47		10-30		30	0,6			
			C		52		20		50	0,25			

Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)			Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen
				h	m	s		AE	AN			
169	Okt. 2	I	e(L)	14	15	36	10	1	0,02			gewordenen Nachläufer wieder bis zu $A = 4\mu$ an ( $T = 15-20_s$ ). Vielleicht ein neues Beben.
170	" 3	I	e	23	50		14	1	0,01			Vielleicht ein Beben.
			(L)	24			20					
171	" 6	Iv	M	0	3		20	3	9	0,01	0,05	In Cosenza gefühlt.
			F	0	20							
172	" 8	IIr	e	1	28	38	0,7					In Bulgarien und Mazedonien gefühlt.
			M		30	8	1,2	0,2	0,3			
173	" 14	Ir	iP	7	30	36	5	11	7	1	0,5	In Monteleone gefühlt.
			iS		33	16	1,6	8	0,4			
			(L)		34	16	(30)	(50)	(0,1)			
			M		36	15	10-12	120	110	2	2	
174	" 14	Iu	C				10				In Monteleone gefühlt.	
			F	8	35							
175	" 15	Iu	e	14	48	22	1,3	0,1	0,1			Durch starke mikro-seismische Bewegung ist die Messung von A für P und S unsicher.
			M <sub>N</sub>		9	40	20	3	4	0,02	0,02	
			M <sub>E</sub>		18	40	18					
			F		25							
176	" 16	I(u)	P	21	53	45	12	(3)	(4)	0,2	0,2	iP in der Vertikalkomp. um 11h 41m 30s.
			(S)	22	3	9	7	(4)	(4)	0,2	0,2	
			L		14	50	20	6	12	0,03	0,06	
			M <sub>N</sub>		15	47	20	6	6	0,1	0,04	
			M <sub>E</sub>		23	5	18	16	6	0,1	0,04	
			C				13					



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)			Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen
				h	m	s		$\mu$	$\mu$			
177	Okt. 17	I(u)	e (L) F	11 43 11 58 12 10		18		3		0,02		
178	" 19	I(r)	e M F	4 41 4 45 50	46	10		1,5		0,03	Vielleicht ein Beben	
179	" 19	Iu	i(S) M F	16 44 16 58 17 28	10	10 30	1	2 6	0,02 0,01	0,04 0,01	i P in der Vertikalkomponente 16h 34m 30s.	
180	" 21	IIr	iP iS (L) M <sub>N</sub> C F	11 6 30 11 10 50 16 18 23 40	2-4 7 9 12 7			6 30 100		3 1,2 1,4	P in der Vertikalkomponente sehr stark, S dort gering.	
181	" 21	Ir	Pi Si L M <sub>N</sub> M <sub>E</sub> F	13 25 22 29 39 34 34 28 38 37 14	2 6 6-9 6 6		5 5 6	2 6 7	2,5 0,3 0,3	1 0,3 0,4		
182	" 21	Iu	iP eM F	18 48 15 19 47 20		20		2,5		0,01	i P nur in der Vertikalkomponente.	
183	" 22	Ir	P (S) (S) M <sub>N</sub> M <sub>E</sub> F	3 58 <sup>3/4</sup> 4 1 55 4 25 6 16 6 30	7 9 12 9		4,5	1,5 10 28 12	0,1	0,07 0,2 0,4 0,3	In Konstantinopel fühlt.	
184	" 22	Iu	e M F	8 38 9 0 9 7 10	9 30 15			2 20 15		0,05 0,04 0,1		
185	" 23	I(v)	(eL) F	2 46 50	6-9			1,5		0,01		



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)			Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$	$\Delta N g$	Bemerkungen
				h	m	s		$\mu$	$\mu$			
186	Okt. 24	I(u)	P <sub>1</sub> i S L M <sub>N</sub> F	3 58 26 4 1 48 8 39 28 39 18 55	1-2,5 3 3-12; 6			2 8	0,7 0,4 0,4	0,4		
187	" 24	I(u)	(e) L M F	18 6 4 30 48 31 19	5-9 15-20 17			4 40		0,04 0,3	Um 17h 56 <sup>3/4</sup> m vielleicht P (T = 3-5).	
188	Nov. 1	I		11 0 34 12 17	2-5 20				0,2	0,1		
189	" 3	I(u)	(P) (S) L M F	18 42 12 51 45 19 4 35 14 35 20	3-4 4 24			1 2 12 20		0,1 0,2 0,04 0,07	Das 1200 kg-Pendel hat vom 30. Okt. bis zum 2. No- vember nicht geschrieben.	
190	" 6	Iu	eP (e) (S) eL M C	17 14,6 17 23,3 30 39 48,1 54,2 18 6	18 8 35-40 18 15			2 1 25 44	1 1	0,01 0,03 0,15 0,3	F geht in ein neues Beben über.	
191	" 6	Iu	eL M F	18 33 40 37 40 19	20			11 14		0,05 0,07	Dieser Wellenzug sieht dem vorigen sehr ähnlich.	
192	" 8	Ir	(P) S L M F	1 19 45 24 27 15 28 45 41	3-4 18			1 4 2		0,25 0,02 0,01		



Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$ milligal	$\Delta N g$	Bemerkungen
						A <sub>E</sub>	A <sub>N</sub>			
193	Nov. 8	Ir	P eL M <sub>E</sub> M <sub>N</sub> F	2 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup> 3 20 45 25 45 37 5 54	1-2 30 15	0,1	3	0,007	0,2 0,03	
194	" 8	I		13 15	30					Ein paar lange Wellen
195	" 8	III r	iP  iS  L M <sub>N</sub> C F	22 9 45  12 55  14 59 16 4 24	3,5 1,8 1 (12) 5 45 25 10,5 16	5 8,5 1,6 (150) 80 1800 2250		0,8 5 3 (2) 6 6 42		Das 1200 kg-Pendel nicht in Betrieb.  Das 100 kg-Pendel mit lange Wellen (45*), die gleich mit dem Einsetzen von S beginnen.  Das 17000 kg-Pendel schlug mehrfach an Hemmung. M <sub>N</sub> = 2250 $\mu$ ist aus dem weiteren Verlauf der Kurve geschlossen.
196	" 9	Ir	P (S) L F	0 31 17 0 35 35 37 22 49	2 7 12	1	12	0,5 0,2		
197	" 9	Ir	P L F	1 17 22 22 22 31	2 10-12	0,4 20		0,2 0,1		
198	" 9	Ir	(P) S L F	19 9 47 12 27 14 37 21	2-3 6 9	2	2 5	0,05	0,1 0,1	
199	" 9	Iv	P L F	19 54 10 56 27 20	1,5 1,5 2,5	0,3 0,3 0,3		0,3 0,3 0,1		
200	" 15	Ir	P (S) eL F	6 24 55 28 58 32 44	3 12	2	3	0,03	0,05	

Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$ milligal	$\Delta N g$	Bemerkungen
						A <sub>E</sub>	A <sub>N</sub>			
201	Nov. 15	Iv	e(S) L F	14 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> 39 22 40 30	1-2		0,4		0,2	In Weiffenfels und Raibl (Kärnten) gefühlt.
202	" 18	Ir	P eL F	0 23 35 27 30 29 30 35 30	2 7 9		1 3	0,1	0,5 0,1	
203	" 19	Iv	e(L)	23 41	1-3		< 1		0,5	Wahrscheinlich Vorläufer eines Bebens; da das Pendel (17000 kg) nicht weiter registriert hat, fehlt der übrige Teil.
204	" 21	Iu	e(P) e(S) eL	23 21 30 27 30 42 30 54 30	10 30 10	1	11 5	0,02 0,02 0,1	0,06	EKomponente bedeutend stärker als N Komponente. F geht in das nächste Beben über.
205	" 22	IIu	eL M C	0 25 2 35 53	30 13 12	27 35	6 9	0,06 0,4	0,01 0,1	
206	" 22	Iu	eL F	1 31 48 42	12	3	2	0,04	0,03	Möglicherweise gehören diese 3 Beben vom 21. u. 22. Nov. zusammen.
207	" 25	Iv	eL M F	10 51 30 52 34 53 30	1-1,5 1,5		1		1	In Charente gefühlt.
208	" 26	Iv	e eL M F	6 55 22 58 3 59 5 7 2 30	1-2 3		1 1,5		1 0,3	In Benevent gefühlt.
209	Dez. 1	I	L	2 2 25	15		6		0,05	Ein paar lange Wellen.







Nr.	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		$\Delta E g$ milligal	$\Delta N g$	Bemerkungen
						AE	AN			
224	Dez. 23	Iv	eL	2 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>	1	"	0,05"	0,1		
225	" 24	I(r)	eL M F	20 8 1/2 15 19	15	2	2	0,02	0,02	
226	" 25	Iv	eP L M F	17 7 28 8 28 8 34 14	1,2 1 1 12		0,5	0,7	In der Ost-Schweiz fühlt.	
227	" 26	Iv	eP L M F	0 21 41 22 59 23 3 27	0,5 u. 1 1 1 12		2,5 2,6	5 5	0,04 0,07	In der Ost-Schweiz fühlt.
228	" 27	I(u)	L F	1 13 25	20	5		0,02		
229	" 28	Iv	e L F	22 26,2 28 9 30	1/2 1		0,1	0,2	In Agram gefühlt.	
230	" 29	I	L	0 38	15				Ein paar lange Wellen	
231	" 29	I(r)	e F	3 53 55	15	7	3	0,06	0,03	Vielleicht mikro- mische Bewegung.



Mikroseismische Bewegung 1905.

Datum	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni	
	T	AN	T	AN	T	AN	T	AN	T	AN	T	AN
1			(5)	1	5	1		<1	6	1		<1
2	5-6	2	6-3	3-4		<1	6-10	<1	6	1		<1
3	5-6	2-3	6-8	1		<1	7	1		<1	8	3
4	5-6	2	(6)	1		<1		<1	5	<1	7	2
5	5-6	2	5-6	1		<1	5	1		<1		<1
6	5-6	1	8-10	4-5	<1	<1	5-7	2		<1		<1
7	5-6	2	6	1-2	7-8	2	6	1		<1		<1
8	5-6	2-3	5-6	1-2	8	3	5	<1		<1		<1
9	5-6	4-6	5-6	2	7-8	3-4	4-5	1		<1		<1
10	7-8	9-7	7-8	5	7	2	5	<1		<1		<1
11	7-8	7-5	7-5	3	6-7	3	5	<1	6	<1		<1
12	6	2-1	6	3-4	5	5		<1		<1		<1
13	6	1	6	1	6	3	5	<1		<1		<1
14	6	1	6	1	6	3	6-7	2		<1		<1
15	6-8	3-5		<1	8; 4	5; 1	5-7	1-2		<1		<1
16	5-6	2-3	6	1-2	6	3-2	7	1-2		<1		<1
17	6-7	8-5	9-10	5	7	1	7	1		<1		<1
18	6	4-2	9	3-5	5-6	1		<1		<1		<1
19	5-6	1	9	5		<1		<1		<1		<1
20	6	3-6	7	4	4-6	<1		<1		<1		<1
21	6	4-2		<1	5-6	<1	(5)	<1		<1		<1
22	5-6	1			6	1	6	1		<1	7-8	<1
23	6-7	2-3	4-5	1-2	6-7	1		<1		<1		<1
24	6-7	1		<1	5-7	1-2		<1		<1		<1
25	6-7	1-2		<1	6	1		<1		<1		<1
26	6-7	2-3	6-7	2-3	6-7	1		<1		<1		<1
27	6-7	2-5	7-8	3-4	5	1		<1		<1		<1
28	7-8	5-8	5	1		<1		<1		<1		<1
29	7-8	7-4				<1		<1	6	<1		1
30	6	3				<1	(4)	<1		<1		<1
31	5-6	2-3				<1		<1		<1		<1



Mikroseismische Bewegung 1905.

Datum	Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
	T	AN	T	AN	T	AN	T	AN	T	AN	T	AN
1	<1			<1	4-5	<1	4-6	1	3-5	1,5	10	5
2	<1	5,5	1-2	4-5	<1	6	1	6	1	10	5	5
3	<1	7	2	4-5	1-2	6	1	6	<1	8	5	5
4	<1	6	1-2	4-6	<1	7	2	7	1	7	1,5	1,5
5	<1		<1	4-6	1-2	7	2	6	1	6	<1	<1
6	<1		<1	4-6	<1	7	2	6	1	9	3	3
7	<1		<1	4-6	<1	5-7	1	6	1	9	5	5
8	<1		<1	4-5	<1	6	<1	5	<1	9	7	7
9	<1		<1	4-6	<1	6	<1	7	1	9	5	5
10	<1		<1	4-6	<1	6	1	6	<1	7	3	3
11	<1		<1	4-6	<1	6	1	5	1	8	5	5
12	<1		<1	4-6	<1	7	1	6	2	9	11	11
13	<1		<1	4-6	<1	6	2	6	6	7	2	2
14	<1		<1	?	?	7	2	6	3	7	1	1
15	<1		<1	5-6	<1	7	4	5	2	8	2	2
16	<1		<1	7-8	5	7	2	5	1	7	2	2
17	<1		<1	4-6	<1	6	1	5	<1	7	1	1
18	<1	4-6	1-2	6-7	<1	5	1	6	1,5	6	1	1
19	<1	4-6	1-2	6-7	<1	6	1	—	—	8	1	1
20	<1	4-6	1-2	6-7	<1	6	1	5	1	8	1	1
21	<1	4-6	<1	6	1-2	4	1	5	1	10	5	5
22	<1	4-6	<1	4-6	<1	5	1	5	1	10	5	5
23	<1	4-6	<1	4-6	<1	6	1	6	2	8	2	2
24	<1	4-6	<1	—	—	5	1	6	1	6	1	1
25	<1	4-6	<1	4-6	<1	5	1	5	1	6	<1	<1
26	<1	4-6	<1	4-5	<1	5	1	6	3	7	1	1
27	<1	4-6	<1	4-5	<1	6	1	6	1	9	2	2
28	<1	4-5	<1	4-5	<1	7	2	6	1	8	4	4
29	<1	4-5	<1	4-5	<1	6	2	6	1	9	2	2
30	<1	4-5	<1	6-8	2-5	6	2	8	5	7	2	2
31	<1	4-5	<1			6	2,5			6	5	5



Fig. 1. DALMATIEN, N. S. 1. VI. 05. 900-1000Km.

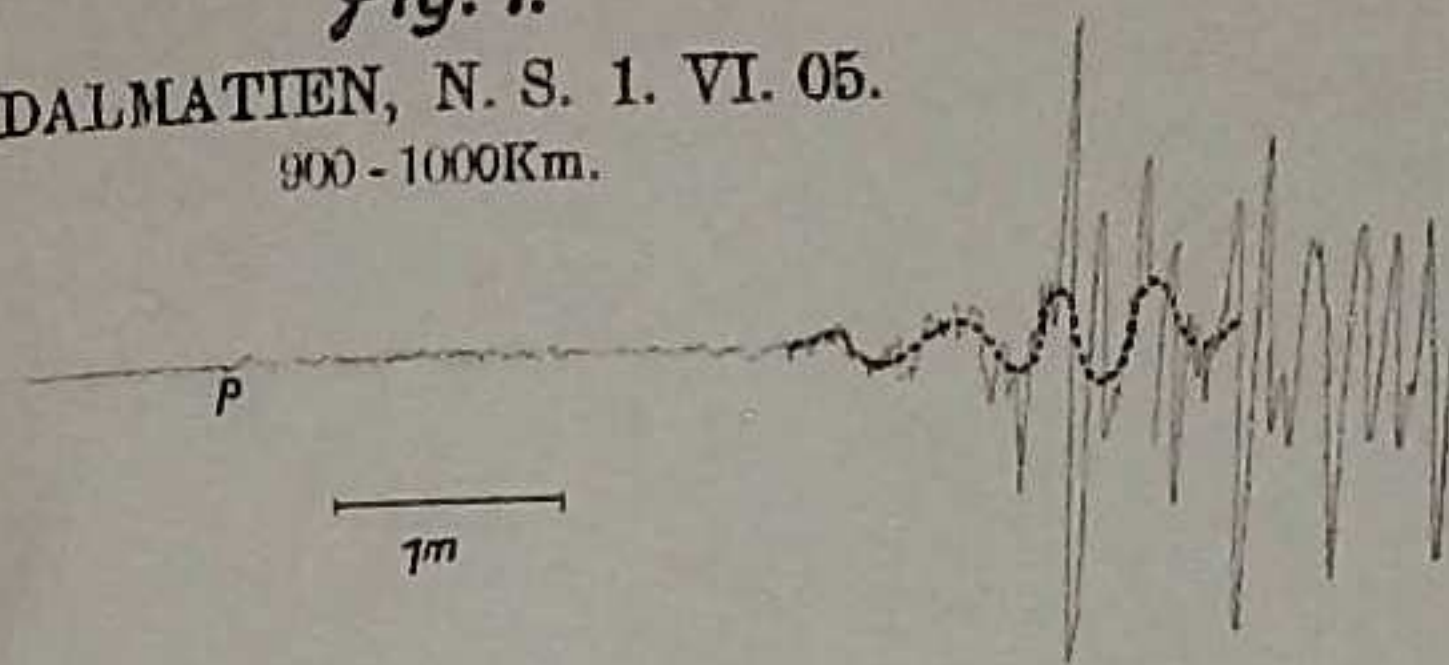


Fig. 2. CALABRIEN, E. W. 8. IX. 05. 1600 Km.

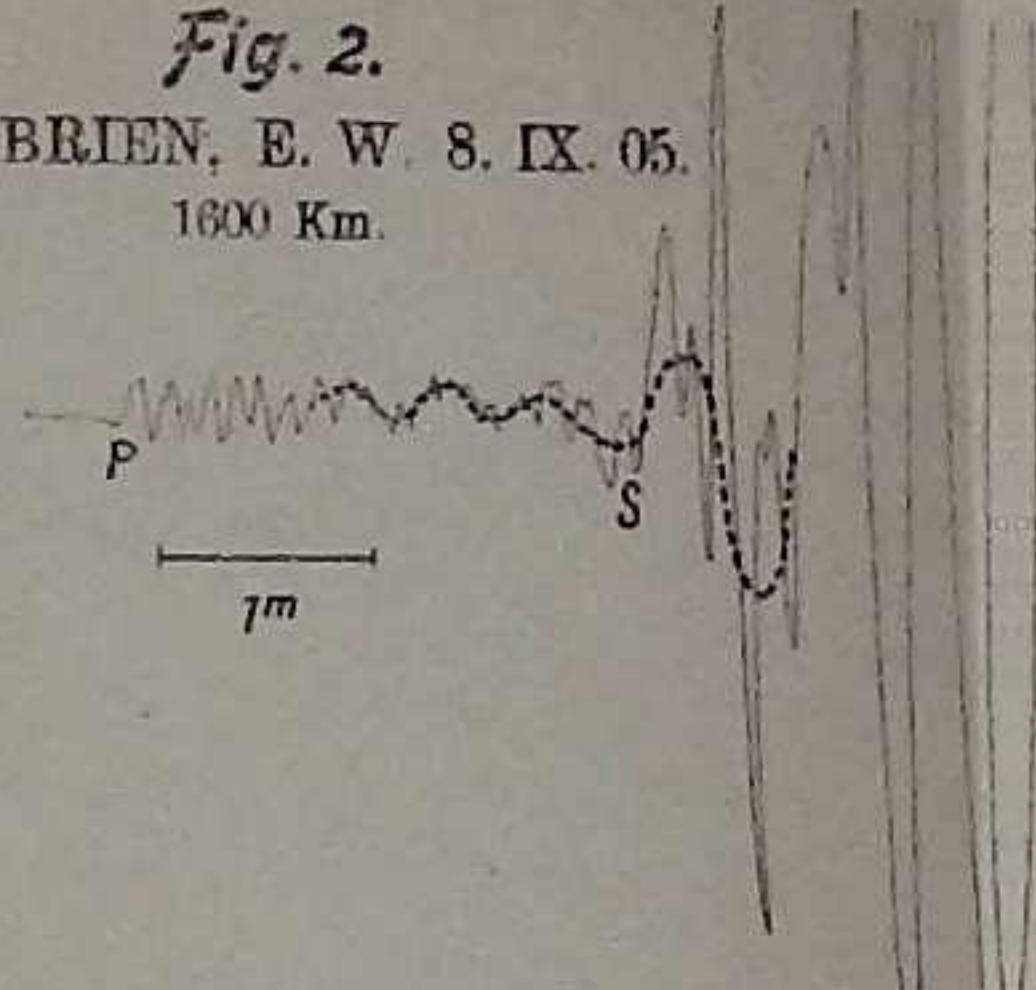


Fig. 5<sup>b</sup> N. S. 22. I. 05.

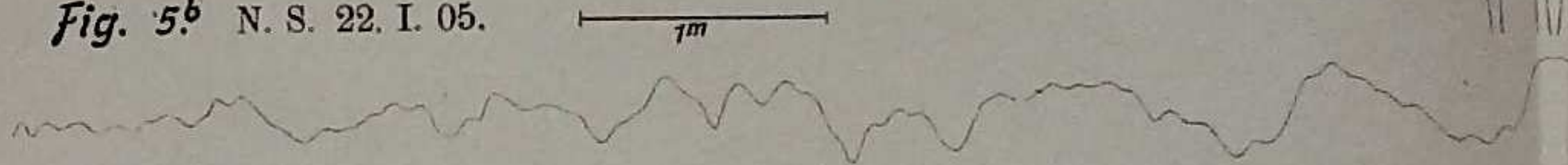


Fig. 5<sup>a</sup> SAN FRANCISCO, 18. IV. 06. 9000 Km. (Vertical Komponente)

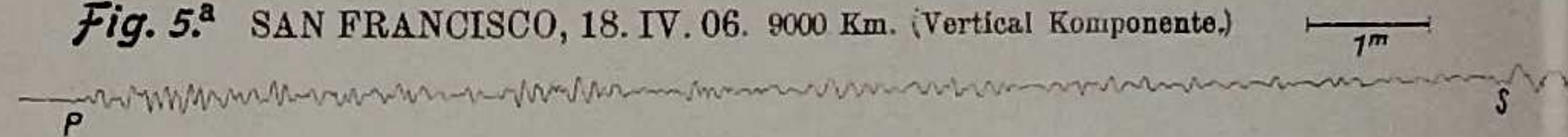


Fig. 6<sup>a</sup> N. S. 1. VI. 06. 14-15000 Km.

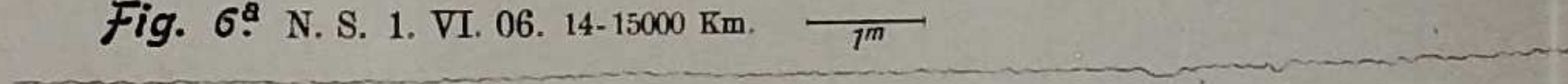


Fig. 6<sup>b</sup> N. S. 1. VI. 06. [100 kgr. Pendel.]

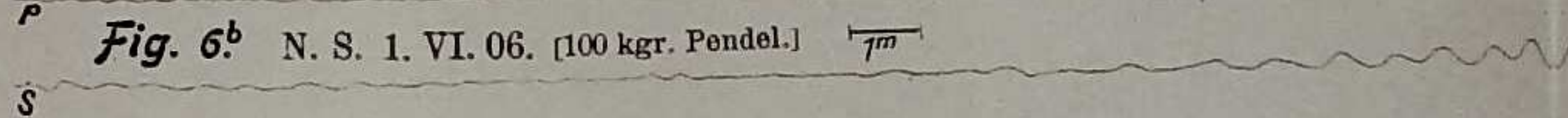


Fig. 7<sup>a</sup> N. S. 23. VII. 05. MONGOLEI.

