

Seismometrische Beobachtungen
im Göttinger Geophysikalischen Institut.

Von

E. Wiechert.

Seismometrische Beobachtungen im Göttinger Geophysikalischen Institut.

Von

E. Wiechert.

Vorgelegt von W. Voigt in der Sitzung vom 22. Juli 1899.

Vorwort.

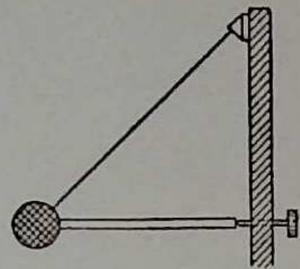
Im vorigen Jahre habe ich für das Göttinger Geophysikalische Institut durch die hiesige Werkstätte für Präzisionsmechanik von G. Bartels ein photographisch registrirendes Erdbebenpendel herstellen lassen, daß seit dem 24. Februar dieses Jahres unter der sorgfältigen Wartung des Herrn Assistenten W. Schlüter in dauernder Thätigkeit ist. Im Folgenden soll eine kurze Beschreibung des Instrumentes und eine Uebersicht über die bisherigen Erfahrungen gegeben werden.

§ 1. Pendel.

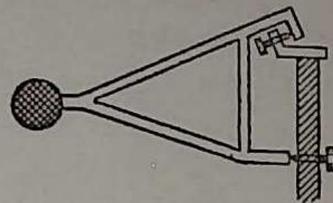
Die schönen Erfolge der italienischen Seismographen haben gezeigt, daß die mechanische Registrirung recht wohl geeignet ist, auch die schwachen Erdbewegungen aufzuzeichnen, auf welche in Göttingen allein zu rechnen ist, ja sie hat hierbei manches geleistet, was die photographische Registrirung bisher schuldig geblieben ist. Immerhin aber muß gefürchtet werden, daß die Reibung eines Schreibstiftes das Diagramm in seinen Einzelheiten entstellt, und ich hielt deßhalb für den Beginn der hiesigen seismometrischen Arbeiten die technisch einfachere photographische Registrirung für zweckmäßiger.

Besonders geeignet für die hiesigen Verhältnisse erschien ein „Horizontalpendel“. Dabei war Auswahl zu treffen zwischen dem

„Faden-Spitze-“ und dem 2-Spitzen-System (Figur 1 und Figur 2), welche beide große Erfolge aufzuweisen haben.



Figur 1.



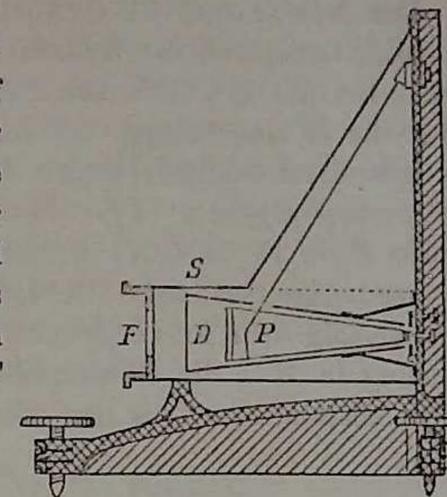
Figur 2.

Das 2-Spitzen-Pendel hat den Vorzug der kompakteren Form, dafür aber den schwer wiegenden Nachtheil, daß der Pendelrahmen in der Nähe der Drehungsaxe erhebliche Masse erhalten muß, wodurch die Spitzen bei allen Erschütterungen des Instrumentes auch seitlich stark in Anspruch genommen werden. Hierzu kommt noch, daß wegen des kurzen Abstandes der Spitzen ihre Belastung verhältnißmäßig groß ist und jede Veränderung ihrer Form auf Stellung und Empfindlichkeit des Pendels einen bedeutenden Einfluß ausübt. Da nun in meinem Falle das Pendel nicht weit von einer belebten Straße aufgestellt werden mußte, glaubte ich dem Faden-Spitze-Pendel den Vorzug geben zu müssen.

Bei dem nach diesen Erwägungen hergestellten Apparat bildet das Pendel, *P* in Figur 3, einen 20 cm langen Trichter aus feiner Kupferfolie, der am weiten Ende einen 5 cm großen, runden Hohlspiegel von Glas und am anderen ein nur schwach gewölbtes Achathütchen trägt. Indem so alle Masse möglichst an das äußere Ende verlegt ist, wird die Wirkung seitlicher Erschütterungen auf die Auflage möglichst herabgesetzt. Die Stahlspitze, gegen welche sich das Achathütchen legt, ist sorgfältig abgerundet und einigermaßen, aber durchaus nicht besonders fein; auf diese Weise wird eine Beschädigung von Spitze und Hütchen vermieden und die Empfindlichkeit dennoch nicht geschädigt. — Eine sehr einfache, in der Figur angedeutete Arretirung ermöglicht es, das Pendel von der Spitze abzuheben.

Als bedeutender Uebelstand bei Erdbebenpendeln erscheinen in der Regel die Eigenschwingungen des Instrumentes, welche sich über die aufzuzeichnenden Bewegungen lagern und so das Bild in unerfreulicher Weise verwirren. Um dem zu entgehen, habe ich für eine starke Luftdämpfung Sorge getragen. Es ist für diesen Zweck am Statif ein Messingcylinder *D* befestigt, welcher das Pendel mit

einigen Millimetern Spielraum umgiebt und die Amplitude seiner Eigenschwingungen in 20 Sekunden auf ca. $\frac{1}{16}$ reducirt. — Pendel, Dämpfer und Faden werden zum Schutze gegen Luftströmungen von einer Blechhülse *S* umschlossen, die bei *F* ein Glasfenster trägt. Ueberdies ist der ganze Apparat durch einen Holzkasten überdeckt, der vor *F* eine Oeffnung hat.

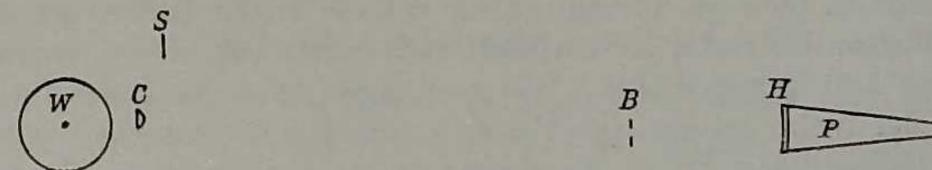


Figur 3.

§ 2. Registrirung.

Gegenüber der mechanischen Registrirung hat die photographische in den gebräuchlichen Ausführungen den Nachtheil, daß die Kurven nicht fein genug und die Geschwindigkeit nicht groß genug ist, um die Bewegung der Erde in ihre Schwingungen aufzulösen; man begnügt sich im Allgemeinen damit, festzustellen, ob eine Bewegung überhaupt vorhanden ist oder nicht, und wie die Amplitude wechselt. Um hier mit geringen Kosten zu einem günstigeren Resultat zu kommen, bemühte ich mich, das optische System möglichst vollkommen zu gestalten und Geschwindigkeiten anwendbar zu machen, welche der mechanischen Registrirung entsprechen. —

Wie gewöhnlich wird Spalt, Hohlspiegel und Cylinderlinse verwendet; sie sind in Figur 4 mit *S*, *H*, *C* bezeichnet. Der Spalt



Figur 4.

befindet sich etwas über und — aus zufälligen Gründen — etwas vor der Walze *W*, die das photographische Papier trägt. Der Hohlspiegel hat ca. 1 m Brennweite und 50 mm Durchmesser; die Rückseite des $2\frac{1}{2}$ mm dicken Glases ist versilbert. Die Cylinderlinse, welche ebenso wie der Hohlspiegel von der Firma Reinfelder und Hertel, München, bezogen worden ist, hat 30 mm Brennweite, 11 mm Breite und 60 mm Länge.

Der Hohlspiegel H entwirft auf dem Papier der Walze W ein Bild, das durch die Cylinderlinse C zu einem Punkt verkürzt wird. Bei der gewöhnlichen Anordnung geschieht dieses, indem C für die Höhenrichtung ein Bild von H entwirft. Bei den von mir gestellten Anforderungen hätte sich so eine unzureichende Verkürzung ergeben. Ich setzte darum zwischen C und H eine Blende B in Form eines horizontalen Spaltes und brachte C in die zugehörige Stellung. Ueberdies erhielt C die angegebene verhältnißmäßig sehr kurze Brennweite. Bedeutet o die Breite der Oeffnung in B , h die Höhengausdehnung des Bildes auf der Walze, b den Abstand $B-C$, w den Abstand $W-C$, so folgt

$$h:o = w:b.$$

Im vorliegenden Falle ist $w = \text{ca. } 30 \text{ mm}$, $b = \text{ca. } 1700 \text{ mm}$, und ich verlangte $h = \frac{1}{10} \text{ mm}$, so mußte denn die Oeffnung in B nur 6 mm breit genommen werden. Bei dem großen Durchmesser von H erhält man trotz dieser starken Abblendung eine völlig hinreichende Lichtintensität.

Als Lichtquelle dient eine kleine flachbrennende Gasflamme in etwa 80 cm Entfernung hinter dem Spalt, deren Strahlen durch eine zwischengeschaltete Linse (Brillenglas) zu einem absichtlich unscharf gehaltenen Bilde auf den Spalt konzentriert wird.

Diese Einrichtung ergibt bei den fertigen Photogrammen je nach der Regulirung der Flamme Kurven von $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{3} \text{ mm}$ Dicke. Wir verlangen jetzt, daß $\frac{1}{10} \text{ mm}$ nicht erheblich überschritten wird und halten $\frac{1}{5} \text{ mm}$ als nicht mehr ordnungsmäßig.

Das für einen Tag nothwendige photographische Papier (Dr. Stolze & Co., Charlottenburg) ist in einem 13 cm breiten und 40 cm langen Streifen auf der Messingwalze W aufgespannt, deren Umfang $\text{ca. } 36\frac{1}{2} \text{ cm}$ beträgt. Die überschüssigen Enden gehen durch einen $\text{ca. } 1 \text{ mm}$ breiten Spalt nach innen und werden durch Federn kräftig angespannt. Wie man sieht, wird der ganze Umfang der Walze bis auf eine kleine, praktisch unwesentliche Lücke von empfindlichem Papier überdeckt; indem nun die Walze durch den Zeiger einer Uhr in 1 Stunde einmal herumgedreht und zugleich um $\text{ca. } 3 \text{ mm}$ seitlich verschoben wird, erhält man zunächst eine Spirallinie und auf dem abgenommenen Papier eine Reihe von Parallelinien. Jede von diesen entspricht bei $36\frac{1}{2} \text{ cm}$ Länge einer Stunde, sodaß 1 Minute durch etwa 6 mm und 1 Sekunde durch etwa $\frac{1}{10} \text{ mm}$ dargestellt wird. Die so erreichte Geschwindigkeit ist 18 — 36 mal größer als bei v. Rebeur-Paschwitz, 6 mal größer als bei den Milne'schen Seismographen, noch etwa 3 mal größer

als bei den neuerdings von Ehlert konstruirten schnell registrierenden Apparaten und liegt nicht mehr weit unter den in Italien bei mechanischer Registrierung benutzten Geschwindigkeiten von 60 — 120 cm in 1 Stunde. Nach meinen bisherigen Erfahrungen ist zu schließen, daß ich mich bei der benutzten Schärfe der Kurven etwa an der unteren Grenze der brauchbaren Geschwindigkeiten befinde, denn die Vorläufer der größeren Erdbeben werden gerade noch aufgelöst. Eine Vergrößerung auf das Doppelte könnte in Erwägung gezogen werden und würde ohne Weiteres noch hinreichend kräftige Lichtwirkung ergeben.

§ 3. Empfindlichkeit des Pendels.

Hängt man das Pendel an einem horizontal gespannten Faden vertikal so auf, daß es um eine horizontale, durch die Höhlung des Achathütchens gehende Axe schwingt, so ergibt sich eine Periode (doppelte Schwingungsdauer) von

$$\tau = \frac{6}{7} \text{ Sekunden.}$$

Hieraus folgt, daß der Schwingungspunkt um

$$l = \frac{g}{4\pi^2} \tau^2 = 18\frac{1}{4} \text{ Centimeter}$$

von der Anlagestelle der Spitze entfernt ist. —

Läge der Spalt S in der Vertikalebene durch den Lichtpunkt auf der Walze, so würden die Ausweichungen des Lichtpunktes so erfolgen, als hätte das Pendel einen Zeiger von der doppelten Entfernung zwischen Spitze und Papier. Da S im vorliegenden Falle etwas vorgerückt ist, so vergrößert sich die Zeigerlänge und zwar um $s \cdot \frac{p}{a}$, wenn s den Abstand des Spaltes von der Vertikalebene durch den Lichtpunkt, p die Länge des Pendels, gerechnet vom Achathütchen bis Hohlspiegel, a den Abstand des Spaltes von dem Hohlspiegel bedeutet. Ist also noch A der Abstand zwischen Papier und Spitze, so wird die äquivalente Zeigerlänge

$$z = 2A + s \frac{p}{a}.$$

Im vorliegenden Fall ist $2A = 460 \text{ cm}$, $s = 30 \text{ cm}$, $p = 20 \text{ cm}$, $a = 180 \text{ cm}$, also

$$z = 463 \text{ cm.}$$

Da der Abstand des Schwingungspunktes von der Spitze $18\frac{1}{4}$ cm beträgt, so folgt, daß schnelle Horizontalverschiebungen des Apparates, bei denen der Schwingungspunkt als ruhend betrachtet werden darf,

$$\frac{z}{l} = \frac{463}{18\frac{1}{4}} = \text{ca. } 25 \text{ mal}$$

vergrößert werden.

Eine Bogensekunde Drehung der Pendelebene giebt einen Ausschlag von $z \cdot 0,485 \cdot 10^{-5}$, eine Bogensekunde Neigung des ganzen Apparates demgemäß einen Ausschlag von

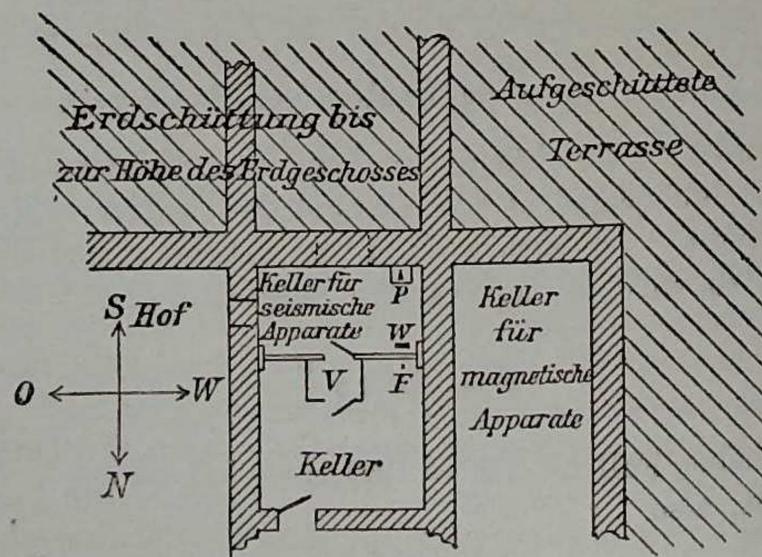
$$E = \left(\frac{z \cdot 0,485 \cdot 10^5}{\tau^2} \right) \cdot T^2,$$

wenn T die Periode des Pendels im Apparat bedeutet und τ wie vorhin definiert ist. E kann als „Empfindlichkeit“ bezeichnet werden. Für $z = 4630$ Millimeter, $\tau = \frac{6}{7}$ Sekunden ergibt sich zu

$$T = 2 \times 10 \text{ Sekunden } E = 12 \text{ Millimeter.}$$

§ 4. Aufstellung.

Das Pendel ist in einem 270 cm breiten von Ost nach West gerichteten überwölbten Kellerraum der Sternwarte aufgestellt. Die südliche Längswand wird durch eine der schweren, hier unten ca. 1 m dicken Mauern der Sternwarte gebildet; die nördliche Längswand besteht aus einem Gewölbebogen, dessen freie Fläche durch eine beiderseits mit Kalk verputzte Bretterwand von im Ganzen 10 cm Dicke ausgefüllt wird. Diese Wand enthält die Eingangsthüre, vor der außen zum Schutz gegen Wärmeänderungen,



Figur 5.

Luftströmungen, Licht und Staub ein hölzerner Vorbau errichtet worden ist.

Von dem Bau eines besonderen Pfeilers mußte aus verschiedenen Gründen Abstand genommen werden. So wurde das Pendel auf einer in der südlichen Wand zur Hälfte eingemauerten Sandsteinplatte von 80 cm Länge, 40 cm Breite und 20 cm Dicke mit seiner Längsrichtung von Süd nach Nord aufgestellt. Die gegenüber liegende Bretterwand trägt den Registrierapparat; die Flamme befindet sich jenseits der Wand im Nebenkeller, sodaß jede schädliche Erwärmung oder Unruhe der Luft im Pendelraum vermieden wird. —

Bemerkt mag noch werden, daß an der Wand hinter dem Pendel nicht andere Kellerräume angrenzen, sondern bis zum Fußboden des Erdgeschosses Erde aufgeschüttet ist.

§ 5. Betrieb des Pendelapparates.

Das photographische Papier muß, wie schon mitgeteilt, jeden Tag erneuert werden; doch ist man nicht an eine bestimmte Zeit gebunden, sondern kann an jedem Tag irgend eine Stunde des Nachmittags wählen, da ein einzelnes Blatt für mehr als 30 Stunden ausreicht. Das Auswechseln verursacht eine Lücke von etwa 5 Minuten; diese wurde bisher zwar noch niemals schädlich, aber es wäre immerhin besser, eine zweite Walze zur Verfügung zu haben, wodurch der Zeitverlust auf wenige Sekunden beschränkt werden könnte.

Gleich nach dem Einspannen des Papiers und vor dem Abnehmen werden unter Beziehung auf ein Chronometer von Knoblich durch zweimaliges kurz aufeinander folgendes Abblenden Zeitmarken gegeben. Das Chronometer seinerseits wird mindestens alle 14 Tage auf der hiesigen königlichen Sternwarte kontrolliert. Für die so gewährte wichtige Unterstützung sage ich dem Direktor der Sternwarte, Herrn Professor Dr. Schur auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank.

Die Unsicherheit der schließlich durch die Diagramme gewonnenen Zeitangaben ist auf einige Sekunden, im äußersten Falle etwa ± 10 Sekunden zu schätzen; sie wird nach Einführung der geplanten automatischen Zeichengebung ganz bedeutend kleiner werden.

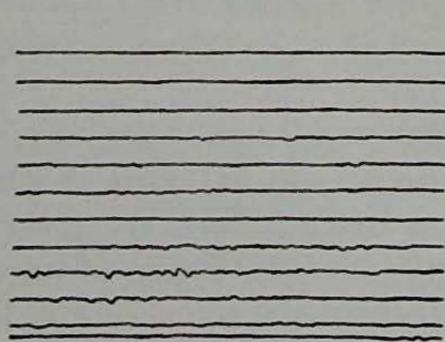
Die Diagramme werden in der Regel einmal wöchentlich entwickelt.

Zum Schluß mögen noch einige Angaben über die Betriebskosten folgen. Ein einzelnes Blatt kostet 25 Pf., die Entwicklung von 7 Blättern ca 20 Pf., eine Mappe, in welcher die Blätter von 2 Monaten durch Einkleben zu einem handlichen Buch vereinigt werden, 75 Pf., der Gasverbrauch beträgt etwa 1 cbm pro Tag; so belaufen sich die gesammten sächlichen Ausgaben für 1 Jahr auf ca. 170 Mark. Für ein Doppelpendel, welches die horizontale Komponente der Erdbeben vollständig geben würde, müßte bei Benutzung derselben Flamme für beide Pendel jährlich ca. 280 Mk. aufgewendet werden.

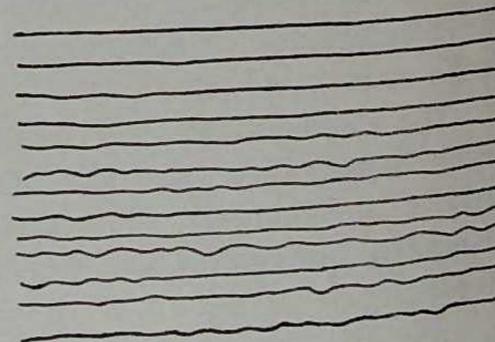
§ 6. Störungsursachen und Störungen.

Der Betrieb der Sternwarte (Schließen und Oeffnen der Klappen etc.) ist ohne merklichen Einfluß auf das Pendel. Der Verkehr der Menschen im Hause kommt nur für den unmittelbar über dem Pendelkeller liegenden Raum und vor allem für den Durchgang durch die Thüre in der Wand oberhalb und etwas östlich von dem Pendel in Betracht. Tritt ein Mensch hier auf die Schwelle, so giebt das Pendel bei gewöhnlicher Empfindlichkeit (ca. 12 mm für 1 Bogensekunde) einen Ausschlag von $\frac{1}{9}$ — $\frac{1}{6}$ mm, bei hoher Empfindlichkeit (36 mm für 1 Bogensekunde) $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ mm. Die Wirkung ist also zwar merklich, aber so klein, daß sie nur ganz ausnahmsweise störend werden könnte. — Der Straßenverkehr auf der „Geismar-Chaussee“, deren Mittellinie etwa 40 m von dem Pendel vorüberführt, hat keinen merklichen Einfluß; selbst sehr schwere oder sehr schnell fahrende Wagen hinterlassen keine nachweisbare Spuren.

Von Bedeutung sind nur 2 Ursachen: *Erschütterungen des Gebäudes durch Wind und Schwankungen der Außentemperatur.* — Schon

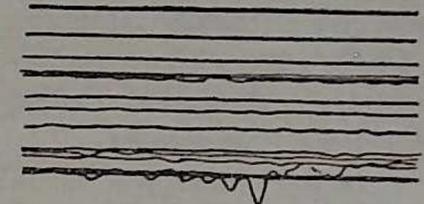


Figur 6.



Figur 7.

ein verhältnißmäßig leichter Wind verursacht eine Unruhe der Kurve. Figur 6 zeigt die Wirkung eines starken Windes bei gewöhnlicher Empfindlichkeit (12 mm für 1 Bogensekunde), Figur 7 bei hoher Empfindlichkeit (36 mm für 1 Bogensekunde); Figur 8 giebt die Ablenkung infolge einer Gewitterböe bei hoher Empfindlichkeit (und Durcheinanderlaufen der Kurven wegen schnell wechselnder Sonnenbeleuchtung; siehe weiterhin). Entsprechend der Einseitigkeit des Angriffes erfolgen die Ablenkungen stets nach derselben Seite; hierdurch und überhaupt durch den ganzen Habitus der Störungen ist eine Verwechslung mit seismischen Bewegungen in der Regel ausgeschlossen; nur bei sehr schwachen, gerade noch merklichen Erdbewegungen kann man zweifelhaft werden.



Figur 8.

Die wechselnde Außentemperatur veranlaßt bedeutende Bewegungen des Pendels und infolge dessen unter Umständen Ineinanderlaufen der Kurven. Da die Stundenlinien bei ruhendem Pendel ca. 3 mm Abstand haben, so muß verlangt werden, daß die Seitenbewegungen des Lichtpunktes in 1 Stunde nicht mehr als 3 mm erreichen. Hieraus folgt, daß der Einfluß der wechselnden Außentemperatur der Vergrößerung der Empfindlichkeit eine Grenze steckt. Wir wenden jetzt für den regelmäßigen Betrieb eine Schwingungsperiode (doppelte Schwingungsdauer) von 20 Sekunden an, was einer Empfindlichkeit von 12 mm auf 1 Bogensekunde entspricht. (Vergl. § 3.) Die ausnahmsweise benutzte „hohe“ Empfindlichkeit von 36 mm auf 1 Bogensekunde bei fast aperiodischer Bewegung des Pendels verwirrt zu Zeiten starker Temperaturschwankungen das Bild ähnlich wie in Figur 8.

Pulsationen, d. h. lang anhaltende regelmäßige periodische Bewegungen des Pendels, die nach Milne von Luftströmungen innerhalb des Raumes herrühren, in welchem der Apparat aufgestellt ist, haben sich nur anfänglich gezeigt, als das Fenster *F* in der Schutzhülle *S* des Apparates (Figur 3) noch nicht durch Glas verschlossen war, und auch dann nur in sehr geringem Maaße, später aber nie mehr. So ist anzunehmen, daß der dreifache Schutz des Pendels durch Dämpfer, Schutzhülle und Bedeckungskasten hinreichend ist, um die Wirkungen der Luftströmungen aufzuheben.

§ 7. Erdbebendiagramme.

Da die zur Verfügung stehenden Geldmittel nur die Aufstellung eines einfachen Pendels erlaubten, mußte ich mich darauf beschränken, eine einzige Komponente der Erdbewegungen zu registrieren. Mit Rücksicht auf die häufig zu erwartenden, gut beobachteten Erdbeben in Japan wählte ich die Ost-West-Komponente; leider ergibt sich so für die nicht minder häufigen und gut beobachteten italienischen Erdbeben eine sehr kleine, wenn überhaupt merkliche Komponente.

In der bisherigen Betriebszeit von ca. 5 Monaten wurden im Ganzen 6 Diagramme von Erdbeben mit verhältnißmäßig nahem Centrum und 45 Diagramme von Erdbeben mit sehr fernem Centrum sicher beobachtet.

Das kräftigste Diagramm eines Erdbeben mit nahem Centrum ist in Figur 9 auf der beigegeführten Tafel wiedergegeben. Es zeigt Vorläufer, die ca. 2,3 Minuten umfassen, dann größere, allmählich abnehmende Schwingungen, die etwa 16 Minuten lang merklich bleiben. — Für die hohe Empfindlichkeit des Pendels spricht, daß ein Erdbeben, dessen Centrum in Oberitalien, im Toskanisch-Modenensischen Gebiet der Appeninen lag, sich noch bemerkbar machte, obgleich der Radiusvektor vom Centrum mit der Pendelebene nur etwa einen Winkel von 6° bildete, sodaß nur etwa $\frac{1}{10}$ des vollen Betrages der Erdbewegungen zur Geltung kam. In der Pendelkurve (Figur 10) sieht man freilich nur eine zarte Kräuselung (Schwingungsperiode ca. 6 Sekunden), die aber doch genügte, um Herrn Schlüter und mir das Erdbeben anzuzeigen noch bevor wir Nachrichten aus Italien erhalten hatten. Die ganze Schwingungsweite in den Diagrammen ist höchstens etwa $\frac{1}{5}$ mm; nehmen wir Horizontalverschiebungen der Erdoberfläche an, so müßte deren Schwingungsweite senkrecht zur Pendelebene hiernach ca. $\frac{1}{(5 \times 25)} = \frac{1}{125}$ mm und in der Richtung des Radiusvektor ca. $\frac{10}{125} = \frac{1}{12}$ mm betragen haben.

Das stärkste beobachtete Erdbeben mit sehr fernem Centrum ist in Figur 11 abgebildet. Die Schwingungen sind etwa 3 Stunden lang merklich, dann werden sie so schwach, daß eine Unterscheidung von den etwas vorhandenen Windstörungen unmöglich wird. Zunächst zeigt sich ein etwa 30 Minuten umfassender Bereich unregelmäßig scheinender Schwingungen, der „Vorläufer“, dann folgen Wellenzüge von viel regelmäßigerem Aussehen und langer Periode, die „Hauptwellen“. Die Vorläufer zeigen außer im Anfang noch einen vollständig scharfen und in der Form sehr charakteristischen

Einsatz, der Erschütterungen mit erheblich größerer Amplitude einleitet. Anfänglich herrschen Schwingungen mit einer Periode von etwa 10 Sekunden vor, neben denen Schwingungen mit erheblich kleinerer Periode eben noch merklich sind. Später fallen die letzteren ganz weg und es treten Wellen mit etwa doppelter, also ca. 20 Sekunden langer Periode hinzu, die in den Hauptwellen allein übrig bleiben. In diesen Hauptwellen nimmt die Schwingungsperiode allmählich etwas ab, von ca. 20, auf ca. 15 Sekunden; die Schwingungsweite variiert dabei dauernd in sehr bemerkenswerther Weise, sodaß man den Eindruck von Interferenzen gewinnt.

Die Periode der Eigenschwingungen des Pendels beträgt bei der hier benutzten gewöhnlichen Empfindlichkeit ca. 20 Sekunden, entspricht also etwa den Erdbewegungen bei den Hauptwellen. Infolgedessen zeichnet das Pendel trotz seiner starken Dämpfung (Verhältniß für zwei aufeinander folgende Ausweichungen nach verschiedenen Seiten 4:1) die seiner Periode nahe kommenden Schwingungen um etwa die Hälfte vergrößert auf. Aehnliches tritt auch bei anderen Erdbeben vielfach ein, ist sehr wenig angenehm, läßt sich aber vorläufig nicht vermeiden, da die höheren Empfindlichkeiten, welche erheblich größeren Schwingungsperioden des Pendels entsprechen, nach den Auseinandersetzungen des § 6 für den regelmäßigen Betrieb ungeeignet sind. — Daß der Charakter des Bildes durch den Einfluß der Eigenschwingungen des Pendels Dank der starken Dämpfung (4:1) jedenfalls nicht erheblich geändert wird, ist unmittelbar einleuchtend und wird auch durch Figur 11 gezeigt, die das Diagramm des stärksten Erdbebens darstellt, daß bei einer Schwingungsperiode von etwa 40 Sekunden (Dämpfungsverhältniß 16:1) gewonnen wurde.

Ebenso wie in den Fällen Figur 11 und 12 beginnen alle Fernerdbeben mit unregelmäßig scheinenden Schwingungen, den „Vorläufern“, in welchen sich neben längeren die kürzesten Perioden des Erdbebens (4—5 Sekunden) bemerkbar machen. Nach einiger Zeit gestaltet sich das Bild sehr viel regelmäßiger, indem Wellen von längster Periode (20—40 Sekunden), die „Hauptwellen“, zur Vorherrschaft und bald auch zur Alleinherrschaft gelangen. —

Die größten Amplituden des Erdbebens finden wir in den Hauptwellen, doch ist ihr Uebergewicht in dieser Hinsicht keineswegs besonders groß. — Die Intensität der Hauptwellen nimmt bald ab, bald zu, scheint aber im Großen und Ganzen — d. h. von den Schwankungen abgesehen — schnell zu einem Maximum anzuwachsen, um dann allmählich immer weiter abzunehmen und schließlich unmerklich

zu werden. Die Periode der Hauptwellen ist anfänglich am größten und nimmt allmählig ab (z. B. von 30 auf 15 Sekunden).

Ebenso wie in Figur 11 zeigen die Vorläufer in sehr vielen Fällen nach einiger Zeit einen neuen scharf ausgeprägten Einsatz, meist mit starker und charakteristischer Bewegung, der größere Unruhe einleitet.

Die Erdbeben treten bekanntlich oft in Gruppen auf; da ist es nun bei den ausführlichen Diagrammen manchmal höchst überraschend, zu beobachten, in wie vielen Einzelheiten sich zwei Bilder gleichen, die doch einzeln genommen einen so krausen Eindruck machen. Das schönste bisher gewonnene Beispiel wird durch die beiden in Figur 13 und 14 dargestellten Erdbeben gegeben, die in $10\frac{1}{2}$ Stunden aufeinander folgten und auch an Größe einander nahe gleich waren. Außer auf die vielen Uebereinstimmungen in der Form, möge auf die nahe Uebereinstimmung in der Größe der Zeitintervalle aufmerksam gemacht werden. Rechnen wir vom Beginne ab, so erfolgte der zweite Einsatz, der hier ebenso wie in dem Diagramm Figur 11 auftritt, beim ersten Erdbeben nach $10^m 20^s$, beim zweiten nach $10^m 17^s$; die regelmäßigen Wellen setzten beim ersten Erdbeben nach etwa 31^m , beim zweiten nach etwa $29\frac{1}{2}^m$ ein. — Wir müssen offenbar schließen, daß hier an zwei nicht weit voneinander entfernten Stellen (die zweite etwas näher an Göttingen als die erste) durch gleichartige Erschütterungen nahe dieselben Schwingungen ausgelöst wurden.

Je weiter der Beobachtungsort vom Centrum des Erdbebens entfernt ist, um so mehr eilen die Vorläufer voran. Bei den Diagrammen Fig. 11, 13, 14 beträgt die Zeitdifferenz rund 30 Minuten; es ist daher nach Milne¹⁾ in allen diesen Fällen auf eine Entfernung der Epicentren von Göttingen um rund 80 Bogengrade zu schließen. Bei Figur 12 beträgt die Voreilung nur ca. 16 Minuten, ich möchte aber nach dem Anblick der Kurve vermuthen, daß das erste Stadium der Vorläufer, bis zum zweiten Einsatz, in diesem Falle als zu klein für die Beobachtung fortgefallen ist, sodaß die Entfernung des Epicentrums doch wohl etwa ebenso groß war.

1) Report of the Meeting at Bristol, 1898, of the British Association for the advancement of science. London 1899, p. 179; vergl. die Tafel S. 223.

§ 8. Bemerkungen zur praktischen Seismometrie.

Aus den Geschwindigkeitsmessungen wird gefolgert, daß die Vorläufer durch die innere Erde hindurchgehen, die Hauptwellen aber längs der Erdrinde fortlaufen. Diese letztere wird man sich dabei durch eine zähflüssige Schicht gegen den Kern bis zu einem gewissen Grade elastisch isolirt denken müssen.

Wie variirt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen in verschiedenen Gebieten der Erde? — Wie kommen die Schwankungen in der Intensität der Hauptwellen zu Stande? Liegt die Ursache nur in der Art ihrer Erregung im Centrum des Erdbebens oder auch in einer unregelmäßigen Fortpflanzung längs der Erdoberfläche, welche „Brechung“, „Beugung“ und „Reflexion“ zur Folge hat?

Was bedeutet der oft vorhandene zweite Einsatz der Vorläufer? — Die Hypothese eines zweiten Stoßes im Erdbebencentrum wird durch die genaue Uebereinstimmung der Zeitintervalle ($10^m 20^s$ und $10^m 17^s$) zwischen den beiden Einsätzen in den Diagrammen Figur 13 und 14 bedenklich, und noch unwahrscheinlicher, weil der zweite Einsatz deutlich neuartige Wellen einleitet und bei so vielen Erdbeben in ähnlicher Weise auftritt. — Sollen wir daher etwa bei dem ersten Einsatz an longitudinale und beim zweiten Einsatz an transversale Wellen durch den Erdkern denken? — Oder leitet der zweite Einsatz vielleicht diejenigen Wellen ein, welche längs der Erdrinde in den Schichten schnellster Fortpflanzung zu uns kommen?

Um für die Beantwortung dieser und anderer sich an die seismometrischen Beobachtungen anschließenden und für die Physik der Erde außerordentlich wichtigen Fragen, an deren Bearbeitung wir Dank der vielen vortrefflichen Vorarbeiten nun wohl schon gehen können, ein sicheres und zweckmäßiges Material zu schaffen, scheint es sehr wünschenswerth, daß bei den Registrirungen stets Geschwindigkeiten angewandt werden, welche hinreichen, um die Erdbewegungen in die Einzelschwingungen aufzulösen. Durch die vorstehende Arbeit wird bewiesen, daß auch bei Anwendung der Photographie hierzu schon verhältnißmäßig geringe Mittel genügen. —

Stets sollte man darauf Bedacht nehmen, die Eigenschwingungen des Apparates durch möglichst starke Dämpfung herabzusetzen. Geschieht dies nicht, und liegt die Eigenperiode, wie vielfach üblich, in der Nähe von 20 Sekunden, so werden die

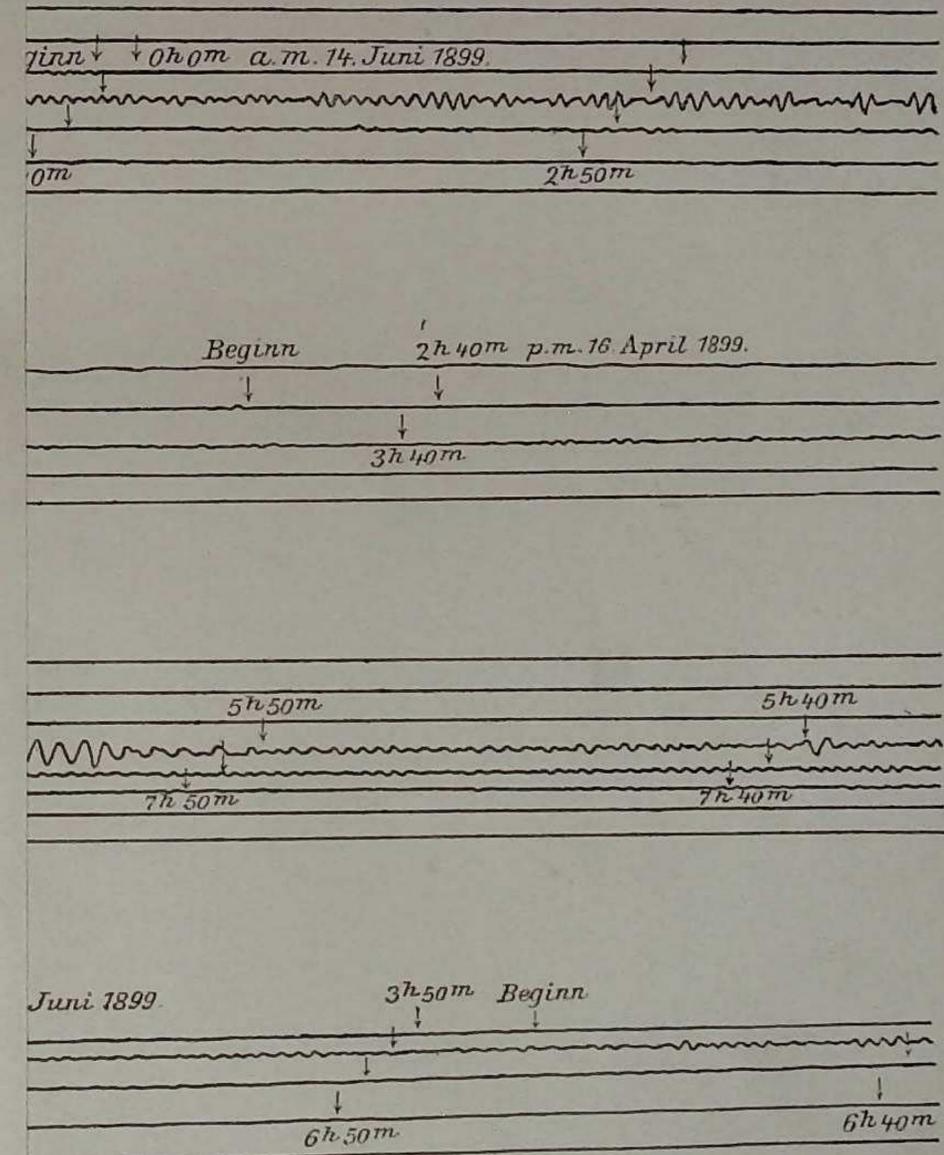
zugehörigen Schwingungen des Erdbebens unter Umständen so vielfach vergrößert, daß die gewonnenen Diagramme die Vorstellung großer Stöße erwecken, wo in Wirklichkeit nur verhältnißmäßig kleine regelmäßige Bewegungen stattgefunden haben. —

Da die Geschwindigkeit der Oberflächenwellen auf ungefähr 3 Kilometer in 1 Sekunde geschätzt wird, so müßten Apparate von der Art des beschriebenen schon bei 30 Kilometer Entfernung sehr deutliche Phasenverschiebungen zeigen; es wäre also selbst auf einem so kleinen Gebiet, wie es z. B. Deutschland für die Erde darstellt, sehr wohl möglich die Fortbewegung der Wellen in Einzelheiten zu beobachten und zu wichtigen Schlüssen über die Beschaffenheit der Erdrinde zu verwerthen.

Erdbebendiagramme.

sollen nur eine allgemeine Uebersicht geben. Treue in den Einzelheiten, da sie durch Zinkdruck unter Zwischenschaltung einer Handpause her-

t gut gelungen. — In Figur 10 sind die Zacken zu derb und nicht dicht. Die Figuren 11–14 geben zwar die Hauptbewegungen befriedigend wieder, läßern viele feine Zacken vermissen und sind in den Ausläufern bei Weitem die Originalphotogramme; hier muß man sich wieder- und wiederkehrende Wellenzüge von ca. $1\frac{1}{2}$ mm Wellenlänge denken.



Seismische Registrierungen in Göttingen,
Juli bis December 1903.

Von

Dr. G. v. d. Borne.

Aus den Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen,
Mathematisch-physikalische Klasse. 1904. Heft 5.

Seismische Registrierungen in Göttingen,
Juli bis December 1903.

Von

Dr. G. v. d. Borne.

Vorgelegt in der Sitzung vom 23. Juli 1904 von E. Wiechert.

Die vorliegende Zusammenstellung enthält die Verarbeitung der Seismogramme, welche im Göttinger geophysikalischen Institute im 2. Halbjahr 1903 gewonnen wurden; in dauernder Thätigkeit befand sich während dieser Zeit nur ein astatisches 1200 kg-Pendel nach Wiechert und demgemäß fanden auch nur dessen Aufzeichnungen Berücksichtigung. Es konnten dabei erhebliche Vorarbeiten benutzt werden, welche die Assistenten des Institutes, Herr Dr. Lincke und besonders Herr Schering ausgeführt hatten.

Die Bestimmung des Ganges der Uhr, welche die Zeitsignale liefert, ist bis zum October von Herrn Lincke, später von Herrn Schering ausgeführt worden.

In den Tabellen wurden von mir nach Besprechung mit Herrn Prof. Wiechert die folgenden Signaturen benutzt:

Für die Bezeichnung des Charakters der einzelnen Beben:

- v = Terrae motus vicinus = Nahbeben (Heerd weniger als 1000 km entfernt) *
 r = " remotus = Fernbeben (Heerd 1000—5000 km entfernt)
 u = " ultimo remotus = Sehr fernes Beben (Heerd über 5000 km entfernt).

Der Stärkegrad der Beben wurde wie folgt gekennzeichnet:
Beben, welche eben merklich, durch I,
solche die auffallend sind, durch II,
sehr auffallende durch III.

Ließ sich der „Charakter“ eines Bebens nicht feststellen, so erhielt dasselbe nur eine „Gradnummer“.

Für die einzelnen Phasen benutze ich folgende Signaturen:

P = undae primae = erste Vorläufer
 S = „ secundae = zweite Vorläufer
 L = „ longae = Hauptbeben
 M = „ maximae = Größte Bewegung während des Hauptbebens und zwar

M_N = in der Nordsüdcomponente

M_E = in der Ostwestcomponente.

C = coda = der Schluß des Bebens.

F = „ finis = Erlöschen der sichtbaren Bewegung.

Es werden zwei Arten des Beginnens einer seismischen Bewegung überhaupt oder einer Erdbebenphase unterschieden:

I = impetus = „Einsatz“ = plötzlicher Beginn.

E = emersio = „Auftauchen,“ = langsames Anwachsen der Amplitude von unmerklich kleinen zu merklichen Größen.

Durch zweckentsprechende Verwendung dieser beiden „Anfangssiegel“ teils allein, teils in Verbindung mit den „Phasensiegeln“ ließen sich alle Beben in den Tabellen kurz schildern, darunter auch solche, bei denen die übliche schematische Einteilung unmöglich war.

Unter T ist die Periode (doppelte Schwingungszeit) der Erdbebenwellen in Sekunden (s) verzeichnet, unter A_N und unter A_E die Amplituden in der Nord-Süd- bezüglich der Ost-West-Componente, gerechnet von einer Seite zur andern; als Maßeinheit für diese wurde das „Mikron“ ($^{\mu}$) = 0,001 mm benutzt.

Entsprechend den Verhandlungen der 2. internationalen seismologischen Konferenz (1903) wurden die Zeitangaben in mittlerer Greenwicher Zeit gemacht, und zwar gezählt von Mitternacht zu Mitternacht.

Erscheinen Einzelheiten unsicher, so sind dieselben in Klammern () gesetzt.

Bei einer Anzahl von Beben ließen sich mehr oder minder sichere Vermutungen über den Ort des Herdes machen, da sie zeitlich mit gefühlten Beben zusammenfielen. Die Anwendung der von Laska¹⁾ gegebenen Anweisung zur Berechnung der Entfer-

1) W. Laska, Über die Berechnung der Fernbeben, Nr. XIV der neuen Folge der Mittheilungen der Erdbebenkommission der K. u. k. Akademie d. Wissenschaften in Wien, Wien 1903 und Sieberg, Handbuch der Erdbebenkunde, Aachen 1904. Seite 295 ff.

nung des Epizentrums führte in den meisten Fällen zu übereinstimmenden Ergebnissen.

Es wurden dabei die folgenden Bezeichnungen gewählt:

Δ_0 für die Entfernung des gemeldeten Herdes von Göttingen
 Δ_1 für die nach Laskas Anweisung berechnete Entfernung.

Mikroseismische Pulsationen konnten an allen Tagen beobachtet werden. In der über dieselben gegebene Tabelle wurde die folgende Stärkeskala gebraucht.

Gradnummer	Durchschnittliche Maximalamplitude
I	0" - 0,5"
II	0,5 - 1"
III	1, - 2"
IV	< 2"

In zahlreichen Punkten ist die Deutung der Seismogramme, vor allem, wenn es auf eine kurze Charakterisierung ankommt, sehr abhängig von dem persönlichen Ermessen des Bearbeiters. Dies gilt in erster Linie für die Feststellung der Periodenlänge in dem meist großen Gewirre der Bewegungen, sodann für die Ermittlung der Amplituden, vielfach aber auch für die Beurteilung der einzelnen Phasen eines Erdbebens. Sie ist deshalb nicht frei von Willkür und aller Voraussicht nach auch nicht frei von Fehlern in den Einzelheiten.

Eine Zusammenstellung nach Art der folgenden wird also nicht mehr bieten können, als eine erste oberflächliche Orientierung über die reiche Mannigfaltigkeit der Einzelheiten, welche die Diagramme zeigen.

Auf der beigegebenen Tafel sind Teile einiger besonders interessanter Diagramme wiedergegeben und zwar

in fig. 1: Anfangsteil von Beben No. 6 Juli 11. erste Minutenmarke = 12^h 22^m 58^s

in fig. 2: Sinuswelle aus C von Beben No. 14, Juli 27; erste Minutenmarke = 11^h 4^m 44^s

in fig. 3: Anfangsteil von Beben No. 11, August 11; erste Minutenmarke = 4^h 36^m 22^s

in fig. 4: Anfangsteil von Beben No. 12, August 13; erste Minutenmarke 16^h 58^m 24^s

in fig. 5: Pulsationen vom December 8. Ausschnitt aus dem Diagramm zwischen 3^h und 8^h.

1903 Juli.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						A_E	A_N		
1	9	I	E	23 ^h (38,5) ^m	6 ^s	(0,4) ^u	?		Einsatz einer Wellenbewegung, in NS fast unmerklich. Erdbeben? oder Pulsation?
2	10	Iv	E(P)	5 ^h (18,2) ^m	3 ^s	(0,2) ^u	(0,2) ^u	(2 ^m)	Deutliche Kräuselung der Diagrammlinie in beiden Componenten während etwa 2 ^m .
3	10	I(u)	E	6 ^h (31,8) ^m	15 ^s	(2,0) ^u	?		Einige lange Wellen, in NS kaum merklich.
	10		E F	9 ^h 10 ^h					
4	11	I(u)	E	5 ^h (45) ^m	7 ^s	1 ^u	1 ^u		Das in Straßburg und Hamburg registrierte Beben läßt sich aus den Pulsationen nicht heraus-schälen. Mehrfach heben sich aus diesen undeutliche längere Wellenzüge ab, so z. B. 9 ^h 40 ^m .
5	11	Iu	E	12 ^h (21) ^m	20 ^s	3 ^u	3 ^u		Einige Wellenzüge. Einige Wellenzüge, im weiteren Verlauf durch das folgende Beben überlagert und verdeckt.

G. v. d. Born,

1903 Juli.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		Dauer	Bemerkungen				
						A_E	A_N						
6	11	II r	J(P ₁)	12 ^h 23,6 ^m	2 ^s	0,4 ^u	0,4 ^u	JP ₁ -P ₂ = JS ₁ -S ₂ = 24 ^s	Vormittags Beben in Cerigo. Die Zwillingsinsätze machen das Diagramm demjenigen des Cerigobebens August 11 ähnlich. Aus der Dauer P-S berechnet sich die Entfernung des Epizentrums nach Laska's Tabelle auf 2800 km aus J(P ₁)-L auf 3300 km während die Entfernung Cerigo-Göttingen ca 2100 km beträgt.				
			J(P ₂)	24,0 ^m						4 ^s	3,2 ^u	8 ^u	P-S 3 ^m 37 ^s JP-L = 8,9 ^m
			J(S ₁)	27,4 ^m									
			J(S ₂)	27,8 ^m									
			EL	32,5 ^m									
M	33,1 ^m	15 ^s	5 ^u	15 ^u									
C		5 ^s	0,4 ^u	20 ^u									
F	12 ^h (48 ^m)	15 ^s	15 ^u	15 ^u	J(P)-F = (24,5) ^m								
				18 ^s ; 4 ^s ; 8 ^s				Das Ueberwiegen der N.S-Componente in den mittleren Teilen des Diagramms ist sehr auffällig.					
7	12	II u	J(P)	5 ^h (36,5) ^m	—	—	—	JP-F = (120) ^m	5 ^h (36,5) ^m , ganz leichte Kräuselung der Diagrammlinie, besonders schwach in NS.				
			EL	6 ^h (20) ^m									
			M	(26,4) ^m									
		C		24 ^s	15 ^s ; 12 ^s ; 2 ^s	24 ^s ; 21 ^s							
8	13	III	E	1 ^h (25,3)	20 ^s	0,5 ^u	(0,5) ^u		Starkes Ueberwiegen der Ost-Westcomponente.				
			F	2 ^h (6)						24 ^s	17 ^u	7 ^u	

Seismische Registrierungen in Göttingen, Juli bis December 1903.

1903 Juli.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
9	16	I	E	(18 ^h 40 ^m)					Es tauchen aus den schwachen Pulsationen einige längere Wellen auf, die wohl dem Beben der Straßburger und Hamburger Warten entsprechen.
10	19	II _v	JP ₁ J(P ₂) JS EL u. M C F	18 ^h 12,5 ^m 13,0 ^m 16,3 ^m (19,8) ^m 18 ^h (30) ^m	{ 5 ^s 1,5 ^s 4,5 ^s 4,5 ^s 10 ^s 10 ^s 5 ^s ; 10 ^s	3,0 ^u sehr klein 1,2 ^u 4,0 ^u 9 ^u	2,0 ^u 0,8 ^u 3,2 ^u 3 ^u	JP-L = (6,3) ^m JP-F = (17,5) ^m	Sehr auffälliges Ueberwiegen der E.W.-Komponente während des ganzen Bebens.
11	23	II _u	J(P ₁) J(P ₂) EL u. M _E M _N C F	22 ^h (49) ^m (55,8) ^m 23 ^h (22,0) ^m (25,0) ^m 23 ^h (50) ^m	{ 5 ^s 5 ^s 30 ^s 3 ^s 17,5 ^s 20 ^s ; 16 ^s	(0,2) ^u (4) ^u 06 ^u 22 ^u 0 ^u 14	— (0,2) ^u 10 ^u — 13 ^u	J(P ₁)-L = (33) ^m J(P ₂)-L = (26,8) ^m J(P ₁)-E = (61) ^m	P ₁ in NS. nicht merkbar, auch P ₂ in NS merklich schwächer als in EW.

1903 Juli.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
12	27	I _v	J J (L u. M) F	0 ^h 35,0 ^m 35,6 ^m 37,8 ^m 50 ^m	3 ^s 5 8 ^s	1,2 ^u 1,2 ^u 1,5 ^u	0,8 ^u 0,8 ^u nicht messbar	JP-L = 165 ^s JP-F = (15) ^m	{ Einsätze P oder S.
13	27	II _{v-r}	J(P od. S ₁) J(S ₂) EL u. M C F	3 ^h 48,4 ^m 50,0 ^m 50,7 ^m (55) ^m	nicht meßbar { 1 ^s 2 ^s 3 ^s 6 ^s 12 ^s 2,5 ^s 12 ^s ; 8 ^s ; 2,5 ^s	nicht meßbar { 0,2 ^u 0,4 ^u 1 ^u 1 ^u 4,5 ^u 0,3 ^u	nicht messbar 1,2 ^u 2 ^u —	JP-L = 140 ^s JP-F = 7 ^m	3 ^h 4 ^h Erdbeben in Ligurien. Entfernung etwa 1050 km; P vielleicht früher.
14	27	I _u	J(P) J(S) L M _N M _E C F	10 ^h 46,0 ^m 55,4 ^m 11 ^h 2,2 ^m 5,0 ^m 9,8 ^m (39) ^m	6 ^s 10 ^s 12 ^s 17,5 ^s 20 ^s 15 ^s	0,3 ^u 1,4 ^u 2,0 ^u 12 ^u 12 ^u 8 ^u	nicht messbar 20 ^u 10 ^u 4 ^u	J(P-S) = 9,4 ^m J(P)-L = 16,2 ^m J(P)-F = (53) ^m	In C ganz regelmäßige Sinuswellen; besonders schön in E.W.

1903 Juli.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						A_E	A_N		
15	27	Iu	E M _N M _E F	12 ^h (48,0) ^m 59,3 ^m 13 ^h 7,6 ^m 13 ^h (28) ^m	21 ^s 21 ^s 21 ^s	merklich 2 ^u 9 ^u	ganz schwach 10 ^u 2 ^u		Sehr auffallend ist der Wechsel des Azimuthes der größten Ver-rückung, welcher im Verlauf der Bewegung öfters hervortritt.
16	28	Iu	E M F	4 ^h (7) ^m 39,3 ^m 5 ^h (0) ^m	20 ^s 20 ^s	5 ^u 5 ^u	1 ^u 10 ^u		

1903 August.

1	1	I(v)	E	23 ^h 56 ^m	4 ^s				Von 23 ^h 56 ^m ab schwache Kräuselung der Diagrammlinie in beiden Componenten, besonders deutlich in NS.
2	2/3	Iu	J(P ₁) J(P ₂) E(L) M _E M _N C F	23 ^h 13 ^m 20 ^s 16 ^m 30 ^s 37 ^m 10 ^s 40 ^m 46 ^m 0 ^h (35) ^m	5 ^s 5 ^s 45 ^s 36 ^s 16 ^s 36 ^s , 27 ^s 16 ^s	0,4 ^u sehr klein 10 ^u 35 ^u 5 ^u	0,8 ^u 0,4 ^u 10 ^u 20 ^u 8 ^u	(P ₁) - (L) = 26 ^m 40 ^s J(P ₁) - F = (82) ^m	Mehrfach auffallende Drehung des Azimuth der größten Ver-rückung!

1903 August.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						A_E	A_N		
3	3	Iu	J(P) E(L) M F	7 ^h 4 ^m 50 ^s (30) ^m 34 ^m 8 ^h (0) ^m	{ (2) ^s 4 ^s 14 ^s 14 ^s	(0,3) ^u ? nicht meßbar 4 ^u	(0,3) ^u 1 ^u 2 ^u	J(P) - L = (25 ^m 10 ^s) J(P) - F = (55) ^m	
4	6	Ir	JP E(L) M F	0 ^h 16 ^m 40 ^s (24) ^m 27 ^m 0 ^h (48) ^m	5 ^s 24 ^s 20 ^s	0,8 ^u ganz schwach 14 ^u	0,3 ^u 7 ^u	JP - EL = 4 ^m 44 ^s	
5	6	IIr	JP EL u. M ₁ M ₂ C F	3 ^h 53 ^m 31 ^s 58 ^m 15 ^s 4 ^h 4 ^m 40 ^s 4 ^h (27) ^m	{ 3,5 ^s 20 ^s 8 ^s 5 ^s 20 ^s 3 ^s 12 ^s , 7 ^s 8 ^s ; 5 ^s ; 2 ^s	2,4 ^u 25 ^u 2 ^u sehr klein 25 ^u 0,8 ^u	1 ^u 10 ^u 1 ^u 14 ^u 1 ^u	JP - F = (34) ^m	Gegen 3 ³ / ₄ Erdbeben in Sicilien (Gegend von Catania) $\Delta_0 = 1800$ km. <i>Turkey - Van</i> $\Delta_c = 1600$ km. Zwischen M ₁ und M ₂ nimmt die Bewegung stark ab, um dann wieder schnell zu wachsen (2 Stöße?)
6	6	Iu	E F	6 ^h 55 ^m 7 ^h	8 ^s	1,5 ^u	sehr klein		

G. v. d. Borne,

Seismische Registrierungen in Göttingen, Juli bis December 1903.

1903 August.

10

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
7	8	I	M F	17 ^h 51 ^m 18 ^h (3) ^m	16,5 ^s	3 ^μ	3,0 ^μ		
8	9	Ir	E M	17 ^h 25 ^m 33 ^m	20 ^s 20 ^s	sehr klein 10 ^μ	klein 3 ^μ		
9	9	Iu	J(P) EL u. M C F	22 ^h 51 ^m 0 ^s 56 ^m 50 ^s 23 ^h 10 ^m	3 ^s 12 ^s 20 ^s ; 12 ^s 6 ^s ; (3) ^s	0,2 ^μ 4 ^μ	0,4 ^μ 2 ^μ	JP-EL = 5 ^m 50 ^s JP-F = 19 ^m	Gegen 22 ^h Erdbeben in Lissabon. $\Delta_0 = 2100$ km; $\Delta_c = 2000$ km.
10	10	Ir	J(P) M F	12 ^h 44 ^m (0) ^s 48 ^m 20 ^s 13 ^h (0) ^m	6 ^s 6 ^s	0,3 ^μ 1 ^μ	1 ^μ 2 ^μ		
11	11	III v	JP ₁ JP ₂ J(S) E	4 ^h 36 ^m 59 ^s 37 ^m 30 ^s 40 ^m 10 ^s 40 ^m (40) ^s	{ 6 ^s 2 ^s 6 ^s 2 ^s 6 ^s 2 ^s 6 ^s 2 ^s	20 ^μ 8 ^μ 150 ^μ 8 ^μ 18 ^μ 2 ^μ 100 ^μ 8 ^μ	21 ^μ 8 ^μ 150 ^μ 8 ^μ 24 ^μ 8 ^μ 230 ^μ 8 ^μ	JP ₁ -JS = 3 ^m 11 ^s	Gegen 4 ^{1/2} ^h Beben in Südgrichenland, Maximum in Cerigo. $\Delta_0 = 2100$ km, $\Delta_c = 2200$ km. Das Diagramm weicht durchaus von dem Schema ab. Die größte Amplitude findet sich in NS schon bei Einsatz „P ₂ “ in EW etwa 1/2 Minute nach Einsatz „(S)“. Es nimmt dann die Bewegung schnell ab, so daß zu der Zeit, welche

G. v. d. Borné,

1903 August.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
			C F	5 ^h (48) ^m	20 ^s ; 13 ^s ; 6 ^s , 10 ^s			JP ₁ -F = (71) ^m	der Hauptphase schematischer Beben entspricht, die Amplituden erheblich kleiner sind als vorher. (4 ^h 49 ^m wurden z. B. gemessen $T = 20^s$ $A_N = 60^\mu$, $A_E = 100^\mu$ außerdem $T = 6$, $A_N = 6^\mu$, $A_E = 12^\mu$). Unter den für den weiteren Verlauf des Bebens angeführten Perioden tritt die mit 13 ^s besonders deutlich hervor.
12	13	II u	J(P) J(S) E(L) M _E M _N F	15 ^h 58 ^m 55 ^s 16 ^h 8 ^m 45 ^s 24 ^m (56) ^s 30 ^m (55) ^s 37 ^m (25) ^s 27 ^h (14) ^m	2 ^s 7,5 ^s 36 ^s 22,5 ^s 15 ^s	0,8 ^μ 3,2 ^μ 55 ^μ 70 ^μ 13 ^μ	0,8 ^μ 1,6 ^μ 25 ^μ 40 ^μ 25 ^μ	JP-S = 9 ^m 50 ^s JP-L = 27 ^m (0) ^s JP-F = (135) ^m	15 ^{3/4} ^h Erdbeben auf Kiuschiu (Japan). Entfernung: 9200 km. Nach Laskas Tabelle findet sich ein Abstand Δ , unter Benutzung von: P-S; $\Delta_c = 8900$ km. P-L; $\Delta_c = (9000)$ km.
13	16	I(u)	E M F	3 ^h (45) ^m 48 ^m (55) ^s 4 ^h 0 ^m	20 ^s	11 ^μ	3 ^μ		Aus den Pulsationen taucht ein Zug langer Wellen auf.
14	16	I u	J(P) J(S) (L) u. M ₁ M ₂ F	13 ^h 51 ^m 12 ^s 14 ^h 0 ^m 18 ^s 16 ^m (30) ^s 22 ^m 40 ^s 14 ^h (55) ^m	2,5 ^s 5 ^s 2,5 ^s 20 ^s 15 ^s	0,8 ^μ 1 ^μ sehr klein 10 ^μ 10 ^μ	1 ^μ 1 ^μ 10 ^μ 7 ^μ	JP-S = 9 ^m 6 ^s JP-L = 25 ^m (18) ^s JP-F = (64) ^m	Erdbeben in Port au Prince (Haiti) 14 ^{1/2} ^h . Entfernung: 8200 km. Nach Laskas Tabelle berechnet man aus: P-S; $\Delta_c = 8100$ km. P-L; $\Delta_c = (8400)$ km. L vielleicht früher.

Seismische Registrierungen in Göttingen, Juli bis December 1903.

11

1903 August.

12

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						A_E	A_N		
15	16	I	E	16 ^h 45 ^m	{ 5 ^s 10 ^s	ganz klein			Einige unregelmäßige Wellen.
			F	16 ^h 55 ^m		10 ^u	8 ^u		
16	17	Iv	JP	7 ^h 48 ^m 21 ^s	{ 3 ^s 1,5 ^s 3 ^s 1 ^s	0,4 ^u	0,4 ^u	JP - F = 10 ^{1/2} ^m	7 ^{3/4} ^h Erdbeben bei Agram und Sissek.
			M	49 ^m 0 ^s		sehr klein	2 ^u		
			F	7 ^h 59 ^m		sehr klein			
17	17	Iv	(JP)	9 ^h 0 ^m 41 ^s	{ 3 ^s 1,5 ^s 6 ^s 1 ^s	0,4 ^u	0,4 ^u	JP - F = 4 ^m	8 ^{3/4} ^h Erdbeben bei Agram 9 ^{1/4} ^h bei Sissek.
			M	1 ^m (1) ^s		sehr klein	1 ^u		
			F	9 ^h 4 ^m 40 ^s		sehr klein			
18	19	Iu	E	10 ^h (0) ^m	20 ^s	3 ^u	3 ^u		
			M	(4) ^m	20 ^s	10 ^u	5 ^u		
			C		15 ^s				
			F	?					
19	29	Iu	J(P)	15 ^h 47 ^m 35 ^s	9 ^s	4 ^u	0,8 ^u	J(P) - F = (82) ^m	
			M	16 ^h 23 ^m (30) ^s	20 ^s	8 ^u	8 ^u		
			F	17 ^h (10) ^m					
20	30	I(u)	E	10 ^h 45 ^m	15 ^s	1 ^u	nicht merklich		Unregelmäßige Wellen in EW.

G. v. d. Borne,

1903 September.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						A_E	A_N		
1	1	Iu	E	15 ^h 22 ^m	3,5 ^s	0,2 ^u	1 ^u	E - F = 68 ^m	
			EL u. M	49 ^{1/2} ^m	20 ^s	7 ^u	3 ^u		
			C		(10) ^s				
			F	16 ^h (30) ^m					
2	3	Iu	E	6 ^h (25) ^m	ganz schwach, in EW etwas deutlicher als in NS.			E - F = 75 ^m .	Die letzten Stadien sind durch das folgende Beben überlagert.
			EL u. M ₁	54 ^{1/2} ^m	23 ^s	12 ^u	10 ^u		
			M ₂	59 ^{1/2} ^m	18 ^s	8 ^u	15 ^u		
			C		(14) ^s				
			F	7 ^h (40) ^m					
3	3	Iv	J	7 ^h 27 ^m 42 ^s	1,5 ^s	0,4 ^u	(0,2) ^u		
4	3	I	E	15 ^h 52 ^m	12 ^s	—	2,5 ^u		In EW einige unregelmäßige Wellen.
5	7	Iv	J	7 ^h 34 ^m 15 ^s	5 ^s	2 ^u	—		Ende wegen der Ueberlagerung durch das folgende Beben nicht zu bestimmen.
			(EL)	37 ^m	6 ^s	3 ^u	4 ^u		
			(M)	37 ^{3/4} ^m	5 ^s	5 ^u	5 ^u		

Seismische Registrierungen in Göttingen, Juli bis December 1903.

13

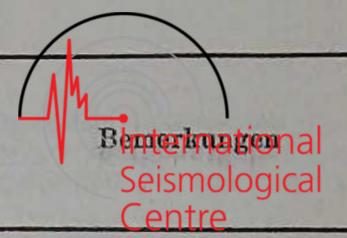
Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
6	7	I u	E u. M _E M _N C F	8 ^h (23) ^m 29 ^m 9 ^h (30) ^m	{ 28 ^s 12 ^s 24 ^s 18 ^s , 15 ^s	20 ^μ 8 ^μ 20 ^μ	10 ^μ 3 ^μ 20 ^μ	E - F 67 ^m	Anfang wegen der Ueberlagerung durch das vorhergehende Beben unsicher. 7 ^h 53 ^m 15 ^s in EW eine auffällige Welle, die vielleicht JP bezeichnet. Lange Wellen von etwa 0,5 ^m Periode in EW von 8 ^h 19,5 ^m bemerkbar, in NS erst 1,8 ^m später. Nimmt man das Mittel aus beiden als EL an, so ergibt sich Δ _c = 9000 km. 8 ^{1/4} ^h Erdbeben in Formosa, Δ _o = 9200 km.
7	8	I	E F	6 ^h (8) ^m 7 ^h (31) ^m	(25) ^s	8 ^μ	—	E - F = 83 ^m	In NS nur zwischen 6 ^h 25 ^m und 6 ^h 35 ^m deutlich merkbar.
8	10		E M F	11 ^h (31) ^m 53 ^m 12 ^h (10) ^m	24 ^s 20 ^s	8 ^μ 12 ^μ	— 10 ^μ	E - F = 39 ^m	In NS nicht vor 11 ^h 42 ^m merkbar; Curven im allgemeinen sehr unruhig.
9	12	I r	JP J(S) (EL) C F	23 ^h 10 ^m 46 ^s 13 ^m 0 ^s (14) ^m 23 ^h (28) ^m	{ 2 ^s (6) ^s 6 ^s 3 ^s (9) ^s 3 ^s 5 ^s	2 ^μ 6 ^μ 3 ^μ 6 ^μ	4 ^μ 6 ^μ 3 ^μ 3 ^μ	JP - J(S) = 2 ^m 14 ^s J(P) - (EL) = (3 ^m 14 ^s) JP - F = 18 ^m	Lange Periode in L unsicher.

G. v. d. Borne,

1903 September.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
10	13	I r	JP JS (EL) u. M C F	8 ^h 5 ^m 6 ^s 7 ^m 40 ^s 9 ^m 10 ^s 8 ^h (35) ^m	4 ^s 4 ^s { 12 ^s 2 ^s 5 ^s —6 ^s	0,8 ^μ 1,2 ^μ 6 ^μ 0,8 ^μ	(0,1) ^μ 0,8 ^μ 7 ^μ 0,4 ^μ	JP - JS = 2 ^m 34 ^s JP - F = 30 ^m	Die NS-Componente von P kaum merklich. L wenig hervortretend. Erdbeben in Mittelrumänien. Δ _o = 1400 km, Δ _c = 1400 km.
11	13	II r	JP JS EL M F	15 ^h 33 ^m 10 ^s 38 ^m 2 ^s 39 ^m (12) ^s 44 ^m 16 ^h 40 ^m	3 ^s 6 ^s 16 ^s 14 ^s	1 ^μ 4 ^μ 20 ^μ 45 ^μ	0,5 ^μ 4 ^μ 10 ^μ 40 ^μ	JP - JS = 4 ^m 52 ^s JP - F = 65 ^m	
12	13	I r	(JP) (JS) EL u. M C F	19 ^h 1 ^m (0) ^s (6) ^m 10 ^m (0) ^s 19 ^h (23) ^m	4 ^s 4 ^s 14 ^s 6 ^s	0,4 ^μ 0,2 ^μ 6 ^μ	0,2 ^μ 0,4 ^μ 4 ^μ	JP - JS = (5 ^m) JP - EL = (9) ^m	Dem vorigen Beben ähnlich, aber schwächer.
13	14	I u	E M F	13 ^h (20) ^m 23 ^{1/2} ^m 13 ^h (47) ^m	15 ^s 15 ^s	0 ^μ 4 ^μ	0 ^μ 25 ^μ	E - F = 27 ^m	
14	18	I							Zwischen 10 ^h 40 ^m und 11 ^h 20 ^m in EW undeutliche Wellen T = 10 ^s ; Erdbeben? Pulsationen?

Seismische Registrierungen in Göttingen, Juli bis December 1903.



Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						A_E	A_N		
15	20	I							Gegen 12 ¹ / ₂ h in EW etwas stärkere Bewegung, aus den Pulsationen auftauchend.
16	23	Ir	(J) EL u. M ₁ M ₂ C F	1 ^h 46 ^m 25 ^s 51 ^m 5 ^s 53 ^m 30 ^s	3 ^s { 20 ^s 5 ^s 12 ^s 9 ^s ; 3 ^s	1 ^μ 25 ^μ 0,8 ^μ 15 ^μ	0,5 ^μ 15 ^μ 0,4 ^μ 8 ^μ	(J) - EL = 4 ^m 40 ^s (J) - F = 29 ^m	1 ³ / ₄ h Erdbeben in Algier und auf den Canarischen Inseln.
17	23	I	E M C F	9 ^h 54 ^m 55 ^m 10 ^h 10 ^m	{ 15 ^s 5 ^s 10 ^s 9 ^s ; 5 ^s	4 ^μ 1,5 ^μ 6 ^μ	4 ^μ 1 ^μ 6 ^μ	E - F = 16 ^m	
18	25	Iu	J(P) EL u. M ₁ M ₂ C F	1 ^h 22 ^m 40 ^s 40 ¹ / ₂ ^m 47 ¹ / ₂ ^m	3 ^s 14 ^s 10 ^s 9 ^s	(0,1 ^μ) 4 ^μ 7 ^μ	— 1,5 ^μ 4 ^μ	J(P) - EL = 17 ^m (50) ^s J(P) - F = 49 ^m	J(P) in EW ganz schwach, in NS nicht merkbar.
19	27	I	M F	15 ^h 50 ^m 16 ^h 10 ^m	14 ^s	4 ^μ	3		In EW Bewegung schon von 15 ³ / ₄ h merklich.
20	28	I	E M F	16 ^h 25 ^m 28 ^m 16 ^h 40 ^m	6 ^s 12 ^s	0,8 ^μ 4 ^μ		E - F = 15 ^m	NS-Componente fehlt infolge Versagens der Schreibvorrichtung.

1903 October.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden T	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						A_E	A_N		
1	3		E F	21 ^h 23 ^m 22 ^h 40 ^m					Undeutliche Wellen von ca. ¹ / ₂ m Periode tauchen aus den Pulsationen auf. Es erscheint zweifelhaft, ob es sich um Beben oder nur um pulsatorische Erscheinungen handelt.
2	4		E F	6 ^h 36 ^m 6 ^h 40 ^m					
3	11		M F	5 ^h 27 ^m 5 ^h 55 ^m	20 ^s	20 ^μ	10 ^μ		
4	14		E F	4 ^h 43 ^m 4 ^h 46 ^m					Einige undeutliche Wellen in EW.
5	19	Iu	JP ₁ J(P ₂) J(S) C F	3 ^h 14 ^m 7 ^s 16 ^m (20) ^s 21 ^m (0) ^s	(3) ^s 3 ^s 3 ^s 6 ^s ; 8 ^s	1 ^μ 5 ^μ 5 ^μ	— 2 ^μ 4 ^μ	JP ₁ - JS = 6 ^m 53 ^s JP ₁ - F = 42 ^m	Die späteren Phasen sind dem Schema - wohl infolge der mehrfachen Einsätze - nicht einzuordnen. Für NS befindet sich das Maximum der Bewegung etwa bei 3 ^h 31 ^m mit $T = 21^s$, $A_N = 25^μ$. In EW kommen Wellen von so langer Schwingungsdauer überhaupt nicht vor und es fehlt hier ein ausgesprochenes Maximum der Bewegung.

Seismische Registrierungen in Göttingen, Juli bis December 1903.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
6	20	I(u)	JP E(L) u. M _E M _N C F	3 ^h 9 ^m 50 ^s 57 ^m 4 ^h 7 ^m 4 ^h (54) ^m	2 ^s 40 ^s 30 ^s (15) ^s	0,5 ^u 20 ^u 5 ^u	0,5 ^u 10 ^u 30 ^u	JP - E(L) = 47 ^m 10 ^s JP - F = 104 ^m	Vielleicht gehören JP und E(L) zu zwei verschiedenen Beben.
7	21	I(v)	JP M F	7 ^h 26 ^m 18 ^s 27 ^m 4 ^s 28 ^m 12 ^s	1 ^s 3 ^s	0,2 ^u 1,2 ^u	0,8 ^u 0,4 ^u	JP - F = 1 ^m 54 ^s	JP an das vorige Beben erinnernd, aber ohne die dort nachfolgenden langen Wellen.
8	21	Iu	(JP) EL u. M _E M _N C F	10 ^h 13 ^m 45 ^s 46 ^m 53 ^m 11 ^h 40 ^m	3 ^s 35 ^s 21 ^s 10-15 ^s	0,4 ^u 40 ^u 30 ^u	0,2 ^u 30 ^u 35 ^u	(JP) - EL = (22 ^m 15 ^s) JP - F = (86 ^m)	Pulsationen machen die Feststellung von JP unsicher.
9	23	IIr	(E) EL u. M C F	3 ^h (4) ^m 5 ^{1/2} ^m 3 ^h (38) ^m	7 ^s { 25 ^s 7 ^s 9 ^s ; 12 ^s 3 ^s	3 ^u 30 ^u 3 ^u	6 ^u 60 ^u 5 ^u	E - F = 34 ^m	Starke Pulsationen.

G. v. d. Borne,

1903 October.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
10	23	Iu	E EL u. M ₁ M ₂ C F	14 ^h (24) ^m 31 ^m 34 ^m 14 ^h (56) ^m	2,5 ^s { 12 ^s 4 ^s 14 ^s (6 ^s -9 ^s)	— 6 ^u 4 ^u 20 ^u	— 6 ^u 4 ^u 20 ^u	E - F = 32 ^m	Bewegungen in L sehr unregelmäßig; besonders in der kurzen Periode starke Schwebungen, Schätzungen der A daher sehr unsicher.
11	24	I(u)	E M F	1 ^h 56 ^{1/2} ^m 2 ^h 11 ^{1/2} ^m 2 ^h 25 ^m	(30) ^s 24 ^s	15 ^u	10 ^u	E - F = 28 ^m	
	28		E	22 ^{1/2} ^h					Starke Pulsationen, Auftauchen einiger langer Wellen in NS.
12	29	Iu	J M C F	14 ^h 39 ^m 15 ^s 15 ^h 26 ^m 15 ^h (40) ^m	{ 10 ^s 4,5 ^s 40 ^s 10 ^s 20 ^s -25 ^s	3 ^u 3 ^u 50 ^u sehr klein (20) ^u	3 ^u 4 ^u 40 ^u (20) ^u	J - F = 60 ^m	Die Wellenzüge in C sehr regelmäßig.
13	29	Iu	E F	19 ^h 45 ^m 20 ^h	18 ^s	6 ^u	—		

2 *

Seismische Registrierungen in Göttingen, Juli bis December 1903.

1903 October.



Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
14	30	I u	(J) M F	4 ^h 15 ^m 25 ^s 41 ¹ / ₂ ^m 6 ^h 10 ^m	{ 10 ^s 2,5 ^s 15 ^s	3 ^μ sehr 10 ^μ	3 ^μ klein 10 ^μ	(J) - F = 55 ^m	Gegen 5 ^h Wellen von über 30 ^s Periode; viele schwache Wellenzüge bilden C.

1903 November.

1	10	I u	E F	18 ^h (15) ^m 19 ^h (10) ^m	20-30 ^s			E - F = 55 ^m	Einzelheiten wegen der Pulsationen nicht festzustellen.
2	10	I (v)	J	21 ^h (8 ¹ / ₂) ^m	(1) ^s				Spuren eines Nahbebens in EW.
3	17	I (r)	J M F	5 ^h 56 ^m (0) ^s 6 ^h 2 ^m (0) ^s 6 ^h (10) ^m	(5) ^s 10 ^s	2 ^μ 4 ^μ	1 ^μ 5 ^μ	J - F = 14 ^m	
4	17	I (u)	E F	21 ^h 16 ^m 21 ^m 21 ^h 44 ^m	22 ^s 18 ^s	(15) ^μ 10 ^μ	10 ^μ	F - F = 28 ^m	Es folgen mehrfach an- und abschwellige Wellenzüge T = 15 ^s - 20 ^s , A = 0 ^μ - 10 ^μ .
5	18	I (r)	(J) M C F	16 ^h 17 ^m 24 ^m 20 ^s 16 ^h (47) ^m	5 ^s 13 ^s (10) ^s	0,2 ^μ 25 ^μ	0,8 ^μ 20 ^μ	(J) - F = 30 ^m	16 ^h 19 ^m Verstärkung der sehr unregelmäßigen Bewegung.

G. v. d. Borné,

1903 November.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
6	24	I u	J M F	14 ^h 3 ^m 35 ^s 3 ^m 45 ^s 37 ^m 15 ^h (4) ^m	10 ^s 10 ^s 20 ^s	5 ^μ — 15 ^μ	— 10 ^μ 25 ^μ	J - F = 61 ^m	J in beiden Componenten deutlich, weitere Details durch Pulsationen verdeckt.
7	25	I r	E EL u. M C F	23 ^h 23 ^m (0) ^s 23 ³ / ₄ ^m 23 ^h 36 ^m	2 ^s { 10 ^s 2 ^s (6) ^s	0,2 ^μ 5 ^μ 4 ^μ	0,2 ^μ 5 ^μ 4 ^μ	E - F = 13 ^m	
8	26	II u	JP JS ₁ JS ₂ M ₁ M ₂ C F	11 ^h 57 ^m 42 ^s 12 ^h 5 ^m 40 ^s 9 ^m (10) ^s 21 ³ / ₄ ^m 24 ¹ / ₄ ^m 13 ^h (25) ^m	3 ^s { 16 ^s 4 ^s 18 ^s 15 ^s 12 ^s 10 ^s	2 ^μ 12 ^μ 1,2 ^μ 5 ^μ 80 ^μ 75 ^μ	1 ^μ 6 ^μ 0,4 ^μ 4 ^μ 130 ^μ 55 ^μ	JP - JS ₁ = 7 ^m 58 ^s JP - JS ₂ = (11,5) ^m JP - F = 87 ^m	Erdbeben im mittleren Sibirien 11 ³ / ₄ ^h . Ein ausgesprochener Einsatz langer Wellen fehlt, statt dessen zwischen JS ₂ und M ₁ sehr unregelmäßige Bewegung, T zwischen 4 ^s und 14 ^s schwankend, im weiteren Verlauf des Bebens zeigt sich noch mehrfach ein erheblicher Wechsel der Amplituden.

Seismische Registrierungen in Göttingen, Juli bis December 1903.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
1	1	I u	E EL u. M _N M _E C F	7 ^h 7 ^m 30 ^s 7 ^h 13 ^m 30 ^m 8 ^h (5) ^m	15 ^s 30 ^s 24 ^s 18 ^s —20 ^s	4 ^μ 15 ^μ 25 ^μ	7 ^μ 20 ^μ 20 ^μ	E—F = 57 ^m	Die Anfangsstadien gehen in Pulsationen verloren.
2	1	I u	M ₁ M ₂ F	15 ^h 5 ^{1/2} ^m 10 ^m 15 ^h 50 ^m	32 ^s { 18 ^s 10 ^s	25 ^μ 10 ^μ 1 ^μ	25 ^μ 10 ^μ 1 ^μ		
3	3	I (r)	E(L) M C F	9 ^h 36 ^{1/2} ^m 40 ^{1/2} ^m 10 ^h (0) ^m	30 ^s 20 ^s 15 ^s	10 ^μ 15 ^μ	10 ^μ 15 ^μ	EL—F = 23 ^m	
4	5	I u	J M C F	5 ^h 17 ^m 10 ^s 36 ^m 0 ^s 6 ^h (13) ^m	{ 6 ^s 1 ^s 33 ^s 10 ^s —12 ^s	1 ^μ 30 ^μ	2 ^μ 20 ^μ	J—F = 56 ^m	Ein ausgesprochenes EL fehlt. C recht unregelmäßig (Pulsationen).

G. v. d. Borne,

1903 December.

Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
5	5	(I)	M	23 ^h 9 ^{1/2} ^m	15 ^s	7 ^μ	7 ^μ		Einige Wellen, Erdbebennatur unsicher.
5	6/7	I u	J(S) M C F	23 ^h (26) ^m 43 ^{1/2} ^m 0 ^h (12) ^m	25 ^s 35 ^s 10 ^s —15 ^s	12 ^μ 50 ^μ	12 ^μ 20 ^μ	J(S)—F = 23 ^m	C recht unregelmäßig.
6	7	I u	E M C F	15 ^h 16 ^m 48 ^{1/2} ^m 16 ^h (28) ^m	20 ^s 22 ^s 18 ^s	10 ^μ 100 ^μ	10 ^μ 50 ^μ	E—F = 72 ^m	
7	10	II u	(JP) JS E(L) u. M C F	17 ^h 10 ^m 35 ^s 17 ^m 50 ^s 28 ^m 18 (24) ^m	3 ^s { 10 ^s 5 ^s 35 ^s 7 ^s 7 ^s ; 10 ^s ; 15 ^s 22 ^s	3 ^μ 15 ^μ 2 ^μ 150 ^μ 0,8 ^μ	2 ^μ 5 ^μ 2 ^μ 200 ^μ 0,4 ^μ	JP—JS = (6 ^m 15 ^s) JP—E(L) = 17 ^m 25 ^s JP—F = 68 ^m	Starke Pulsationen machen die Bestimmung von JP unsicher.
8	18	I u	EL u. M F	13 ^h 19 ^{1/2} ^m 13 ^h 43 ^m	(30) ^s	15 ^μ	27 ^μ	EL—F = 23 ^m	

Seismische Registrierungen in Göttingen, Juli bis December 1903.



Nummer	Datum	Charakter	Phasen	Zeiten (Greenwich)	Perioden <i>T</i>	Amplituden		Dauer	Bemerkungen
						<i>A_E</i>	<i>A_N</i>		
9	23	Iu	J(S) J C F	1 ^h 22 ^m 10 ^s 44 ^m 2 ^h 32 ^s	$\begin{cases} 2^s \\ 5^s \\ (10)^s \\ 18^s \end{cases}$ 20 ^s ; 10 ^s ; 6 ^s	2 ^μ 4 ^μ 10 ^μ	3 ^μ 4 ^μ 10 ^μ	J(S) - F = 70 ^m	Bewegung, besonders von 1 ^h 44 ^m ab sehr unregelmäßig; die Periode T = 18 ^s erreicht bis zu 20 μ Amplitude in beiden Componenten; später Wellen bis zu 30 ^s Periode. Auffällig ist die große Intensität der kurzen Perioden im Anfange des Bebens.
10	28	IIu	JP JS E(L) M _N M _E C F	3 ^h 10 ^m 5 ^s 20 ^m 30 ^s 44 ^m 0 ^s 52 ^m 0 ^s 58 ^m 30 ^s 4 ^h (25) ^m	3 ^s 3 ^s 45 ^s 22,5 ^s 22,5 ^s 16 ^s	1,2 ^μ 0,4 ^μ 100 ^μ 100 ^μ 150 ^μ	0,4 ^μ 1,2 ^μ 100 ^μ 130 ^μ 80 ^μ	JP - JS = 10 ^m 25 ^s JP - E(L) = 33 ^m 55 ^s JP - F = 74 ^m	

G. v. d. Borne,

Tag	M o n a t											
	Juli	August	September	October	November	December						
1		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
2		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
3		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
4		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
5		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
6		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
7		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
8		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
9		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
10		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
11		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
12		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
13		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
14		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
15		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
16		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
17		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
18		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
19		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
20		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
21		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
22		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
23		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
24		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
25		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
26		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
27		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
28		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
29		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
30		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
31		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Seismische Registrierungen in Göttingen, Juli bis December 1903. 25
 Uebersicht über die Intensität der Mikroseismischen Pulsationen zu Göttingen. 1904 Juli 5—December 31. (Vgl. Seite 3).