

Seismogramme  
des nordpazifischen und südamerikanischen  
Erdbebens am 16. August 1906.

---

Auf Beschuß  
der Permanenten Kommission der Internationalen Seismologischen Assoziation  
herausgegeben von dem Zentralbureau und der Kaiserlichen Hauptstation für  
Erdbebenforschung.

Begleitworte und Erläuterungen  
von

E. Rudolph und E. Tams.

---

Mit einer Karte.

---

Straßburg i. E.  
Druck von M. DuMont Schauberg.  
1907.

Seismogramme  
des nordpazifischen und südamerikanischen  
Erdbebens am 16. August 1906.

---

Auf Beschluß  
der Permanenten Kommission der Internationalen Seismologischen Assoziation  
herausgegeben von dem Zentralbureau und der Kaiserlichen Hauptstation für  
Erdbebenforschung.

Begleitworte und Erläuterungen

von

E. Rudolph und E. Tams.

---

Mit einer Karte.

---

Straßburg i. E.

Druck von M. DuMont Schauberg.  
1907.

## Vorwort.

Auf der ersten Tagung der Permanenten Kommission der Internationalen Seismologischen Assoziation in Rom vom 16. bis zum 20. Oktober 1906 wurde in der vierten Sitzung von dem Delegierten des Deutschen Reiches, Herrn Professor Dr. E. Wiechert, der folgende Antrag gestellt:

„Da es für die Bearbeitung der Erdbebenregistrierungen wichtig ist, nicht nur zahlmäßige Berichte, sondern in einzelnen Fällen auch Kopien der Registrierungen selbst zur Hand zu haben, wird das Zentralbureau ersucht, von dem San Franciscobeben des laufenden Jahres eine Zusammenstellung der sämtlichen zur Verfügung stehenden Registrierungen in möglichst getreuen Abbildungen zu veröffentlichen, und zwar in solcher Zeit, daß daraus für die nächste Generalversammlung der Assoziation Nutzen gezogen werden kann“.

Nach einer Mitteilung des Delegierten der Vereinigten Staaten von Amerika, Herrn Professor H. F. Reid, ist mit der Herausgabe der Seismogramme des San Franciscobebens eine amerikanische Spezialkommission bereits betraut. Infolgedessen stellte es Herr Professor Dr. E. Wiechert auf Anregung von Herrn Professor Dr. E. Rudolph dem Zentralbureau anheim, zwischen den großen Beben vom 31. Januar 1906 und 16. August 1906 zu wählen. Der Antrag wurde mit dieser Abänderung einstimmig angenommen.

Das Zentralbureau entschied sich für die Veröffentlichung der Seismogramme vom 16. August 1906. Mit der Leitung dieser Arbeit habe ich das ständige Mitglied der Kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung, Herrn Professor Dr. E. Rudolph, betraut.

Der Direktor des Zentralbüros  
und der Kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung:

G. Gerland.

## Einleitung.

Am 1. Dezember 1906 wurde vom Zentralbureau ein Zirkular verschickt, in welchem um Einsendung der Originalseismogramme vom 16. auf den 17. August 1906 und um Beantwortung einer Reihe von Fragen gebeten wurde, die für eine etwaige Bearbeitung der Seismogramme durch einzelne Seismologen von Wichtigkeit sind. Das Rundschreiben erging an 126 seismische Stationen, teils direkt, teils durch Vermittlung von Delegierten der assoziierten Staaten oder anderen Gelehrten. Im Ganzen liefen von 110 Stationen Antworten ein. Von den nachbenannten 16 Stationen ging uns trotz wiederholter Bemühungen keine Mitteilung zu, selbst dann nicht, wenn unsere Aufforderung durch den betreffenden Delegierten des Landes aufs Wärmste befehlt wurde. Möglicherweise aber haben weder das Zirkular noch die späteren Aufforderungen die eine oder die andere Station erreicht. Diese 16 Stationen sind: Bologna, Catanzaro, Christchurch, Colombo, Florenz (Museo), Irkutsk, Kabansk, Krasnojarsk, Livorno, Melbourne, Nikolajew, Pavia, Quito, Trinidad, Tschita und Venedig.

Von 20 Stationen erhielten wir die Nachricht, daß um die Zeit des 16. August 1906 die seismischen Apparate aus verschiedenen Gründen nicht in Tätigkeit waren; es sind: Aigion, Arequipa, Bagnères de Bigorre, Batum, Birmingham, Bukarest, Chalkis, Cleveland, Derbent, Fiume, Giaccherino, Grenoble, Lick Observatory (Mount Hamilton), Ottawa, Plauen, Quarto Castello (Florenz), Schemnach, Siena, Smyrna und Turin. Von 9 Stationen, nämlich Albany, Córdoba, Edinburgh, Kodai-kanal (Madras), Mauritius, Osaka, Perth, Tokio und Wellington, haben wir statt der gewünschten Originalseismogramme nur Kopien erhalten. 78 Stationen sandten ihre Originalaufzeichnungen ein.

Die Stationen Martinique, Shide und Sitka sind in der Sammlung der Seismogramme leider nicht vertreten. Nach einer von Herrn Professor J. Milne dem Zentralbureau zugegangenen Mitteilung ist das Originalseismogramm der Station Shide abgeschickt worden. Da es jedoch nicht angekommen ist, scheint es unterwegs verloren gegangen zu sein. Antliche Nachforschungen über den Verbleib der Sendung konnten nicht angestellt werden, da sie nicht „eingeschrieben“ zur Beförderung aufgegeben war. Es ist dies um so mehr zu bedauern, als alle anderen Sendungen von Seismogrammen, selbst von den entferntesten Stationen

der Erde, unversehrt und ohne Zeitverlust eingetroffen sind. Die beiden Seismogramme der Stationen Martinique und Sitka sind uns bis zu diesem Augenblick, wo diese Begleitworte in die Presse gehen, noch nicht zugegangen. Um die Beschaffung des Seismograms aus Martinique haben sich die Herren Bigourdan und Lacroix in entgegenkommender Weise, aber leider ohne den gewünschten Erfolg bemüht. Von besonderem Interesse wäre es für die Bearbeitung der Störungen gewesen, wenn das Seismogramm der Station Sitka hätte veröffentlicht werden können, da diese dem wahrscheinlichen Epizentrum des nordpazifischen Bebens sehr nahe liegt. Es liegt jedenfalls nur an der weiten Entfernung und der seltenen Verbindung mit Sitka, wenn die vom Coast and Geodetic Survey in Washington in dankenswerter Weise unternommenen Schritte bisher zu keinem Resultat geführt haben.

Auch haben wir keinen Weg unversucht gelassen, um die Originaldiagramme der japanischen Stationen zu verschaffen. Da unsere hierauf gerichteten Bemühungen leider keinen Erfolg hatten, so sahen wir uns genötigt, uns mit der Wiedergabe der lithographierten Seismogramme zu begnügen, die dem Bulletin of the Imperial Earthquake Investigation Committee, Volume I, Nr. 2 beigegeben sind.

Die Hoffnung, daß wir doch noch rechtzeitig in den Besitz der Diagramme der zuletzt genannten Stationen gelangen würden, sowie der Umstand, daß einige Stationen erst auf wiederholte, zuletzt telegraphisch ausgesprochene Bitte ihre Originale einsandten, war die Veranlassung, daß wir mit der endgültigen Redaktion des Werkes bis zum äußersten angängigen Termin gewartet haben.

Den Zweck dieser Veröffentlichung sehen wir vornehmlich darin, daß jedem Seismologen die Möglichkeit gewährt wird, unabhängig von den zahlreichen Daten, wie sie in den regelmäßig erscheinenden, aber nach verschiedenen Gesichtspunkten verfaßten Berichten der Stationen vorliegen, den Seismogrammen selbst dasjenige Material zu entnehmen, welches jeder zur Ausführung seiner Untersuchungen gebraucht. Ein Hauptfordernis zur Erreichung dieses Zweckes muß daher in einer scharfen und naturgetreuen Wiedergabe der Originalkurven gesehen werden. Dieser Forderung konnten wir nach der technischen Seite hin dadurch gerecht werden, daß wir die Reproduktion des eingesandten Materials in der bekannten Lichtdruckanstalt von Jul. Manias & Cie. in Straßburg i. E. auf photographischem Wege herstellen ließen. Was dagegen die der Veröffentlichung zugrunde liegenden Seismogramme betrifft, so waren wir nicht in der Lage, ausschließlich Originale wiedergeben zu lassen, da uns, wie schon oben erwähnt wurde, von mehreren Stationen aus verschiedenen Gründen nur mehr oder minder deutliche Kopien überlassen wurden.

Ist schon an und für sich durch die verschiedenen Systeme der auf den Stationen vorhandenen seismischen Apparate und ihre Aufstellung die Gleichwertigkeit der Aufzeichnungen in hohem Maße beeinträchtigt, so leidet in dem vorliegenden Werke die Homogenität des Materials noch dadurch, daß neben

Originalen auch Kopien — unter andern gerade der ihrer Lage nach wichtigsten Stationen — zur Reproduktion verwendet werden mußten. Die Seismogramme von 9 Stationen — Belgrad, Bergen, Mailand, Mauritius, Mineo, Salò, Sydney, Temesvár und Urbino — mußten wir von der Veröffentlichung ausschließen, da sie — meistens wegen fehlender Zeitmarken — eine Bearbeitung unmöglich machen. Hinsichtlich der Anordnung der Seismogramme auf den Tafeln ist zu bemerken, daß, soweit angängig, die geographische Lage der Stationen in bezug auf das Epizentrum für uns maßgebend war. Die beiden ersten Tafeln enthalten daher die Seismogramme von Apia, Honolulu und Victoria. Daran schließen sich auf den nächsten Tafeln diejenigen der Stationen auf dem nordamerikanischen Kontinent, in Mittelamerika und Südamerika. Es folgen die mit dem Horizontalpendel Milne ausgestatteten Observatorien zu beiden Seiten des atlantischen Ozeans. Für Europa und Asien ist die zonenförmige Anordnung zugrunde gelegt, derart daß die einzelnen Stationen in der Reihenfolge von Norden nach Süden aufgeführt werden.

Um die wissenschaftliche Verwertung des in den Tafeln enthaltenen mikroseismischen Materials in weitestem Maße zu ermöglichen, haben wir es für angebracht gehalten, soweit wir dazu in der Lage waren, makroseismisches Beobachtungsmaterial über die in Frage stehenden Störungen zu beschaffen. Für das nordpazifische Beben haben unsere Bemühungen, von Seiten der Gesellschaften, welche Schiffahrtslinien auf dem nördlichen Pazifik unterhalten, Nachrichten über Seebeben am 16. August zu erhalten, ein negatives Resultat gehabt.

Um so erfolgreicher sind dagegen unsere Bestrebungen gewesen, Nachrichten einzuziehen, die es gestatten, sich ein Gesamtbild von dem südamerikanischen Erdbeben zu machen. Die Grundlage unserer Bearbeitung des makroseismischen Materials bilden die Zusammenstellung, welche Herr H. Steffen in seinem „Informes de la Comision de Estudios del Terremoto del 16 de Agosto de 1906“, Santiago de Chile 1907, gemacht hat, sowie die eingehenden und zuverlässigen Berichte, welche der Kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung von den Kaiserlich Deutschen Konsularbehörden in Chile und Argentinien zugingen. Auch das Reichsmarineamt und die Deutsche Seewarte in Hamburg ließen uns wertvolle Nachrichten über Seebeben an der Westküste Südamerikas zukommen. Das gesamte makroseismische Beobachtungsmaterial ist in einer Übersichtskarte niedergelegt, welche die Ausdehnung der Schüttfläche und den Verlauf der Isoseisten erkennen läßt. Wir benutzen gern die Gelegenheit, um auch an dieser Stelle den Kaiserlich Deutschen Generalkonsulaten und Konsulaten für das rege Interesse, das sie namentlich auch in diesem Falle wieder betätigt haben, unseren wärmsten Dank auszusprechen. Nicht minder sind wir Herrn H. Steffen zu großem Dank dafür verpflichtet, daß er uns durch Übersendung seiner oben genannten Abhandlung sowie durch Überlassung wertvollen, schwer zugänglichen kartographischen Materials bei der Arbeit unterstützt hat.

Die nachfolgende Abhandlung gliedert sich in vier Abschnitte:

- I. Nordpazifisches Beben.
- II. Südamerikanisches Beben.
- III. Die Stationen und ihre Apparate.
- IV. Seismometrische Beobachtungen.

Jedem der beiden ersten Abschnitte ist eine Tabelle beigegeben, welche neben den geographischen Koordinaten und der Meereshöhe der Stationen ihre Epizentraldistanzen und andere für eine vollständige Bearbeitung der Störungen wünschenswerte Daten enthält. Das Schema der Tabellen wurde nach den Vorschlägen des Herrn C. Mainka entworfen. Die Zusammenstellung und Berechnung der

Daten wurde für das nordpazifische Beben von Herrn E. Oddone, für das südamerikanische Beben von Herrn E. Rosenthal ausgeführt. Außerdem war Herr E. Rosenthal dabei behülflich, die Angaben, welche als Antworten auf das eingangs erwähnte Zirkular bei dem Zentralbureau einliefen, zu einer den dritten Teil bildenden Beschreibung der in Betracht kommenden Stationen und Apparate zusammenzufassen. Den wichtigsten Teil der ganzen Arbeit bildet als vierter Abschnitt das in tabellarischer Form gegebene Ergebnis einer Ausmessung sämtlicher eingelaufener Seismogramme. Im Anschluß daran wird eine alphabetische Liste der zur Zeit des Bebens in Tätigkeit gewesenen Apparate gegeben.

Alle Zeitangaben in unserer Abhandlung sind, wenn nicht ausdrücklich anders bemerkt wird, in mittlerer Zeit von Greenwich ausgedrückt.

## Das nordpazifische Beben.

### I.

Als sich die Kunde von dem großen Erdbeben verbreitete, welches am 16. August 1906 einen großen Teil von Valparaiso zerstörte, lag es nahe, die starke Störung, die zu ungefähr entsprechender Zeit auf allen Stationen der Erde registriert wurde, mit diesem Beben in Beziehung zu setzen. Eine vorläufige Berechnung der Epizentralentfernung, welche nach den bekannten empirischen Formeln angestellt wurde, ließ aber sofort erkennen, daß das Epizentrum nicht mit Valparaiso zusammenfallen könne, wenn man das Diagramm als von einem einzigen Erdbeben herrührend auffaßte. In dem wöchentlichen Erdbebenbericht des Physikalischen Observatoriums zu Tiflis Nr. 20 (vom 12.—19. August 1906) wurde in der Tat die Möglichkeit erörtert, daß die Registrierungen im Aufzeichnungen zweier aufeinander folgender Beben zergliedert werden müßten, wobei dann die Hauptphase des zweiten Bebens in die Zeit zwischen 1 h 50 m und 2 h fallen würde, da hier wieder Wellen von sehr langer Periode und größerer Amplitude auftreten. In dem wöchentlichen Erdbebenbericht des Geophysikalischen Instituts der Universität Göttingen Nr. 32 (vom 13.—20. August 1906) ist von zwei Stößen die Rede, welche vom Vertikalseismometer deutlich aufgezeichnet seien und zwar der erste um 0 h 23 $\frac{1}{3}$  sec, der zweite um 1 h 13 $\frac{1}{3}$  sec; doch wird die Registrierung der ganzen Störung nur auf das Valparaisobeen zurückgeführt.

G. Alfani setzt im Bollettino Sismologico dell' Osservatorio Ximeniano, Firenze, VI, Luglio-Agosto einen zweiten Stoß um 0 h 58 m 15 sec an.  
Erst als die genaue Zeit, um welche das Erdbeben in Santiago eingetreten war, bekannt wurde, war es klar, daß das ganze Diagramm zwei Störungen umfaße, von denen die erstere nicht vom Valparaisobeen herrühren könne. Herr F. Linke ist der erste gewesen, welcher, gestützt auf Schiffsnachrichten, die ihm in Samoa zugegangen sind, ihrem Inhalte nach aber nicht näher angegeben werden, das Epizentrum des ersten Bebens an eine Stelle des Stillen Ozeans nordöstlich von Hawaii verlegte. Genaue Berechnungen, welche daraufhin Herr K. Zoepffrits auf Grund der Seismogramme von Göttingen, Jena, Samoa und Tiflis anstellte, ergaben als wahrscheinliche Lage des Epizentrums mit einer Annäherung von einigen 100 km  $\lambda = 180^\circ$  Gr.,  $\varphi = 50^\circ$  N. Das führt in das Gebiet des Aleutengrabens. Die Zeit des Bebens gibt Herr Zoepffrits zu 0 h 10 m 47 sec + 20 sec an. (Wöchentliche Erdbebenberichte des geophysikalischen Instituts der Universität

Göttingen 1906 Nr. 47, 1907 Nr. 8.) In hinreichender Übereinstimmung mit diesen Daten findet Herr F. Omori (Bulletin of the Imperial Earthquake Investigation Committee, Volume I, Nr. 2, Seite 75)  $\lambda = 175^\circ$  E. Gr.,  $\varphi = 50^\circ$  N. Br. und die Eintrittszeit zu 0 h 11 m 44 sec.

Die Nachforschungen, welche unsererseits angestellt wurden, um Mitteilungen über etwaige Seebäben zu erhalten, die am 16. August im Gebiet des Stillen Ozeans nördlich der Hawaii-Inseln von Schiffen verspürt worden wären, haben, wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde, kein positives Resultat ergeben. Wir haben uns an dreizehn Gesellschaften gewandt, welche transozeanische Schiffahrtslinien im fraglichen Gebiet des Pazifik unterhalten, außerdem Erkundigungen bei dem Meteorologischen Amt in London und dem Hydrographischen Amt in Washington eingezogen.

Die Schiffe der „Oceanic Steamship Company“ laufen von Honolulu direkt nach Samoa und Auckland, kreuzen also nicht den in Betracht kommenden Teil des Ozeans. Der Dampfer „Korea“ von der „Pacific Mail Steamship Company“ befand sich am 16. August in der Nähe der Hawaii-Inseln. In dem von dem Dampfer geführten Journal findet sich keine auf ein Seebäben bezügliche Bemerkung. Von den Schiffen der „Portland and Asiatic Steamship Company“ war zur Zeit des Bebens vom 16. August nur der Dampfer „Nicomedia“ auf der Fahrt über den Ozean. Das Schiff hat am 6. August Astoria, Oregon, verlassen und muß um die Zeit des Bebens in der Nähe der Aleuten gewesen sein. Der Kapitän hat jedoch keine auf ein Seebäben deutende Erscheinung vermerkt. Dasselbe gilt von den Schiffen des „Steamship Department“ der „Canadian Pacific Railway Company“. Das „War Department“ in Washington teilt mit, daß zwei Regierungsdampfer zur fraglichen Zeit unterwegs waren. Der U. S. Army Transport Dampfer „Logan“ war am 15. August von S. Francisco abgefahren. Der Kapitän W. P. Stinson hat auf Befragen erklärt, am 16. August weder ein Seebäben noch irgend eine andere auffallende Erscheinung bemerkt zu haben. Das Schiff „Thomas“ war auf der Fahrt von Nagasaki nach Honolulu, stand am 16. August mittags in  $34^\circ 00'$  N. Br.  $134^\circ 12'$  E. Gr. und hat während der ganzen Reise keine ungewöhnlichen Erscheinungen in den Strömungen des Pazifik beobachtet.

Das Meteorologische Amt in London hat in entgegenkommender Weise alle Journale der britischen Schiffe, welche in der Zeit vom 16. bis 18. August im nördlichen Pazifik waren, auf Bemerkungen über Seebäben hin durchsehen lassen. In keinem derselben ist jedoch eine darauf bezügliche Notiz gefunden worden. Die „Empress of Japan“ war am 13. August 8 h 25 m p. m. von Victoria, B. C., mit dem Bestimmungsort Yokohama abgefahren. Die Mittagspositionen waren am 16. August  $52^\circ 20'$  N. Br.  $144^\circ 49'$  W. Gr., am 17. August  $33^\circ 14'$  N. Br.  $154^\circ 14'$  W. Gr., am 18. August  $53^\circ 02'$  N. Br.  $163^\circ 45'$  W. Gr. Auch dieser Dampfer hat Seebäben oder darauf hindeutende Erscheinungen nicht beobachtet.

Wir schließen hieran in Tabelle 1 eine alphabetisch geordnete Liste der Stationen, deren Seismogramme in dem Tafelwerk vereinigt sind. Die Tabelle

enthalt für jede Station die geographischen Koordinaten und Höhe über dem Meeresspiegel, ferner die für die Epizentralentfernung von Herrn E. Oddone berechneten Werte in Bogen- und Längeneinheiten, die Länge der zugehörigen Sehne, Höhe des Bogens über der Sehne in Einheiten des Erdradius und in km, den Sehnenwinkel und das Azimut bei dem Epizentrum und der Station. Für das nordpazifische Beben galt als Ausgangspunkt für die Rechnungen  $\varphi = 50^\circ$  N. Br. und  $\lambda = 180^\circ$  Gr.

Der Gang der Rechnung ist aus den folgenden Bemerkungen des Herrn E. Rosenthal ersichtlich.

„Zur Berechnung der Azimute beim Epizentrum (A) und bei der Beobachtungsstation (A'), sowie der sphärischen Bögen ( $\sigma$ ) dienen die Formeln:

$$(1) \quad \tan \frac{1}{2}(\lambda - \lambda') = \frac{\cos \frac{1}{2}(\varphi - \varphi')}{\sin \frac{1}{2}(\varphi + \varphi')} \cotg \frac{1}{2}(\lambda - \lambda')$$

$$(2) \quad \tan \frac{1}{2}(\lambda + \lambda') = \frac{\sin \frac{1}{2}(\varphi - \varphi')}{\cos \frac{1}{2}(\varphi + \varphi')} \cotg \frac{1}{2}(\lambda - \lambda')$$

$$(3) \quad \sin \sigma = \frac{\cos \varphi'}{\sin A} \sin(\lambda - \lambda') = - \frac{\cos \varphi}{\sin A'} \sin(\lambda - \lambda')$$

Hier sind  $\varphi$  und  $\lambda$  resp.  $\varphi'$  und  $\lambda'$  die geographische Breite und Länge des Epizentrums resp. der Beobachtungsstation. Die Formel (3) ermöglicht eine teilweise Kontrolle der Rechnung, für Bögen in der Nähe von  $90^\circ$  wird sie jedoch ungernau. Deshalb und zwecks schärferer Kontrolle wurden die sphärischen Entfernung außerdem nach folgender Formel gerechnet:

$$(4) \quad \sin^2 \frac{1}{2} \sigma = \sin^2 \frac{1}{2}(\varphi - \varphi') + \cos \varphi \cos \varphi' \sin^2 \frac{1}{2}(\lambda - \lambda')$$

Die Rechnung ist im allgemeinen mit 5 Dezimalstellen geführt worden, unter Umständen auch mit mehr oder weniger Stellen, jedoch immer so, daß die Winkel bis auf  $1-2$  Zehntelminuten erhalten wurden. Die Resultate wurden dann auf ganze Minuten abgerundet, sodaß sie bis auf  $\pm 0.5$  sicher sind. Zur Verwandlung in Längeneinheiten wurde die dem Besselischen Erdellipsoide inhaltsgleiche Kugel benutzt und also für den Wert eines Grades angenommen:

$$(5) \quad 1^\circ = 111.18 \text{ km}$$

Alle Längenangaben wurden bis auf einzelne Kilometer berechnet und dann auf 10 km abgerundet, sodaß die mitgeteilten Resultate auf  $\pm 5$  km sicher sind. Innerhalb dieser Genauigkeitsgrenze führen die Besselischen und Clarkeschen Erddimensionen zu denselben Werten, und es dürfte dies wohl auch die Grenze sein, bis zu welcher unsere Kenntnisse der iridischen Entfernung, die Erde als Ganzes betrachtet, überhaupt reichen. Die Werte für die Länge und Tiefe der Sehne ergeben sich mit Hülfe des durch (4) direkt bestimmten Winkels  $\frac{1}{2} \sigma$  und unter Benutzung des dem Werte (5) entsprechenden Kugelradius  $r$  nach

$$(6) \quad \text{Sehnenlänge} = 2r \sin \frac{1}{2} \sigma \text{ und Sehnentiefe} = r(1 - \cos \frac{1}{2} \sigma).$$

Für die Azimute sind immer die spitzen Winkel angegeben und der Sinn der Zahlweise (von N oder S nach E oder W) daneben gesetzt. Diese in der nautischen Praxis übliche Zählweise scheint am übersichtlichsten.“

Tabelle I.

Lau-fende Nr.	Name der Station	Geographische Koordinaten										Azimut beim Epizentrum o , ,	Azimut bei der Station o , ,	Epizentralentfernung in km	Länge der zugehörigen Sehne in km	Höhe des Bogens über der Sehne in Einheiten des Erdradius	Sehnenwinkel in o , ,	Meereshöhe in m							
		Breite					Länge von Greenwich																		
		o	,	"	o	,	"	h	m	s															
1	Achalkalaki	41	25	—N	43	29	09 E	—2	53	56.6	31	30 NW	80	58	9010	8280	0.2394	1530	40	29	1715				
2	Albany	42	39	06 N	73	45	18 W	+4	55	01.2	49	58 NE	67	15	7480	7060	0.1673	1070	33	38	26				
3	Apia	13	48	—S	171	46	—W	+11	27	04	53 SE	5	52 NW	64	14	7150	6780	0.1540	970	32	07	0			
4	Athen	47	37	58	21 N	23	43	14 E	—1	34	52.9	18	30 NW	15	00 NE	89	34	9950	8990	0.2902	1850	44	47	111	
5	Baltimore	3	39	17.8	—N	76	37.2	—W	+5	06	29	54	08 NE	42	19 NW	68	16	7600	7160	0.1723	1100	34	08	33	
6	Barcelona	14	41	25	18 N	2	07	00 E	—0	08	28.0	1	35 NW	1	22 NE	88	33	9860	8900	0.2840	1810	44	17	420	
7	Batavia	6	11	00 S	106	49.8	—E	—7	07	19	83	04 SW	38	13 NE	84	08	9360	8550	0.2576	1640	42	04	7		
8	Beirut	48	33	54	22 N	35	28	10 E	—2	21	52.7	28	47 NW	21	54 NE	90	24	10060	9050	0.2962	1890	45	12	32	
9	Bidston	11	53	24	05 N	3	04	20 W	+0	12	17.3	1	53 NE	76	34 NW	76	34	8530	7900	0.2150	1370	38	17	54	
10	Bogenhausen (München)	261-II	48	08	46 N	11	36	32 E	—0	46	26.1	7	48 NW	7	31 NE	81	20	9050	8310	0.2410	1540	40	40	528	
11	Bombay	53	18	53	45 N	72	48	56 E	—4	51	15.7	64	58 NW	38	00 NE	86	04	9580	8700	0.2691	1710	43	02	12	
12	Borshom	50	41	51	—N	43	23	08 E	—2	53	32.5	31	14 NW	26	35 NE	80	37	8970	8250	0.2374	1510	40	19	808	
13	Budapest	33	47	29	29 N	19	03	55 E	—1	16	15.7	12	55 NW	12	16 NE	81	08	9030	8290	0.2403	1530	40	34	110	
14	Caggiano	41	40	34	—N	15	29	—E	—1	01	56	11	42 NW	9	53 NE	88	24	9840	8890	0.2832	1800	44	12	831	
15	Calcutta	53	22	32	—N	88	20	—E	—5	53	20	73	53 NW	73	57 NE	73	57	8230	7670	0.2010	1280	36	59	5	
16	Carloforte	42	39	08	09 N	8	18	44 E	—0	33	14.9	6	24 NW	5	23 NE	89	06	9920	8950	0.2874	1830	44	33	18	
17	Catania	44-IV	37	30	13 N	15	04	44 E	—1	00	18.9	11	55 NW	9	38 NE	91	30	10190	9140	0.3022	1930	45	45	42	
18	Cheltenham	38	44	—N	76	50.5	—W	+5	07	22	54	43 NE	42	13 NW	68	35	7630	7190	0.1738	1110	34	18	72		
19	Coimbra	10	40	12	25 N	8	25	23 W	+0	33	41.5	6	19 NE	5	31 NW	89	29	9960	8980	0.2960	1890	44	45	141	
20	Córdoba (Pilar)	9	31	40.5	—S	63	51	—W	+4	15.4	—	86	16 SE	48	55 NW	129	58	11560	14470	0.5771	3680	64	59	340	
21	Edinburgh	11	55	55	30 N	3	11	03 W	+0	12	44.2	1	51 NE	2	08 NW	74	02	8240	7680	0.2076	1320	37	01	135	
22	Florenz (Querce)	38-I-II	43	47	18 N	11	16	42 E	—0	45	06.8	8	06 NW	7	13 NE	85	42	9540	8670	0.2669	1700	42	51	83	
23	Florenz (Ximeniano)	38-III-IX	43	46	40 N	11	15	24 E	—0	45	01.6	8	08 NW	7	14 NE	85	44	9550	8680	0.2670	1700	42	52	50	
24	Göttingen	22-IV	51	33	—N	9	58	—E	—0	39	52	6	18 NW	6	32 NE	78	06	8690	8040	0.2234	1420	39	03	270	
25	Granada	16-I-V	37	10	43 N	3	47	54 W	+0	15	11.6	3	02 NW	2	27 NE	92	45	10320	9230	0.3101	1980	46	23	776	
26	Hamburg	18-I-IV	53	33	34 N	9	58	52 E	—0	39	55.5	6	05 NW	6	36 NE	76	06	8470	7860	0.2125	1350	38	03	16.2 (Wiechert)	
27	Heidelberg (Königstuhl)	23-I-II	49	23	56 N	8	43.3	—E	—0	34	53	5	44 NW	5	41 NE	80	19	8930	8220	0.2357	1500	40	10	559	
28	Helwan (Cairo)	48	29	51	34 N	31	20	30 E	—2	05	22.0	26	57 NW	19	38 NE	95	26	10620	9440	0.3272	2080	47	43	116	
29	Hohenheim	25-I-II	48	43	—N	9	14.3	—E	—0	36	57	6	09 NW	6	00 NE	80	58	9010	8280	0.2394	1530	40	29	396	
30	Honolulu	I-II	21	19.2	—N	158	03.8	—W	+10	32	15	19	06 SE	25	48 NW	33	30	3730	3680	0.0424	270	16	45	15	
31	Ischia (Grande Sentinella)	40-I	40	44	45 N	13	54	12 E	—0	55	36.8	10	30 NW	8	53 NE	88	26	9840	8900	0.2833	1810	44	13	123	
32	Ischia (Porto d'Ischia)	40-II	40	44	26 N	13	56	35 E	—0	55	46.3	47	01 NW	8	31 NW	8	26	9840	8900	0.2833	1810	44	13	31	
33	Jena	21-I-II	50	56	—N	11	35	—E	—0	46	20	7	25 NW	7	34 NE	78	35	8750	8080	0.2261	1440	39	18	153	
34	Jurjew (Dorpat)	45-I-II	58	22.8	—N	26	43	20 E	—1	46	53.3	14	35 NW	17	59 NE	69	26	7730	7260	0.1780	1130</td				

Tabelle I.

Lau-fende Nr.	Name der Station	Nummern der Tafeln, auf denen die Seismo- gramme ent- halten sind	Geographische Koordinaten						Azimut beim Epizentrum	Azimut bei der Station	Epizentralfernung in km	Länge des Bogens zugehörigen Sehne in Erdradius km	Höhe des Bogens über der Sehne in Ein- heiten des Erdradius km	Sehnen- winkel in ° ,	Meereshöhe in m	
			o	'	"	o	'	"								
40	Kremsmünster	28V	48	03	23 N	14	07	54 E	— 0	56	31.6	9	31 NW	9	09 NE	380
41	Lainbach	28I-V	46	03	— N	14	31	— E	— 0	58	04	10	05 NW	9	20 NE	396
42	Leipzig	20 I-II	51	20,1	— N	12	23,5	— E	— 0	49	34	7	52 NW	8	06 NE	41
43	Lemberg	20 II	49	50	11 N	24	01	— E	— 1	36	04	15	34 NW	15	31 NE	34
44	Manila	57 I-IV	14	34	11 N	12,0	58	33 E	— 8	03	54,2	75	11 SW	39	57 NE	119
45	Messina	38III,43 I-III	38	12	— N	15	33	— E	— 1	02	12	12	10 NW	9	55 NE	300
46	Moncalieri	37	44	59	58 N	7	41	08 E	— 0	30	44,5	5	27 NW	4	57 NE	12
47	Ógyalla	32	47	52	24 N	18	52	32 E	— 1	15	30,1	12	42 NW	12	10 NE	111
48	Osaka	55 I-II	34	42	— N	13,5	31	— E	— 9	02	04	81	46 SW	50	42 NE	238
49	Padua	36 I-III	45	24	03 N	11	52	18 E	— 0	47	29,2	8	21 NW	7	39 NE	46
50	Paisley	11	55	50	44 N	4	25	50 W	+ 0	17	43,3	2	35 NE	2	58 NW	23
51	Paris	13	48	50	11 N	2	20	14 E	— 0	09	20,9	1	33 NW	1	31 NE	24
52	Perth	58	31	57	09 S	11,5	50	26 E	— 7	43	21,7	50	46 SW	35	56 NE	6
53	Pola	30	44	51	49 N	13	50	46 E	— 0	55	23,1	9	49 NW	8	54 NE	15
54	Ponta Delgada	10	37	44	18 N	25	41	15 W	+ 1	42	45,0	20	03 NE	16	11 NW	15
55	Potsdam	19 I-III	52	22	51 N	13	04	— E	— 0	52	16	8	09 NW	8	35 NE	60
56	Rio de Janeiro	81 I-II	22	54	24 S	43	10	21 W	+ 2	52	41,4	67	15 NE	40	03 NW	11
57	Rocca di Papa	39 I-VII	41	46	— N	12	43	— E	— 0	50	52	9	28 NW	8	08 NE	15
58	San Fernando	48	36	27	42 N	6	12	19 W	+ 0	24	49,3	4	59 NE	3	59 NW	15
59	Sarajevo	35 I-II	43	52	08 N	18	25	39 E	— 1	13	42,6	13	14 NW	11	46 NE	15
60	Si-ka-wei	56	31	11	33 N	12,1	25,8	— E	— 8	05	43	89	19 SW	48	43 NE	15
61	Simla	52	31	06	— N	77	12	— E	— 5	08	48	60	14 NW	40	40 NE	15
62	Sofia	46	42	41	40 N	23	19	39 E	— 1	33	18,6	16	59 NW	14	48 NE	15
63	Straßburg	24 I-VI	48	35	— N	7	46	10 E	— 0	31	04,7	5	12 NW	5	03 NE	15
64	Tacubaya	61 II	19	24	18 N	99	11	41 W	+ 6	36	46,7	83	59 NE	42	40 NW	15
65	Taschkent	51 I-II	41	19	31 N	69	17	42 E	— 4	37	10,8	48	13 NW	39	40 NE	15
66	Tiflis	49 I-VII	41	43	08 N	44	47	51 E	— 2	59	11,4	32	15 NW	27	22 NE	15
67	Tokio (Hongo)	54 I-II	35	42	29 N	13,9	45	53 E	— 9	19	03,5	79	14 SW	51	03 NE	15
68	Toronto	10	43	39	36 N	79	23	40 W	+ 5	17	34,7	52	30 NE	44	49 NW	15
69	Tortosa	15 I-IV	40	49	14 N	0	29	38 E	— 0	01	58,5	0	22 NW	0	19 NE	15
70	Triest	45	38	36 N	13	46	21 E	— 0	55	05,4	9	39 NW	8	52 NE	15	
71	Uccle	12 I-III	50	47	55 N	4	21	44 E	— 0	17	26,9	2	48 NW	2	51 NE	15
72	Upsala	17 I-II	59	51,5	— N	17	37,5	— E	— 1	10	30	9	22 NW	12	01 NE	15
73	Victoria B. C.	11	48	24	— N	12,3	19	— W	+ 8	13	16	70	03 NE	65	31 NW	15
74	Vieques (Porto Rico)	7 I-II	18	08,9	— N	65	26,4	— W	+ 4	21	46	59	49 NE	36	4030	3
75	Washington D. C.	4 I-II	38	54	18 N	77	03	06 W	+ 5	08	12,4	54	41 NE	42	23 NW	40
76	Wellington	55 I	41	17	— S	174	47	— E	— 11	39	08	3	55 SW	3	21 NE	42
77	Wien	27 I-IV	48	15	— N	16	21,5	— E	— 1	05	26	10	57 NW	10	34 NE	23
78	Zagreb	34	45	48	54 N	15	54	33 E	— 1	03	38,2	11	05 NW	10	13 NE	23

## II.

### Das südamerikanische Beben.

#### 1. Beobachtungsmaterial.

Es liegt in der Natur der Sache, daß im Gegensatz zu dem nordpazifischen Beben, welches aller Wahrscheinlichkeit nach allein auf das Meer beschränkt war, für das südamerikanische Erdbeben zahlreiche Nachrichten vorliegen. Unmittelbar nach dem Schreckenstage brachten die Zeitungen Chiles und Argentiniens bereits eingehende Schilderungen von den zerstörenden Wirkungen, welche das Erdbeben besonders im mittleren Teil Chiles ausgelöst hatte. Wie immer in einem solchen Fall hatten die Berichterstatter sowohl den Grad der Zerstörung als auch die Ausdehnung des Gebietes, in welchem das Beben verheerend aufgetreten war, stark übertrieben. Ebensowenig ist ihren Angaben über die Zeit des Auftretens der zerstörenden Erschütterung ein besonderer Wert beizulegen. Dagegen haben uns die Zeitungen wesentliche Dienste geleistet, wo es sich darum handelte, die Grenzen der fühlbaren Bewegung festzustellen. Einem willkommenen Anhalt zur richtigen Beurteilung der beiden zuerst genannten Punkte haben uns nur die Berichte der deutschen Konsularbehörden gewährt. Diese bestehen in erster Linie in handschriftlichen Mitteilungen der Herren Generalkonsuln und Konsuln über ihre persönlichen, während des Erdbebens gemachten Beobachtungen. Andererseits wurden durch sie Fragekarten eingesandt, welche auf Veranlassung der Kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung in den einzelnen Konsulatsbezirken an Privatpersonen zur Verteilung gelangt und von diesen ausgefüllt waren.

Bei der Bearbeitung des uns zugegangenen, umfangreichen makroseismischen Materials sind wir in der Weise vorgegangen, daß wir die uns durch die Konsuln zugegangenen Mitteilungen zugrunde gelegt haben. Von den Zeitungsnachrichten haben wir dagegen nur dann Gebrauch gemacht, wenn sie nicht mit den anderweitig beglaubigten Tatsachen in Widerspruch standen. Unglücklicherweise ist das ganze Archiv des Kaiserlich Deutschen Generalkonsulats in Valparaiso durch Erdbeben und Feuer zerstört worden. Herr Generalkonsul Dr. Perl war daher, wie er in einem Schreiben vom 22. August 1906 mitteilt, nicht in der Lage, uns in dem Umfange Mitteilungen zugehen zu lassen, wie es unter günstigeren Umständen jedenfalls der Fall gewesen wäre. Daher stehen uns amtliche Nachrichten für Chile in geringerer Zahl zur Verfügung als für Argentinien. Einem dankenswerten Ersatz boten uns für Chile die schon oben zitierten „*Informes*“ von *H. Steffen*, dessen Material wir zur Konstruktion der in der beiliegenden Karte gezogenen Isoseisten in ausgiebigem Maße verwertet haben.

Es liegt nicht in unserer Absicht, das ganze von uns gesammelte makroseismische Material in extenso zu veröffentlichen; denn es würde nicht in den Rahmen der uns gestellten Aufgabe passen, wollten wir eine eingehende Darstellung des Verlaufs des Erdbebens und der mit ihm verbundenen Erscheinungen geben. Wir sehen unsere Aufgabe vielmehr darin, als Ergebnis einer kritischen Verwertung der Beobachtungen ein Bild von den wesentlichen Zügen zu liefern, welche das Beben hinsichtlich seiner Ausdehnung und der Verteilung der Intensität innerhalb des Schüttergebietes charakterisieren.

## 2. Grenzen des Schüttergebietes.

Die äußersten Punkte, aus denen Beobachtungen über persönlich wahrgenommene Bewegungen des Bodens zur Zeit der Haupterschütterung vorliegen, sind im Norden Tacna, im Nordosten Corrientes, im Osten Dolores (Buenos Aires), im Südosten Bahia Blanca, im Süden Quemchi und Ancud auf der Insel Chiloé. Eine zusammenhängende Grenzkurve darf jedoch durch die angegebenen Punkte nicht gezogen werden; denn einerseits ist das Beben nicht an allen den genannten Orten mit gleicher Intensität aufgetreten, andererseits fehlen aus weiten zwischen ihnen gelegenen Gebieten jegliche Nachrichten über dort etwa aufgetretene seismische Bewegungen.

Der Erschütterung in Tacna dürfte, da sie von mehreren Personen nur im Zustande vollständiger Ruhe wahrgenommen wurde, der Intensitätsgrad II (Skala Mercalli) zugeschrieben werden. Der Verlauf der durch Tacna gelegten Isoseite läßt sich südwärts nicht weiter verfolgen. Aus den Bezirken Jujuy und Salta (Argentinien) wird ausdrücklich gemeldet, daß daselbst ein Beben nicht verspürt wurde. In Corrientes vermochte die Erschütterung dagegen noch Hängelampe in regelmäßige Bewegungen zu versetzen. Auf diese einzige Beobachtung hin eine Intensitätsbestimmung zu gründen, erscheint uns jedoch nicht angängig, um so weniger, als in den nördlich, östlich und südöstlich gelegenen Teilen von Paraguay, Rio Grande do Sul und Uruguay eine Erschütterung sicher nicht wahrgenommen worden ist. Weiter südlich fällt die Grenzkurve ungefähr mit dem Tal des Paraná zusammen, muß jedoch sehr unregelmäßig verlaufen, wie schon daraus hervorgeht, daß von den beiden auf dem linken Ufer des Paraná gelegenen Städten Goya und Santa Elena die erste innerhalb, die zweite außerhalb des Schüttergebietes gelegen ist.

Ebenso ungünstig für die Bestimmung der Lage der Grenzkurve liegen die Verhältnisse im Süden von Argentinien, da aus den weiten Gebieten der Pampas zwischen Bahia Blanca am atlantischen Ozean und der Insel Chiloé im pazifischen Ozean naturgemäß keine Nachrichten zu erwarten sind. Der Verlauf der Grenzlinie bleibt daher ebenfalls im Süden unsicher. Die Orte Quemchi und Ancud auf der Insel Chiloé sind die südlichsten Punkte in Chile, aus denen verbürgte Nachrichten über eine Erschütterung eingelaufen sind. Der verhältnis-

mäßig hohe Starkgrad, welcher der Bodenbewegung hier zugeschrieben werden muß, legt aber die Vermutung nahe, daß die beiden Orte nicht die äußerste südl. Grenze der Schütterfläche darstellen. Schwieriger gestaltet sich die Frage, wenn wir die Ausdehnung der Erdbebenwellen auf dem Boden des pazifischen Ozeans bestimmen wollen. Zwar befanden sich zur Zeit des Hauptstoßes mehrere Schiffe auf der Fahrt vor der Westküste Südamerikas; da sie jedoch auf der Küstenfahrt begriffen waren, so standen sie alle, wie ein Blick auf die Karte zeigt, in zu geringer Entfernung vom Lande, als daß ihre Position zur Festlegung der Grenzlinie benutzt werden konnte. Nur zwei Schiffsberichte bieten uns einen Anhalt zur ungefähren Abgrenzung des Schütterareals auf dem Meere.

Das Segelschiff „*Potosí*“ stand am 16. August mittags in  $45^{\circ} 22'$ , S. Br.,  $83^{\circ} 09'$ , W. Gr.; am 17. August war seine Mittagsposition  $42^{\circ} 58'$ , S. Br.,  $81^{\circ} 01'$ , W. Gr. Das Schiff näherte sich also dem Epizentrum am 16. August von Südwesten her. Wenn auch die Stellung der „*Potosí*“ um  $8^{\text{h}}$  abends nicht genau bekannt ist, so läßt sich doch aus dem Fehlen jeglicher Mitteilung über ein Seebeben der Schluß ziehen, daß sich das Schiff außerhalb des Bereiches des Bebens befand. Von dem Segelschiff „*Erato*“, welches sich auf der Reise von England nach Iquique am 16. August  $4^{\text{h}}$  p. m. in  $40^{\circ} 29'$ , S. Br.,  $80^{\circ} 14'$ , W. Gr. befand, liegt dagegen folgende Nachricht vor: „Bei schönem Wetter und frischer Brise aus Westen bemerkten wir plötzlich durcheinander laufende hohe See; es sieht aus, als ob sich das Schiff in Brandung befände. Die Seen schlagen von allen Richtungen übers Schiff.“ Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß in diesem Bericht von einem Stoß nicht die Rede ist; dennoch läßt die bei den herrschenden Wetterverhältnissen auffallende Erscheinung von brandenden Wellen vermuten, daß es sich um einen seismischen Vorgang handelt. Wenn sich dieses Phänomen auch etwa 4 Stunden vor dem Eintritt des Hauptstoßes auf dem Festlande ereignet hat, so ist es doch geeignet, die Frage, ob der in fast gleicher Länge gelegene Juan Fernández-Archipel zum Bebenbereich gehört oder nicht, in bejahendem Sinne zu entscheiden. Von den Inseln selbst liegen einander widersprechende Meldungen vor. Nach den einen ist auf keiner der Inseln eine Erschütterung wahrgenommen worden. Der Kapitän des Kreuzers „*Chacabuco*“ hat dagegen bei seiner Anwesenheit auf der Insel Mas a Tierra die amtliche Mitteilung erhalten, daß um  $8^{\text{h}} 30^{\text{m}}$  p. m. ein schwaches Erzittern des Bodens verspürt worden sei.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergeben sich für die Ausdehnung der Schütterfläche folgende Werte: als maximale Ausdehnung im ostwestlicher Richtung eine Länge von mindestens 2000 km gleich der Entfernung zwischen Dolores und Mas a Tierra; in nordöstlicher Richtung eine Länge von 2700 km gleich der Entfernung zwischen Tacna und Ancud. Das Beben hat sich demnach beträchtlich weiter in Nord-Süd-Richtung, d. h. in der Richtung des Streichens der Anden fortgepflanzt als in Ost-West-Richtung, d. h. quer zur Erstreckung des Gebirges. Die Nord-Süd-Achse des

Schüttterareals verhält sich zur Ost-West-Achse ungefähr wie 1,5:1; beide schneiden sich in der pleistoseisten Zone.

### 3. Epizentralgebiet.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die Stadt Valparaíso und die ihr benachbarten Ortschaften am meisten unter den verheerenden Wirkungen des Erdbebens gelitten haben. Nach allen uns hierüber bekannt gewordenen Nachrichten muß der Intensität des Bebens in dieser Stadt und ihrer weiteren Umgebung der Grad IX—X zugeschrieben werden. Valparaíso mit seinen Vororten, Viña del Mar, Quilpué, Quillota, Limache, Puchuncaví, Calera, Nogales, Llai-Llai und Casablanca sind mehr oder weniger ganz zerstört worden. Geringe Unterschiede in dem Grade der Beschädigungen in oft ganz benachbarten Gemeinden sind lediglich auf die verschiedene Bodenbeschaffenheit zurückzuführen.

Im Mittelpunkt des Durchmessers dieses etwa halbkreisförmig gestalteten pleistoseisten Gebietes liegt Valparaíso. Man geht daher wohl nicht fehl, wenn man den Ausgangspunkt des Bebens in Valparaíso selbst oder seiner nächsten Umgebung sucht, sofern überhaupt in diesem Falle von einem Epizentrum im strengen Sinne des Wortes gesprochen werden kann.

Eine Stütze findet diese Annahme durch die Tatsache, daß von Valparaíso und dem am Eingang der Bucht auf Punta Angeles errichteten Leuchtturme die größte Zahl der Nachstöße bekannt geworden ist. Von dem Leuchtturm werden allein in der Zeit von 8 Uhr abends bis Mitternacht nicht weniger als zwölf stärkere Stöße gemeldet, und im Laufe des ganzen folgenden Tages sind in Valparaíso im ganzen 82 Stöße gezählt worden.

Auf die gleiche Intensität IX—X der Haupterschütterung im Epizentralgebiet führen die Berichte von zwei Hamburger Dampfern, welche zur Zeit der Katastrophe im Hafen von Valparaíso lagen. Der Kapitän des Dampfers „*Thuringia*“ meldet, daß um 7h 50m p. m. das Schiff von schweren Stößen so heftig erzitterte, daß die Flurplatten in der Maschine in die Höhe geworfen wurden und ein Leckspringen befürchtet werden mußte. Die Krähne auf dem Pier, neben welchem das Schiff in einem Abstand von etwa 20 m lag, schwankten sehr heftig und einer von ihnen, der eine Tragfähigkeit von 50 Tonnen besaß, stürzte dicht hinter dem Schiff zusammen. Das Meer verhielt sich während des ganzen Vorganges ziemlich ruhig, sodaß den im Hafen liegenden Schiffen kein Schaden zugefügt wurde; nur der Rolanddampfer „*Lambert*“ verlor beide Anker und Ketten und geriet ins Treiben.

Vom Dampfer „*Uarda*“ ist der Kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung die Beantwortung eines ihm durch das deutsche Generalkonsulat in Valparaíso zugestellten Fragebogens für Seebeben zugegangen. Wir entnehmen derselben das Folgende: „Es wurden zwei schreckliche Stöße von unten nach oben verspürt, als wenn man mit einem andern Schiffe kollidiere. Den Stößen folgten noch mehrere Erschütterungen. Die Mannschaft schwang die Bote aus, klar zum

Herablassen, da alle meinten, das Schiff würde auseinanderbrechen. An Bord mußte man sich festhalten, um nicht umzufallen. Masten, Schornsteine und Takelwerk zitterten, und das Schiff arbeitete so stark in den Vertäuungen, daß man ein Brechen der Ankerketten befürchtete. In der Maschine zerbrachen Flanschen, und Rohre wurden abgerissen.“ Vor der Erschütterung war die See glatt und herrschte eine leichte nördliche Dünung; während des Bebens entstanden Strömungen, es entstand aber keine Flutwelle.

Der englische Dampfer „*Iron*“ war etwa eine halbe Stunde vor der Katastrophe ausgelaufen, aber noch Zeuge derselben. Wie der Kapitän mitteilt, erhielt das Schiff unplötzlich einen starken Stoß, sodaß man meinte, auf einen bis dahin unbekannten Felsen gestoßen zu sein. Das Fahrzeug blieb aber völlig intakt und konnte die Reise fortfsetzen.

### 4. Isoseisten.

Um das Gebiet der größten Zerstörung lagert sich diejenige Zone, in der das Beben die Intensität IX erreicht hat. Sie wird landeinwärts durch eine Kurve begrenzt, deren Verlauf etwa folgender ist. Sie beginnt an der Küste südlich der Mündung des *Río de Ligua* und erstreckt sich südlich des gleichnamigen Ortes, östlich von Llai-Llai und Tilitil, westlich von Renca und Melipilla bis an die Mündung des Rio Rapel. In der Verlängerung des südlichen Endes dieser Isoseiste verspürte das Schiff „*Palmyra*“ ungefähr zur Zeit der Haupterschütterung ein zwei Minuten lang anhaltendes starkes Seebben.

Der Kapitän macht die Bemerkung, daß das Schiff heftig schüttelte und stieß und daß sich später noch einige Stöße fühlbar machten. Die Position des Schiffes war nach den Mitteilungen des Herrn G. Schott von der deutschen Seewarte in Hamburg 33° 51' S. Br., 72° 16' W. Gr. und die Zeit 7h 44m 52sec mittlere Ortszeit.

Jedoch können diese Daten nicht als absolut genau hingestellt werden, da die Zeit nicht von einem Chronometer abgelesen worden ist und von einer „stündlichen Fahrt“ eines Segelschiffes nicht gesprochen werden darf.

Auch weiter südlich im Hafen von Talcahuano und Coronel wurden gleichzeitig mit dem zerstörenden Stoß in Valparaíso Seebben gefühlt. In Talcahuano bemerkte der deutsche Kreuzer „*Falke*“ eine etwa 6 Sekunden dauernde Erschütterung, welche sich nicht viel von derjenigen unterschied, die durch den Gang der elektrischen Maschinen und der Pumpen fast ständig hervorgerufen wird. Nach Schilderung von Offizieren, die sich an Land befanden, geriet der Boden des zu ebener Erde gelegenen Raumes in leichte wellenförmige Schwingungen. Kronleuchter pendelten stark hin und her, leichte Gegenstände fielen um, die Dielen und Wände krachten. Die Fronten zweier leicht gebauter Nachbarhäuser neigten sich merklich nach der Straße zu und schwangen dann pendelnd in ihre alte Lage zurück.

Im Hafen von Coronel verspürte der Dampfer „*Pentaur*“ ein circa 1 $\frac{1}{4}$  Minuten dauerndes Seebben, das so stark war, daß das ganze Schiff erzitterte.

Endlich können wir noch der Arbeit von *H. Steffen* den Fall eines Seebbens entnehmen, welches an Bord des „*Abtao*“ im Hafen von Coquimbo verprüft wurde. Es macht sich als ein lange dauerndes Zittern bemerkbar, welches Ketten, Lampen und leichte Gegenstände in Bewegung setzte.

Die Isoseite VIII zieht sich südlich von Los Vilos an der Küste über Petorca, Santa Rosa de los Andes, Santiago, Rengo und Curicó und erreicht westlich von Curepto wieder die Küste. Ein Blick auf die Karte läßt erkennen, daß das pleistoseite Gebiet um Valparaíso innerhalb der beiden eben umschriebenen Zonen nach Norden hin verschoben erscheint. Von einer Eintragung der Isoseite VII mußten wir mangels genügendem Materials Abstand nehmen. Bei den übrigen Kurven nimmt die Unsicherheit in dem Maße zu, in dem sie auf den gebirgigen und wenig bevölkerten Teil des östlichen Argentinien übergreifen. Doch glauben wir immerhin, den in der Arbeit von *H. Steffen* für den Norden und Süden Chiles nur angedeuteten Verlauf auf Grund unseres eigenen Materials im Einzelnen ändern zu müssen und für Argentinien im wesentlichen ergänzen zu können.

Die Isoseite, welche diejenigen Punkte verbindet, in denen die Stärke der Erschütterung um den Grad VI herumliegt, beginnt im Norden an der Küste bei La Serena und zieht sich dann hin über San Juan, Mendoza und Norquin in Argentinien, bis sie zwischen Concepcion und Valdivia wieder an die Küste herantritt. Für La Serena gibt *H. Steffen* die Intensität VI an. Derselbe Stärkegrad ergibt sich für San Juan und Norquin. Im ersten Ort entstanden Risse in den Häusern, im letzteren stürzten mehrere alte Häuser ein. Aus Mendoza liegen uns ein ausführlicher Bericht des deutschen Konsuls Herrn *P. A. Losos* sowie einige Zeitungsnachrichten vor. Die Bewegung setzte mit schwacher Intensität ein, erreichte nach circa  $1\frac{1}{4}$  Minuten allmählich steigernd ihr Maximum und nahm dann wieder allmählich ab. Alle Uhren blieben stehen, und die Leute stürzten in panischem Schrecken auf die Straße. Hiernach muß man der Bewegung den Stärkegrad V—VI zuschreiben.

Die folgende Isoseite entspricht ungefähr dem Stärkegrad V, kann aber nur unsicher gezogen werden. Sie verbindet, im Großen und Ganzen parallel zur Isoseite VI verlaufend, Copiapo im Norden mit Valdivia im Süden östlich von La Rioja, westlich von Córdoba vorbeiziehend. In Copiapó gerieten durch die langsame Bewegung Häuser und Möbel ins Schwanken; doch fielen keine Gegenstände um; auch wurden keine Risse in Mauern beobachtet. Demnach ist hier im Übereinstimmung mit *H. Steffen* für die Intensität der Grad V anzusetzen, während die Stärke des Bebens in La Rioja etwa V—VI Grad, in Córdoba IV—V Grad maß. Aus La Rioja wird gemeldet, daß sich der Bevölkerung großer Schrecken bemächtigte, in Córdoba wurde dagegen nur Klirren von Gläsern und Schwanken von Gasarmen beobachtet. Für Valdivia liegen uns keine besonderen Nachrichten vor, sodaß wir uns allein auf die Angaben von *H. Steffen* stützen müssen, welcher für diese Stadt die Intensität V annimmt.

Ganz unbestimmt ist der Verlauf der Isoseite, welche ungefähr dem Grade IV entspricht. In ihrem südlichen Abschnitt fällt sie mit der Grenze des bekannten Schüttiergebietes zusammen. Die auffallende nach Norden gerichtete Krümmung, welche diese Kurve östlich von Quemchi zeigt, ist veranlaßt durch die verbürgte, von *H. Steffen* mitgeteilte Nachricht, daß in dem Gebirgszug gegenüber von Puerto Montt und in der Umgebung des Lago Nahuel Huapi nicht die geringste seismische Erschütterung bemerkt worden sei. Die Isoseite erstreckt sich daher im Süden von Quemchi bis an das Nordende des genannten Sees, unmittelbar an den Orten Ancud und Puerto Montt vorbei, in denen das Beben die Intensität III—IV, beziehungsweise IV—V erreichte.

Als letzte Kurve läßt sich diejenige ziehen, welcher ungefähr der Stärkegrad III—IV zukommt. Sie ist bestimmt durch die Orte Iquique, Tucumán, Santa Fé, Buenos Aires und Bahía Blanca. Nur auf der Strecke zwischen Iquique und Tucumán ist der Verlauf fraglich, da aus der Salpeterregion die Mitteilung vorliegt, daß dort ein Beben nicht verspürt sei. Auf das Fehlen der Nachrichten aus den Pampas im Süden ist schon oben hingewiesen worden. Für Iquique lassen unsere eigenen Berichte eine Intensitätsbestimmung nicht zu: wir setzen daher nach *H. Steffen* den Grad III—IV. In Tucumán ist das Beben ziemlich stark gewesen, hat aber keinen Schaden angerichtet, sodaß die Intensität jedenfalls den Grad IV nicht erreicht hat. Aus Rosario de Santa Fé wird von denen, welche die Erschütterung überhaupt gefühlt haben, berichtet, daß Hängelampen in langsam pendelnde Bewegung geraten seien. In dem etwas flussaufwärts gelegenen Santa Fé wird die Bewegung als leicht bezeichnet. Wir setzen daher für ersteren Ort die Intensität III—IV, für letzteren nicht mehr als III. Buenos Aires und La Plata stehen hinsichtlich der Intensität dem Orte Rosario de Santa Fé gleich. Lampen pendelten, und in einigen Häusern blieben Uhren stehen. Sehr bezeichnend ist schließlich der Bericht des deutschen Vizekonsuls in Bahía Blanca, welcher gegen 9 Uhr abends mittlere Ortszeit den Kronleuchter und sämtliche Hängelampen seiner Wohnung hin und her schaukeln sah. Ein Zittern des Bodens oder auch nur stehender Gegenstände ist jedoch nicht bemerkt worden. Ähnliche Beobachtungen sind von vielen anderen Leuten gemacht; auch sollen an einigen Stellen Pendeluhrn stehen geblieben sein. Diese Erscheinungen verlassen uns für Bahía Blanca den Stärkegrad III—IV anzusetzen.

Vergegenwärtigt man sich das Bild der Isoseiten, wie es auf der beiliegenden Karte dargestellt ist, so fällt die starke Ausbuchung auf, welche die äußerste Kurve nach Osten beschreibt. Wir lassen es dahin gestellt, ob dieser Erscheinung eine reelle Bedeutung zukommt oder ob sie nur auf der lückenhaften und ungenaun Berichterstattung beruht.

### 5. Natur des Bebens und Zahl der Stöße.

Charakteristisch für die Natur des südamerikanischen Bebens ist die große Ausdehnung des Gebietes, in welchem sich die Erschütterung in vertikalen Stoßen

bemerkbar gemacht hat. Nach *H. Steffen* erstreckt sich das Gebiet zwischen dem 30. und 38. Breitengrade und von der Küste landeinwärts bis in das Gebirge hinein. Aus Argentinien sind auch uns keine Nachrichten über vertikale Bewegungen bekannt geworden. Indessen erscheint es uns nicht möglich, auf Grund des gesamten vorhandenen Materials eine genauere Begrenzung der Fläche mit vertikalen Stößen vorzunehmen.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Hebungen der Küste zwischen Los Vilos im Norden und Puerto de Llico im Süden, welche nach einem Berichte von *H. Steffen* durch die chilenische Erdbebenkommission festgestellt worden sind und im Maximum 80 cm nicht übersteigen, mit den vertikalen Stößen in ur-sächlichem Zusammenhang stehen. (Petermanns Mitteil. 1907, S. 137.)

Wie immer im Falle eines starken Bebens werden von einzelnen Orten horizontale Verschiebungen mit und ohne Drehung von freistehenden Säulen und pyramidenförmigen Gegenständen erwähnt. Auf unsere Bitte hat der Oberlehrer am Lyzeum in Valparaíso Herr *E. Böttger* genaue Beobachtungen über derartige Erscheinungen besonders an den Denkmälern der Kirchhöfe angestellt und uns durch Vermittlung des Generalkonsulats freundlichst zur Verwertung überlassen. Ohne auf die Einzelheiten hier näher einzugehen, mögen nur einige charakteristische Fälle angeführt werden. Verschiebungen und Drehungen sind eingetreten, sowohl wenn es sich um einen einzelnen, als auch wenn es sich um mehrere über einander gelegte würfelförmige Steine handelt. Der Winkel, um welchen sich die Drehung vollzogen hat, variiert zwischen  $5^\circ$  und  $20^\circ$ , und zwar ist der Winkel um so größer, je kleiner der Würfel war. Nur in einem Falle konnte eine Drehung um  $45^\circ$  festgestellt werden. Der Sinn der Drehung war fast zu gleichen Teilen von N nach W und von N nach O.

*H. Steffen* erwähnt sogar Fälle, in welchen Teile von Grabdenkmälern Drehungen bis zu  $180^\circ$  ausgeführt haben. (Petermanns Mitteil. 1907, S. 134.) Horizontale Verschiebungen ohne Drehungen erfolgten nach den Beobach-tungen von *E. Böttger* in vier Fällen nach Westen und in einem nach Süden. Umstürzen von Denkmälern ist beobachtet worden in sechs Fällen nach Westen, in drei Fällen nach Norden, in zwei nach Süden, in einem Falle nach Osten. Ähnliches ist in Santiago festgestellt worden, wo nach einer Mitteilung des deutschen Konsulats Kirchtürme in ihrer Querachse gebrochen und teilweise auch um ihre Längsachse gedreht wurden.

Mit zunehmender Entfernung vom Epizentralgebiet gewinnt die wellenförmige Bewegung die Oberhand, bis sie schließlich an der Peripherie des Schütterge-bietes allein vorherrscht. Zur Bestätigung dieser Tatsache verweisen wir auf den oben bereits mitgeteilten Bericht des Konsulats in Bahía Blanca. Aus Valdivia meldet das Konsulat, daß durch die langsame Bewegungen bei verschiedenen Personen Schwunderscheinungen erregt wurden. Sehr bezeichnend ist die Be-obachtung des Herrn *Loos* in Mendoza, welcher den Verlauf der Bewegung, mit dem Arme gegen den Pfeiler einer Laube gestützt, drei Minuten lang verfolgte. Die langsame wellenförmige Bewegung begann ganz schwach, steigerte sich all-

mäßig bis zum Maximum und nahm ebenso allmählich wieder ab. Es wird ausdrücklich hinzugefügt, daß sich das Beben hierdurch ganz wesentlich von den in Mendoza gewöhnlich auftretenden lokalen Beben der Präcordillere unterschied. Am prägnantesten bezeichnet wohl Herr *Langenstein*, Professor am Lyceo Alemán in Copiapó, den Vorgang: „Während der über zehn Minuten dauernden Bewegung konnte man, wenn man sich auf die Erde stellte, leicht wahrnehmen, wie der Boden sich unter den Füßen periodisch hob und senkte. Dabei machte sich ein unbestimmtes Wackeln und Schwanken bemerkbar, welches sich mit den Be wegungen der Plattform einer Brückenwaage vergleichen ließ, die nach allen Richtungen auszuweichen schien“.

Die Bestimmungen über die Richtung der eintrifffenden seismischen Be wegung sind zum größten Teil so unsicher, daß sie nicht zur Bestimmung des Ausgangspunktes der Wellen verwertet werden können. Wir unterlassen es daher, sie des Näheren anzuführen.

Als besonderes Kennzeichen des Bebens ist endlich das Auftreten von zwei oder mehreren Stößen zu erwähnen, welche sich in einem noch über die Isoseite V hinausreichenden Gebiete in kurzen Intervallen fühlbar machen. Im Einzelnen ist die Grenzlinie dieses Gebietes durch die Orte Capiapó, Córdoba, Estancia-La-Estreilla und Neuquén sowie im Süden Chiles durch den Um stand bestimmt, daß von den Orten der Provinz Cautín an nordwärts mehrere Stöße gemeldet werden. Im Gegensatz zu *H. Steffen* ist in diesen Bereich Capiapó einbezogen worden auf Grund des eingehenden von Herrn *Langenstein* eingesandten Berichtes, der folgendermaßen lautet: „Zunächst vernahm man ein mäßiges Geräusch ähnlich demjenigen, welches ein schwerer Wagen verursacht. Dann machte sich ein leichthes Beben bemerkbar, das allmählich an Stärke zunahm und ebenso wieder nachließ, sodaß der Boden nur noch schwach, wenn auch deutlich fühlbar erzitterte. Diese ganze Erscheinung dauerte etwa 10 Minuten, und ohne daß eine vollständige Ruhephause zu bemerken gewesen wäre, wuchsen die leisen Erzitterungen allmählich wieder zu einem starken Beben an, das in seiner Hauptstärke dem ersten ziemlich gleichkam und ebenso wie jenes durch allmähliche Abnahme sich in ein leichtes Zittern verlor, bis dann um  $8^{\text{h}} 20^{\text{m}}$  das fühlbare Schwanken und Zittern des Bodens vollständig verschwunden war“. Nach dieser Beschreibung besteht das Auffallende der Erscheinung darin, daß ein zweimaliges An- und Abschwellen deutlich hervorgehoben wird, wenn auch ein vollständiges Aussetzen des Erzitters nicht stattfindet.

Was die trennende Ruhephause zwischen den einzelnen Stößen angeht, so läßt sich allgemein bemerken, daß die Stöße um so scharfer von einander ge schieden sind, je mehr man sich dem Epizentralgebiet nähert. Jenseits der oben angegebenen Grenzkurve gehen dagegen die Stöße in einander über.

#### 6. Zeit und Dauer des Bebens.

Zieht man das ganze makroseismische Gebiet in Betracht, so liegen aus demselben eine große Anzahl von Zeitangaben über den Eintritt und die Dauer

der fühlbaren Bewegung vor. Bei genauer Betrachtung derselben ergibt sich aber sofort, daß die weitaus größte Zahl infolge der ihnen anhaftenden Ungenauigkeit wissenschaftlich nicht verwertet werden darf. Anspruch auf Zuverlässigkeit besitzen streng genommen nur die Daten aus vier Orten, nämlich Santiago, Copiapó, Pilar bei Córdoba und Buenos Aires.

In der Arbeit von *H. Steffen* ist angegeben, daß Herr *Krahmann*, Astronom an der Sternwarte in Santiago, als genauen Anfang der fühlbaren Vibrationen 7 h 58 m 36 sec p.m. mittlere Ortszeit angibt. Der erste Stoß begann mit relativ mäßiger Stärke, um alsdann ganz außerordentliche Intensität anzunehmen und dauerte 4 Minuten 50 Sekunden. In den letzten 2½ Minuten ließ die Erschütterung merklich nach, ohne jedoch vollständig aufzuhören. Nach einer Ruhepause von 4 Minuten setzte die zweite Reihe von sehr starken Schwingungen ein, welche denen des ersten Stoßes fast gleich kamen, aber insgesamt nur 20 Sekunden dauerten.

Die Angaben des Herrn *A. Obrecht*, Direktors der Sternwarte in Santiago, unterscheiden sich von den vorstehenden nur in zwei Punkten. Der Anfang des ersten Stoßes wird 4 Sekunden später, nämlich um 7 h 58 m 40 sec p.m. angesetzt. Außerdem wird hervorgehoben, daß die Schwingungen des zweiten Stoßes die gleiche Stärke hatten, wie die des ersten.

Auch die Zeitangabe aus Copiapó ist ohne Zweifel als eine zuverlässige anzusehen. Nach einer Mitteilung des Herrn *Langenstein* war im Observatorium des Lyceo Alemán etwa 10 Minuten vor dem Eintreffen des Bebens ein Stern im Meridiandurchgang beobachtet und darnach der Uhrstand bestimmt worden.

Demnach begann das Erdbeben in Copiapó um 8 h 00 m 53 sec p.m. mittlere Ortszeit. Der erste Stoß dauerte etwa 10 Minuten, und wie oben bereits erwähnt wurde, erfolgte ohne vollständige Ruhepause der zweite Stoß, welcher die gleiche Dauer hatte. Aber wenn auch um 8 h 20 m die fühlbaren Bewegungen aufgehört hatten, so konnte man doch noch um 8 h 30 m bemerken wie ein Bild, das an einer von NW nach SE gehenden Wand aufgehängt war, bisweilen in leichte Schwingungen geriet, die sich in senkrechter Richtung zur Wand vollzogen.

Nicht minder zuverlässig ist die Zeitangabe, welche sich dem vom Horizontalpendel Milne im magnetischen Observatorium zu Pilar erhaltenen Seismogramm entnehmen läßt. Mit dem Beginn der Registrierung des südamerikanischen Bebens erhielt das Pendel eine Versetzung um 5 mm nach West. Dieser Zeitpunkt bestimmt sich nach unseren Ausmessungen des Seismogramms zu 8 h 25,1 m p.m. mittlere Córdoba-Zeit. Die der Pendelversetzung um 10,2 Minuten vorausgehende schwache Störung ist durch das nordpazifische Beben veranlaßt. Wir wollen nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, daß diese für Pilar gewonnene Zeit nicht unmittelbar mit den für Santiago und Copiapó ermittelten Zeiten vergleichbar ist. In den beiden letzten Fällen handelt es sich nämlich um Beobachtungen des Anfangs des persönlich gefühlten Bebens, in Pilar dagegen um die Aufzeichnung desjenigen Augenblicks, in welchem ein seismischer Apparat auf

die vom Epizentrum ausgehenden Wellen reagiert. Die Entfernung zwischen Valparaíso und Pilar beträgt 720 km.

In Buenos Aires ist die Eintrittszeit der seismischen Bewegung durch das Registerwerk eines Mareographen zu 8 h 28 m 31 sec p.m. mittlere Córdoba-Zeit aufgezeichnet. Die angegebene Zeit kann immerhin als zuverlässig betrachtet werden, wenn sie auch nicht den Anspruch absoluter Genauigkeit machen kann, da einerseits die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Registerstreifen des Mareographen bewegt, sehr gering zu sein pflegt, andererseits der Gang der Mareographenuhr unbekannt ist. Hier, an der Grenze des bekannten Schüttgebietes, ist nur ein Stoß bemerkt worden. Seine Dauer wird nach einer Quelle zu 5 Sekunden, nach anderer Quelle zu 20 Sekunden angegeben.

Geringerer Wert kommt den aus Valparaíso von *H. Steffen* mitgeteilten Zeitangaben zu. Dieselben sind zwar von genauer konstruierten und regulierten Uhren abgelesen, schwanken aber zwischen 7 h 55 m und 7 h 56 m mittlere Ortszeit.

Auf gleiche Stufe mit diesen Angaben sind diejenigen zu stellen, welche uns der deutsche Vize-Konsul in Mendoza mitteilt. Eine große Pendeluhr blieb um 8 h 25 m mittlere Córdoba-Zeit stehen; aber erst um 8 h 29 m machten sich die ersten Erschütterungen fühlbar, welche bis 8 h 34 m dauerten. Der zweite Stoß begann 8 h 39 m und dauerte bis 8 h 42 m.

Es ergeben sich demnach die folgenden Zeiten für den Beginn des Bebens. Durch die Verwandlung in mittlere Zeit von Greenwich wird das Datum vom 16. August in den 17. August verändert.

Ort	Zeit der Quelle			Mittlere Zeit von Santiago			Mittlere Zeit von Greenwich		
	h	m	s	h	m	s	h	m	s
Santiago . . . . .	19	58	36	19	58	36	0	41	22
Copiapó . . . . .	19	58	40	19	58	40	0	41	26
Pilar . . . . .	20	00	53	19	59	33	0	42	19
Buenos Aires . . . . .	20	25,1		19	59,1		0	41,9	
Valparaíso . . . . .	20	28	31	20	02	33	0	45	19
Mendoza . . . . .	20	25		19	59,8		0	41,6	
				19	59,8		0	42,6	
				19	59		0	41,8	

Der schon oben ausgesprochenen Annahme entsprechend, daß das Epizentrum des Bebens in der Stadt Valparaíso oder ihrer unmittelbaren Umgebung gelegen sei, ist als Fixpunkt für die Berechnungen der in der Tabelle II gegebenen Größen der Ort des Zeitballs auf der Navigationsschule in Valparaíso, 33° 01' 50" S.Br., 71° 38' 31" W.Gr. gewählt worden. Die Tabelle II enthält bezüglich des südamerikanischen Bebens dieselben Daten wie Tabelle I für das nordpazifische Beben.

Tabelle II.

Lau-fende Nr.	Name der Station	Geographische Koordinaten					
		Breite		Länge von Greenwich			
		o	'	o	'	"	h m s
1	Achalkalaki	45 <sup>II</sup>	41	25	—N	43	29
2	Albany	2 <sup>I-II</sup>	42	39	06 N	73	45
3	Apia	1 <sup>I-II</sup>	13	48	—S	171	46
4	Athen	47	37	58	21 N	23	43
5	Baltimore	3	39	17.8	—N	76	37.2
6	Barcelona	14	41	25	18 N	2	07
7	Batavia	58	6	11	00 S	109	49.8
8	Beirut	48	33	54	22 N	35	28
9	Bidston	11	53	24	05 N	3	04
10	Bogenhausen (München)	26 <sup>I-II</sup>	48	08	46 N	11	36
11	Bombay	53	18	53	45 N	72	48
12	Borshom	50	41	51	—N	43	23
13	Budapest	33	47	29	29 N	19	03
14	Caggiano	41	40	34	—N	15	29
15	Calcutta	53	22	32	—N	88	20
16	Carloforte	42	39	08	09 N	8	18
17	Catania	44 <sup>I-V</sup>	37	30	13 N	15	04
18	Cheltenham	5 <sup>I-II</sup>	38	44	—N	76	50.5
19	Coimbra	10	40	12	25 N	8	25
20	Córdoba (Pilar)	9	31	40.5	—S	63	51
21	Edinburgh	11	55	30 N	3	11	03 W
22	Florenz (Querce)	38 <sup>I-II</sup>	43	47	18 N	11	16
23	Florenz (Ximeniano)	38 <sup>III-IX</sup>	43	46	40 N	11	15
24	Göttingen	22 <sup>I-IV</sup>	51	33	—N	9	58
25	Granada	16 <sup>I-V</sup>	37	10	43 N	3	47
26	Hamburg	18 <sup>I-IV</sup>	53	33	34 N	9	58
27	Heidelberg (Königstuhl)	23 <sup>I-II</sup>	49	23	56 N	8	43.3
28	Helwan (Cairo)	48	29	51	34 N	31	20
29	Hohenheim	25 <sup>I-II</sup>	48	43	—N	9	14.3
30	Honolulu	1 <sup>I</sup>	21	19.2	—N	158	03.8
31	Ischia (Grande Sentinella)	40 <sup>I</sup>	40	44	45 N	13	54
32	Ischia (Porto d'Ischia)	40 <sup>II</sup>	40	44	26 N	13	56
33	Jena	21 <sup>I-II</sup>	50	56	—N	11	35
34	Jurjew (Dorpat)	45 <sup>I-II</sup>	58	22.8	—N	26	43
35	Kalamata	47	37	02 ca.	—N	22	15 ca.
36	Kapstadt	48	33	56	04 S	18	28
37	Kew (Richmond)	11	51	28	06 N	0	18
38	Kodaikanal (Madras)	53	10	13	50 N	77	28
39	Krakau	31	50	03	52 N	19	57

Tabelle II.

Nummern der Tafeln, auf denen die Seismo- gramme ent- halten sind	Azimut beim Epizentrum	Azimut bei der Station	Epizentralentfernung		Länge der zuge- hörigen Sehne in km	Höhe des Bogens über der Sehne in Ein- heiten des Erdradius	Sehnen- winkel in ° , ' , "	Meereshöhe in m
			in	km				
45 <sup>II</sup>	41	25	—N	43	29	09 E	—2	53
42 <sup>II</sup>	42	39	06 N	73	45	18 W	+ 4	55
1 <sup>I-II</sup>	13	48	—S	171	46	—W	+ 11	27
47	37	58	21 N	23	43	14 E	—1	34
3	39	17.8	—N	76	37.2	—W	+ 5	06
4	41	25	18 N	2	07	00 E	—0	08
5	39	17.8	—N	76	37.2	—W	+ 5	06
6	41	25	18 N	2	07	00 E	—0	08
7	37	58	21 N	23	43	14 E	—1	34
8	33	54	22 N	35	28	10 E	—2	21
9	11	53	24	05 N	3	04	20 W	+ 0
10	14	41	25	18 N	2	07	00 E	—0
11	53	18	53	45 N	72	48	—E	—7
12	50	41	51	—N	43	23	08 E	—2
13	33	47	29	29 N	19	03	55 E	—1
14	41	40	34	—N	15	29	—E	—1
15	53	22	32	—N	88	20	—E	—5
16	42	39	08	09 N	8	18	44 E	—0
17	17	37	30	13 N	15	04	44 E	—1
18	18	38	44	—N	76	50.5	—W	+ 5
19	19	10	40	12	25 N	8	25	+ 0
20	20	9	31	40.5	—S	63	51	+ 4
21	21	11	55	30 N	3	11	03 W	—1
22	22	38 <sup>I-II</sup>	43	47	18 N	11	16	42 E
23	23	38 <sup>III-IX</sup>	43	46	40 N	11	15	24 E
24	24	22 <sup>I-IV</sup>	51	33	—N	9	58	—E
25	25	16 <sup>I-V</sup>	37	10	43 N	3	47	—0
26	26	18 <sup>I-IV</sup>	53	33	34 N	9	58	54 W
27	27	23 <sup>I-II</sup>	49	23	56 N	8	43.3	—E
28	28	48	29	51	34 N	31	20	30 E
29	29	48	43	—N	9	14.3	—E	—0
30	30	1 <sup>I</sup>	21	19.2	—N	158	03.8	—W
31	31	40 <sup>I</sup>	40	44	45 N	13	54	12 E
32	32	48	29	51	34 N	31	20	30 E
33	33	48	43	—N	9	14.3	—E	—0
34	34	1 <sup>I-II</sup>	50	56	—N	11	35	—E
35	35	47	37	02 ca.	—N	22	15 ca.	—E
36	36	48	33	56	04 S	18	28	42 E
37	37	11	51	28	06 N	0	18	48 W
38	38	53	10	13	50 N	77	28	+ 0
39	39	50	03	52 N	19	57	36 E	—1

16.2 (Wiechert)  
17.2 (Hecker)

11.15 46 12.870 10.790 0.4179 2660 54 24 559  
11.16 53 2620 10.300 0.4113 2980 57 33 31  
12.220 10.090 0.2975 19.00 0.4230 4230 70 24 7  
12.30 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.35 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.36 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.37 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.38 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.39 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.40 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.41 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.42 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.43 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.44 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.45 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.46 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.47 10.110 0.1929 12.30 0.4270 3270 60 56 49  
12.4

Tabelle II

Lau-fende Nr.	Name der Station	Nummern der Tafeln, auf denen die Seismo- gramme ent- halten sind	Geographische Koordinaten					
			Breite			Länge von Greenwich		
			o	r	n	o	r	n
40	Kremsmünster	28 V	48	03	23 N	14	07	54 E
41	Laibach	28 I-V	46	03	-N	14	31	-E
42	Leipzig	20 I-II	51	20	06 N	12	23.5	-E
43	Lemberg	20 II	49	50	11 N	24	01	-E
44	Manila	57 I-IV	14	34	11 N	120	58	-8
45	Messina	38 III, 43 I-III	38	12	-N	15	33	-E
46	Moncalieri	37	44	59	58 N	7	41	08 E
47	Ógyalla	32	47	52	24 N	18	52	32 E
48	Osaka	55 I-II	34	42	-N	135	31	-E
49	Padua	36 I-III	45	24	03 N	11	52	18 E
50	Paisley	11	55	50	44 N	4	25	50 W
51	Paris	13	48	50	11 N	2	20	14 E
52	Perth	57	31	57	09 S	115	50	26 E
53	Pola	30	30	44	51	49 N	13	46 E
54	Ponta Delgada	10	37	44	18 N	25	41	15 W
55	Potsdam	19 I-III	52	22	51 N	13	04	-E
56	Rio de Janeiro	8 I-II	22	54	24 S	43	10	21 E
57	Rocca di Papa	39 I-VII	41	46	-N	12	43	-E
58	San Fernando	48	36	27	42 N	6	12	19 W
59	Sarajevo	35 I-II	43	52	08 N	18	25	39 E
60	Si-ka-wei	56	31	11	33 N	121	25.8	-E
61	Simla	52	31	06	-N	77	12	-E
62	Sofia	46	42	41	40 N	23	19	39 E
63	Straßburg	24 I-VI	48	35	-N	7	46	10 E
64	Tacubaya	6 I-II	19	24	18 N	99	11	41 W
65	Taschkent	5 I-II	41	19	31 N	69	17	42 E
66	Tiflis	49 I-VIII	41	43	08 N	44	47	51 E
67	Tokio (Honjo)	54 I-II	35	42	29 N	139	45	53 E
68	Toronto	10	43	39	36 N	79	23	40 E
69	Tortosa	15 I-IV	40	49	14 N	0	29	38 E
70	Triest	20 I, 29 I-III	45	38	36 N	13	46	21 E
71	Uccle	12 I-III	50	47	55 N	4	21	44 E
72	Upsala	17 I-II	59	51.5	-N	17	37.5	-E
73	Victoria B. C.	11	48	24	-N	123	19	-W
74	Vieques (Porto Rico)	7 I-II	18	08.9	-N	65	26.4	-W
75	Washington D. C.	4 I-II	38	54	18 N	77	03	06 W
76	Wellington	55 I	41	17	-S	174	47	-E
77	Wien	27 I-IV	48	15	-N	16	21.5	-E
78	Zagreb	34	45	48	54 N	15	54	33 E

### Tabelle III.

Azimut beim Epizentrum	Azimut bei der Station	Epizentralentfernung		Länge der zuge- hörigen Sehne in km	Höhe des Bogens über der Sehne in Ein- heiten des Erdradius	Sehnen- winkel in ° ,	Meereshöhe in m
		in °	in km				
0 ,	0 ,	111	20	12 380	10 520	0.4360	2780
45	52 SW	110	42	12 310	10 480	0.4314	2750
47	25 SW	111	47	12 430	10 550	0.4392	2800
42	54 SW	111	01	13 120	10 920	0.4851	3090
46	56 SW	118	17	17 600	12 510	0.8115	5170
34	38 SE	107	45	11 980	10 290	0.4104	2610
55	29 NE	61	34 SW	106	00	0.3982	2540
46	18 NE	59	00 SW	114	10	0.4566	2910
47	19 NE	66	45 SW	157	27	0.8045	5130
78	11 NW	86	29 SE	108	46	0.4176	2660
47	28 NE	61	37 SW	105	33	0.3951	2520
32	30 NE	53	22 SW	104	57	0.3999	2490
40	55 NE	56	32 SW	114	38	0.4600	2930
6	59 SW	6	54 SE	109	44	0.4245	2700
48	39 NE	62	37 SW	82	41	0.2491	1590
34	58 NE	37	24 SW	112	37	0.4453	2840
41	11 NE	64	44 SW	107	33	0.0276	2970
75	19 NE	61	42 SW	107	33	0.4091	2610
51	08 NE	61	04 SW	168	47	0.3085	1970
47	04 NE	49	45 SW	112	14	0.4425	2820
51	10 NE	64	56 SW	107	52	0.4425	2820
84	07 NW	77	09 SE	153	38	0.7719	4920
85	40 NE	77	30 SW	115	02	0.4629	2950
53	54 NE	67	11 SW	107	52	0.1282	820
43	06 NE	59	58 SW	154	03	0.9023	5750
30	43 NW	27	00 SE	58	40	0.7754	84
63	32 NE	87	46 SW	77	01	0.2175	1390
60	36 NE	78	05 SW	148	04	0.7250	4620
75	13 NW	86	44 SE	129	54	14.440	11 540
5	45 NW	6	40 SE	110	03	0.5765	3670
46	53 NE	53	57 SW	154	03	17 130	12 410
47	53 NE	62	50 SW	77	07	0.7754	4940
39	55 NE	58	20 SW	99	19	0.2175	1390
34	34 NE	71	21 SW	117	46	0.7250	4620
31	28 NW	41	13 SE	110	04	0.4628	2720
7	32 NE	6	38 SW	107	07	0.4060	2590
4	26 NW	4	46 SE	111	46	0.4833	3080
43	52 SW	50	37 NE	93	32	0.3150	2010
46	12 NE	65	20 SW	83	49	0.2557	1620
48	26 NE	64	10 SW	112	47	0.4465	2840

III.

### Die Stationen und ihre Apparate.

Das eingangs erwähnte Zirkular, welches in deutscher beziehungsweise englischer und französischer Sprache an 126 seismische Stationen verschickt wurde, hat folgenden Wortlaut:

Sehr geehrter Herr!

Auf der Mitte Oktober 1906 zu Rom tagenden Permanenten Kommission der Internationalen Seismologischen Assoziation wurde das Centralbureau beauftragt, sämtliche Seismogramme des Valparaísobebens (Straßburg 17. August 0 h 23 m 00 s M. Gr. Z.) zu veröffentlichen.

Der unterzeichnete Direktor bittet Sie daher ganz ergebenst, die Originale der Seismogramme dieses Bebens von allen damals in Tätigkeit gewesenen Instrumenten dem Centralbureau gefälligst einzusenden und Auskunft über folgende Punkte zu geben:

1. Welches sind die Konstanten der in Betracht kommenden Apparate?
  - a) Eigenperiode (ohne Dämpfung)?
  - b) Vergrößerung der Bodenbewegung?
  - c) Gewicht der Pendelmasse?
  - d) Dämpfungsverhältnis (wenn Dämpfung vorhanden)?
2. Geographische Breite und Länge der Station (Meridian von Greenwich)?
3. Meereshöhe der Station?
4. Geologische Beschaffenheit des Untergrundes?
5. Kurze Angabe über die Verkehrsverhältnisse in der Umgebung der Station?
6. Kurze Bezeichnung aller in der Station gebrauchten seismischen Apparate (System, Pendelmasse etc.).
7. Beschreibung des Raumes, in dem die Instrumente aufgestellt sind, nebst Angabe über die Feuchtigkeits-, Temperatur- und Grundwasserhältnisse des Observatoriums.

Da laut Beschluß der Permanenten Kommission die Veröffentlichung des gesamten Materials so zeitig geschehen soll, daß es den Fachgelehrten zur Bearbeitung vor der Tagung der Generalversammlung der Assoziation, Mitte September im Haag, zur Verfügung steht, so bitte ergebenst um baldige Antwort der Direktor des Centralbüros:

Gerland.

Die weiter unten folgende Beschreibung der Stationen und ihrer Apparate ist in engem Anschluß an die Antworten, welche auf dieses Rundschreiben eingehen, zusammengestellt worden.  
Ebenso wie es uns infolge der in der Einkleitung erwähnten Schwierigkeiten nicht möglich war, von allen Stationen Originalseismogramme zu bekommen, leidet auch diese Beschreibung an einer gewissen Unvollständigkeit. Abgesehen davon, daß uns von einigen Stationen aus verschiedenen Gründen überhaupt keine Antwort zuging, ist bei vielen die Beantwortung nur lückenhaft ausgefallen. Wir waren bemüht, diese Lücken, soweit es sich machen ließ, aus der vorhandenen Literatur auszufüllen. Am empfindlichsten wird sich bei einer etwaigen wissenschaftlichen Verwertung des in den Tafeln enthaltenen Materials wohl der Umstand bemerkbar machen, daß von vielen Stationen nicht einmal die zur Bearbeitung der Seismogramme nötigen Apparatenkonstanten vollständig angegeben sind.

Die Stationen sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt. Die geographischen Längen der Stationen sind auf den Meridian von Greenwich bezogen. Die Konstanten sind nur für die Apparate gegeben, deren Seismogramme veröffentlicht sind.

### Achalkalaki.

Koordinaten.  $\varphi = 41^\circ 25' N$ ,  $\lambda = 43^\circ 29' 09'' E$ . Meereshöhe 1715 m.  
Geologisches. Hochebene. Unterhalb der Stadt treten zwei Lavadecken auf, getrennt durch eine Schicht Miozänsandstein und Schiefer.  
Verkehrsverhältnisse. —  
Beobachtungsraum. Besonderes kleines Gebäude; die Pendel sind auf isolierten Pfeilern aufgestellt.  
Apparate. Zwei Horizontalpendel von *Bosch*, gerichtet nach E und N. Nur das letztere hat funktioniert.  
Konstanten. Schwingungsdauer 20 s, Vergrößerung 7, Pendelmasse 10 kg.  
Dämpfung nicht vorhanden.

### Albany.

Koordinaten.  $\varphi = 42^\circ 39' 06'' N$ ,  $\lambda = 73^\circ 45' 18'' W$ . Meereshöhe 26 m.  
Geologisches. Untergrund Ton. Unter der Tonschicht in unbekannter Tiefe Schiefer der Hudson-River-Stufe.  
Verkehrsverhältnisse. —  
Beobachtungsraum. Im Kellerraum des Gebäudes stehen die Apparate auf besonderen Pfeilern, von drei Seiten durch einen Schrank aus Holz und Glas geschützt; die vierte Seite wird durch die Steinwand gebildet. Im Winter hat der Raum Dampfheizung, sonst keine Vorrichtung zum Konstantthalten der Temperatur. Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen un-

kannt. Das Grundwasser beginnt etwa an der unteren Basis der Pfeiler oder etwa 1 m unterhalb der Instrumente.  
Apparate. Zwei Horizontalpendel von *Bosch*. Die Pendelstangen sind NS und EW gerichtet.  
Konstanten. Dauer einer vollständigen Schwingung etwa 30 s, Vergrößerung 10, Pendelmasse inkl. Arm 11.283 kg. Keine Dämpfung.

### Apia.

Koordinaten.  $\varphi = 13^\circ 48' S$ ,  $\lambda = 171^\circ 46' W$ . Meereshöhe 0 m.  
Geologisches. Untergrund Korallenriff.  
Verkehrsverhältnisse. Wagen- und Eisenbahnverkehr nicht vorhanden.  
Beobachtungsraum. Das Instrument steht in einem vor Temperaturländerungen geschützten Holzhouse. Die Feuchtigkeits-, Temperatur- und Grundwasser-verhältnisse sind sehr günstige.  
Apparate. 1. Astaticches Pendelseismometer von *Wiechart* (1000 kg) mit zwei Komponenten EW und NS. 2. Ein Pendel von *Wiechart* für Nahbeben, welches die Beben vom 16. August nicht registriert hat.  
Konstanten. Eigenperiode 107, der NS-Komponente 121. Pendelmasse 1000 kg. Dämpfungsverhältnis für die EW-Komponente 1 : 4,4, für die NS-Komponente 1 : 4,3.

### Athen.

Koordinaten.  $\varphi = 37^\circ 58' 21'' N$ ,  $\lambda = 23^\circ 43' 14'' E$ . Meereshöhe 110.77 m.  
Geologisches. Felsiger Boden, aus Kalkstein bestehend.  
Verkehrsverhältnisse. —  
Beobachtungsraum. Ein Zimmer der Sternwarte. Der Seismograph ist mittels einer Stütze an der östlichen Wand der Sternwarte befestigt. Mittlere relative Feuchtigkeit 63,5%, mittlere Jahrestemperatur 17,3°.  
Apparate. Seismograph, System *Agamemone*.  
Konstanten. Eigenperiode 2,66 s, Entfernung zwischen Aufhängepunkt und Schwerpunkt 725 m. Vergrößerung 12, Pendelmasse 200 kg. Keine Dämpfung.

### Baltimore.

Koordinaten.  $\varphi = 39^\circ 17.8' N$ ,  $\lambda = 76^\circ 37.2' W$ . Meereshöhe ca. 33 m.  
Geologisches. Hügeliges Plateau. Sande und Tone ruhen in einer Mächtigkeit von etwa 20 m auf kristallinischen Gestein, das sich nach SE senkt.  
Verkehrsverhältnisse. —  
Beobachtungsraum. Keller des Geologischen Instituts der Universität. Die Instrumente stehen auf besonderen Steinpfeilern.

Apparate. 1. Ein Horizontalpendel, System *Milne*, dessen Registrierstreifen beim Entwickeln verdarb. 2. Ein Horizontalpendel von *Bosch* (nur eine Komponente). Beide Instrumente sind nach N  $30^\circ$  E parallel den Appalachen gerichtet, registrieren also die Komponente der Erdbewegung aus N  $60^\circ$  W. Konstanten. Für das Horizontalpendel von *Bosch*: Eigenperiode  $17\text{s}$ , Vergrößerung  $7.6$ , Abstand des Schwerpunktes von der Achse  $73.9$  cm, Masse der beweglichen Teile  $11.085$  kg. Trägheitsmoment  $61.60 \times 10^6$ . Dämpfung kann vernachlässigt werden.

Anmerkung. Die Minutenmarken werden von einer mit dem Seismograph von *Bosch* bezogenen Uhr gemacht, die breiten Marken auf dem Papier von einer besonderen Uhr. Der Uhrgang ist unbedeutend und kann vernachlässigt werden. Die Uhrkorrektion war  $-3\text{m } 32\text{s}$ , Parallaxe war  $-30\text{s}$ . Die Minutenintervalle entsprechen  $64\text{s}$ , wenn man den Uhrgang als konstant annimmt. Der erste Anfang der Bewegung, den ich entdecken kann, ist bei (a)  $24\text{h } 24\text{m } 48\text{s}$ . Gut ausgesprochene Änderungen in dem Charakter der Bewegung bei (b) =  $24\text{h } 30\text{m } 39\text{s}$ , (c) =  $24\text{h } 41\text{m } 58\text{s}$ , (d) =  $24\text{h } 47\text{m } 39\text{s}$ . Der Schreibstift verließ das Papier bei (e) =  $24\text{h } 52\text{m}$  und setzte erst nach einer vollen Trommelumdrehung wieder auf. Die um  $25\text{h } 46\text{m}$  auftretenden starken Bewegungen röhren von den Schwingungen des Schreibstiftes her. Die Amplitude bei (e) war  $>44$  mm. Die um  $27\text{h } 13\text{m}$  beginnende und  $15-20\text{m}$  dauernde Bewegung scheint den die Erde auf dem größeren Bogen umkreisenden Wellen anzugehören (*Harry Fielding Reid*).

### Barcelona.

Koordinaten.  $\varphi = 41^\circ 25' 18''$  N,  $\lambda = 2^\circ 07' 00''$  E. Meereshöhe  $420$  m. Geologisches. Das Observatorium liegt unweit der Stadt auf einem kleinen Hügel. Untergrund krystallinischer Gneiss von geringer Mächtigkeit, dann Granit. In der Nähe kein Grundwasser; einige wenig ergiebige Quellen in großer Entfernung.

Beobachtungsverhältnisse. Etwa  $200$  m entfernt ein elektrischer Tram. Jeder passierende Wagen ruft merkbare Störungen bei den Seismographen hervor. Beobachtungssraum. Die Apparate stehen in einer Art Keller, vollkommen isoliert von den Mauern des Gebäudes. Die Temperatur ist ziemlich konstant, die Feuchtigkeitsverhältnisse sind mittlere.

Apparate. 1. Seismograph mit zwei Horizontalkomponenten, System *Agamenon*.  
2. Seismograph mit zwei Horizontalkomponenten, System *Cancani*.  
3. Elektrisches Seismoskop mit drei Komponenten, System *Agamenone*.  
4. Das Beben wurde aufgezeichnet von einem Mikroseismograph, System *Vicentini*, mit drei Komponenten.

Konstanten. Eigenperiode für die Horizontalkomponenten  $1.11\text{s}$ , für die Vertikalkomponente  $0.43\text{s}$ . Vergrößerung für die Horizontalkomponenten  $80$ ,

für die Vertikalkomponente  $400$ . Pendelmasse für die Horizontalkomponente  $150$  kg, für die Vertikalkomponente  $100$  kg.  
Anmerkung. Die Zeit wird alle Viertelstunden markiert, bei einer Registriergeschwindigkeit von etwa  $77$  mm für diesen Zeitraum. Diese Momente entsprechen dem Ende jeder Marke. Die kleinen Erschütterungen der Zeitmarkierung bewirken kleine Transversalverschiebungen auf der Registrierung der Horizontalkomponenten, woraus die Parallaxe entnommen werden kann. Außerdem kann sie am Beginn jedes Bogens erkannt und berechnet werden.

### Batavia.

Koordinaten.  $\varphi = 6^\circ 11' 00''$  S,  $\lambda = 106^\circ 49.8'$  E. Meereshöhe  $7$  m. Geologisches. Alluvium. Verkehrsverhältnisse. Eisenbahnen in  $400$  m westwärts und  $1000$  m ostwärts. Beobachtungsraum. Trockener Raum von  $8 \times 8 \times 4$  m, ventilirt durch Öffnungen im Boden und in der Decke. Tägliche Temperaturschwankung  $\pm 1^\circ$ , jährliche  $\pm 1^\circ$ , Mitteltemperatur  $28^\circ$ . Außerdem steht ein Seismograph von Ewing in einem anderen Gebäude in einem Zimmer von  $8 \times 8 \times 6$  m. Das Grundwasserniveau schwankt mit dem Niveau des benachbarten Flusses. Apparate. 1. Dreifaches Horizontalpendel, System *v. Rebeur-Ehlert*, wovon nur das mittlere registriert, gerichtet EW. 2. Horizontalpendel, System *Milne*, Richtung des Arms NS. 3. Seismograph *Ewing* mit zwei Horizontalpendeln, gerichtet NS und EW, und einem Vertikalpendel. Die zur Registrierung dienende Rüsselscheibe wird elektrisch durch ein Seismoskop von *Agamenone* angetrieben.

Konstanten. Eigenperiode für das Horizontalpendel *v. Rebeur-Ehlert*  $4.0\text{s}$ , für *Milne*  $17.7\text{s}$ . Vergrößerung der Bodenneigung für *v. Rebeur-Ehlert*:  $1$  mm entspricht einer Neigung von  $0.197$  Bogensekunde, für *Milne*:  $1$  mm entspricht einer Neigung von  $0.35$  Bogensekunde. Pendelmasse für *Milne*  $244$  gr. Dämpfungsverhältnis für *v. Rebeur-Ehlert*  $1.43$ , bei *Milne* keine Dämpfung. Entfernung Spiegel-Walze bei *v. Rebeur-Ehlert*  $362$  cm. Länge des Arms bei *Milne*  $960$  mm, Entfernung zwischen Gewicht und Drehpunkt der Pendelstange  $85$  mm. Höhe über dem Boden bei *v. Rebeur-Ehlert*  $279$  cm, bei *Milne*  $254$  cm.

### Beirut.

Koordinaten.  $\varphi = 33^\circ 54' 22''$  N,  $\lambda = 35^\circ 28' 10''$  E. Meereshöhe  $32$  m. Geologisches. Das Observatorium liegt auf einem kleinen Küstenplateau,  $360$  m von seinem westlichen Ende und  $90$  m vom felsigen Meeresufer. Der Untergrund besteht aus kretazischem Kalkstein, unter ihm liegt wahrscheinlich Sandstein und noch tiefer wieder Kalkstein. Die Schichten sind von N nach S um  $5^\circ$  geneigt. Etwa  $10$  km östlich beginnt der Libanon. Verkehrsverhältnisse. —

Beobachtungsräum. Ein  $2.4 \times 3.0$  m großer Raum im Erdgeschoss mit steinernem Fußboden, Holzverkleidung und kleiner Tür. Der steinerne Pendelpfeiler ist auf felsigem Grund aufgemauert. Die Temperatur ist sehr konstant und schwankt im Laufe des Jahres zwischen  $16^\circ$  und  $21^\circ$ ; die Feuchtigkeit ist ziemlich groß. Grundwasser im Meeresspiegel.

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*.  
Konstanten. Eigenperiode 18 s.

### Bidston.

Koordinaten.  $\varphi = 53^\circ 24' 05''$  N,  $\lambda = 3^\circ 04' 20''$  W. Meereshöhe 53.9 m. Geologisches. Das Observatorium liegt auf einem kleinen Hügel, dem höchsten Punkte in der Nachbarschaft. Die Bodenschichten sind sehr schwach geneigt, nämlich um etwa  $5^\circ$  ostwärts. Die oberste Schicht ist Keuper von etwa  $7 \frac{1}{2}$  m Mächtigkeit, dann folgt eine ganz dünne ( $< \frac{1}{3}$  m) Schicht Mergel und dann Oberer- und Unterer-Buntsandstein. Letzterer scheint sich nach angestellten Bohrungen bis zu einer Tiefe von mindestens 870 m zu erstrecken. Das Grundwasserniveau schwankt etwas und liegt im Mittel in etwa 60 m Tiefe.

Verkehrsverhältnisse. —

Beobachtungsräum. —  
Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*.  
Konstanten. —

### Bogenhausen (München).

Koordinaten.  $\varphi = 48^\circ 08' 46''$  N,  $\lambda = 11^\circ 36' 32''$  E. Meereshöhe 528 m. Geologisches. Untergrund zunächst roter Lehm, den der Pendelpfeiler durchbricht; dann festgewachsener Gletscherschotter (Flinz). Verkehrsverhältnisse. Die Station liegt in der Vorstadt außerhalb des allgemeinen Verkehrs. Größere Fahrstraßen und Trambahnen liegen etwa 200 m entfernt, die Eisenbahn  $1\frac{1}{4}$  km, größere Fabriken 1 km. Störungen durch den Verkehr sind daher nicht zu bemerken.

Beobachtungsräum. Der Pendelpfeiler ist 3 m hoch, steht direkt auf dem Felsboden und reicht bis etwas über die Oberfläche der oberen Lehmschicht. Er besteht aus Zementbeton und hat eine treppenförmige Gestalt. Um den Pfeiler ist aus Beton ein besonderer Raum geschaffen, dessen Mauern ebenfalls bis zum Felsboden gehen, aber mit dem Pfeiler nicht in Verbindung stehen. Seine Decke, aus leichtem Gebälk, befindet sich 2.30 m über der Pfeileroberfläche. Der innere Fußboden ist vom Pfeiler durch eine 1 cm breite, mit Filz locker bedeckte Fuge isoliert. Diesen Raum umgibt das Stationsgebäude, das in der Lehmschicht fundiert ist. Der Pendelraum ist

völlig trocken. Die tägliche Temperaturschwankung erreicht kaum  $2^\circ$ , die Jahresschwankung  $15^\circ$ .

Apparate. Ein astatisches Pendelseismometer von *Wiechert* mit 2 Komponenten: NS und EW.  
Konstanten. Eigenperiode (ohne Dämpfung) 12.1 s, Vergrößerung für die EW-Komponente 217, für die NS-Komponente 218. Pendelmasse 1000 kg, Dämpfungsverhältnis 1:3.

### Bombay.

Koordinaten.  $\varphi = 18^\circ 53' 45''$  N,  $\lambda = 72^\circ 48' 56''$  E. Meereshöhe 12 m. Geologisches. Das Observatorium liegt auf einem kleinen Hügel am äußersten Ende einer schmalen, 4 km langen Halbinsel (Colaba), die sich von der Bombay-Insel nach SSW erstreckt. Untergrund Basalte der Trapformation und als Liegendes derselben harter roter Sand.

Verkehrsverhältnisse. Etwa 12 m entfernt der zur Direktwohnung führende Fahrweg; 25 m entfernt in derselben Richtung die Hauptstraße.

Beobachtungsraum. Ein Zimmer von 3 qm für das Milne-Pendel mit einer Doppeltür an der Südseite und einem großen Fenster an der Nordseite. Der Raum ist 4.3 m hoch, trägt ein Giebeldach und ist durch verstellbare Öffnungen gut ventiliert. Das Horizontalpendel steht in einem  $4.9 \times 4.3$  m breiten und 3 m hohen gut ventilierten Raum mit einer einzigen Tür an der Südseite.

Apparate. 1. Horizontalpendel, System *Milne*, EW gerichtet. 2. Mechanisch mit Tinte registrierendes Horizontalpendel eigener Konstruktion (*Colaba-Pendel*), NS und EW gerichtet; das EW-Pendel hat nicht funktioniert. Für die Verstärkkomponente ein photographisch registrierendes geodynamisches Niveau, das gleichfalls nicht funktioniert hat.

Konstanten. Horizontalpendel, System *Milne*: Eigenperiode 19 s, Empfindlichkeit: 1 mm entspricht 0.37 Bogensekunde. *Colaba-Pendel*: Pendelmasse 25 kg, Eigenperiode 24 s, Empfindlichkeit: 1 mm entspricht 0.27 Bogensekunde. Vergrößerung 3.

### Borshom.

Koordinaten.  $\varphi = 41^\circ 51'$  N,  $\lambda = 43^\circ 23' 08''$  E. Meereshöhe 808 m. Geologisches. Die Station liegt am linken Ufer der Kura. Dort sieht man Schichten von Sandstein und Mergel, Streichrichtung NE  $15^\circ$ , Einfallswinkel  $25^\circ$ , hervortreten.

Verkehrsverhältnisse. —

Beobachtungsraum. Besonderes kleines Gebäude. Die Pendel stehen auf isolierten Pfeilern.

Apparate. Zwei Horizontalpendel von *Bosch*, gerichtet nach N und E (BN und BE).  
Konstanten. Eigenperiode für das nach N gerichtete Pendel 30 s, für das nach E gerichtete 26 s, Vergrößerung 7, Pendelmasse 10 kg. Keine Dämpfung.

### Budapest.

Koordinaten.  $\varphi = 47^\circ 29' 29''$  N,  $\lambda = 19^\circ 03' 55''$  E. Meereshöhe 110 m.  
Geologisches. Das Observatorium liegt am linken Ufer der Donau, etwa 700 m vom Flusse entfernt. Dieses Ufer ist flach, während das rechte Hügel trägt.

Der Untergrund besteht aus Schichten von Miozän und Oligozän, die von einer ganz dünnen diluvialen und alluvialen Schlamm- und Sandablagerung bedeckt sind. Etwa 1 km vom Observatorium entfernt befindet sich der Abhang des St. Gellert-Berges, der aus Dolomit der oberen Trias besteht und westlich der großen Verwerfung liegt, welche die Berge von Budapest von der ungarischen Ebene trennt.

Verkehrsverhältnisse. Die Station liegt mitten in einem 3 ha großen Park im zentralen Teile der Stadt. Die Störungen infolge des Straßenverkehrs sind sehr gering.

Beobachtungsraum. Die Pendel stehen in einem Keller, dessen Decke 4 m unter dem Erdboden liegt, auf besonderen, vom Boden isolierten Betonpfeilern, die 2 m unter dem Kellerboden fundiert sind. Das Grundwasserniveau bleibt immer tiefer als das Fundament der Pfeiler. Die Pendel Vicentini-Konkoly hängen an der Hauptmauer des Observatoriums. Das Gebäude ist alt und solide. Die tägliche Temperaturschwankung ist  $< 1^\circ$ , die jährliche  $< 10^\circ$ ; die Feuchtigkeit ist der Sättigung nahe.

Apparate. 1. Astatices Pendelseismometer von *Wiechert* (1000 kg) mit zwei Komponenten NS und EW. 2. Zwei Horizontalpendel von *Bosch*, mit NS- und EW-Komponente. 3. Mikroseismograph *Vicentini-Konkoly* mit zwei Horizontalkomponenten (NS und EW) und einer Vertikalkomponente.

Konstanten. Eigenperiode für die Horizontalpendel von *Bosch*: NS-Komponente 23.0 s, EW-Komponente 58.4 s, Vergrößerung je 9, Pendelmasse je 10 kg.

### Caggiano.

Koordinaten.  $\varphi = 40^\circ 34'$  N,  $\lambda = 15^\circ 29'$  E. Meereshöhe 831.4 m.

Geologisches. Die Gegend ist im allgemeinen eben, nur stellenweise gebirgig. Der Untergrund besteht aus sekundären und tertiären Schichten. Vorherrschend ist Kohlenkalk, untermischt mit kleinen Mengen Kieselerde. Verkehrsverhältnisse. Störungen durch den Verkehr sind nicht vorhanden.

Beobachtungsraum. Zimmer zu ebener Erde, trocken, nach W gelegen. Apparate. 1. Seismograph, System *Agamemnon*, von dem das Diagramm vorliegt. 2. Seismograph, System *Brassart*. 3. Zwei Seismoskope, System *Brassart-Agamemnon*.

Konstanten. Eigenperiode 3 s, Pendellänge 9 m, Vergrößerung 12.5, Pendelmasse 200 kg.

### Calcutta.

Koordinaten.  $\varphi = 22^\circ 32'$  N,  $\lambda = 88^\circ 20'$  E. Meereshöhe 5 m (ungefähr). Geologisches. Untergrund Alluvium. Die Meeresküste ist 110 km entfernt. Verkehrsverhältnisse. Elektrische Tramlinien liegen in einer Entfernung von 1 km und haben nie merkliche Störungen hervorgerufen.

Beobachtungsraum. Ein kleines ebenerdiges, gut ventiliertes Zimmer. Das Pendel steht auf einem isolierten massiven Pfeiler, der 81 cm über den Boden aufragt, 1.5 m tief in die Erde eindringt und mit losem Sand umgeben ist. Der Pfeiler ruht auf einer 13 cm dicken Steinschicht und diese ihrerseits auf einer in den natürlichen Boden gestampften 13 cm dicken Kiessschicht. Die Seiten des Pfeilers sind nach NS und EW gerichtet. Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*, dessen Arm mit dem regstrierenden Ende nach S weist.

Konstanten. Eigenperiode 18 s, 1 mm Ausschlag entsprach einer Neigung von 0.38 Bogensekunde.

### Carloforte.

Koordinaten.  $\varphi = 39^\circ 08' 09''$  N,  $\lambda = 8^\circ 18' 44''$  E. Meereshöhe 18 m. Geologisches. Untergrund Trachyt. Das Meer ist 100 m entfernt. Verkehrsverhältnisse. In der Nähe zwei schmale Straßen, die nur selten von leichten Karren befahren werden.

Beobachtungsraum. Ein Festungsturm. Das Pendel hängt im ersten Stock in der Achse des Turmes. Das Erdgeschoss kann durch Fenster gut gelüftet werden. Etwas Feuchtigkeit kann aus einer unterirdischen Zisterne eindringen, aber nur in geringer Menge.

Apparate. Ein Mikroseismograph *Vicentini* mit 2 Komponenten, NE-SW und NW-SE.

Konstanten. Eigenperiode (doppelte Schwingungsdauer) 2.3 s, Vergrößerung 50, Pendelmasse 100 kg.

### Catania.

Koordinaten.  $\varphi = 37^\circ 30' 13''$  N,  $\lambda = 15^\circ 04' 44''$  E. Meereshöhe 42 m. Geologisches. Untergrund Lava von ca. 30 m Mächtigkeit. Unterhalb derselben das Grundwasserniveau. Verkehrsverhältnisse. Eine wenig belebte makadamisierte Straße führt 40 m entfernt am Observatorium vorbei. Beobachtungsraum. In den Kellerräumen des Observatoriums, 4.5 m unter der Bodenoberfläche, 3 gut ventilierte Säle. Keine übermäßig große Feuchtigkeit;

die Temperatur variiert im Laufe des Jahres zwischen  $10^{\circ}$  und  $23^{\circ}$ . Die Instrumente sind gegen Luftströmungen und Staub durch Glaskästen gut geschützt.

Apparate. 1. Zehn verschiedene Seismoskope, vier seismographische Pendel, drei Tromometer. 2. Ein Seismometrograph von *Brassart*. 3. Ein Makroseismograph von *Agamemnone* mit 3 Komponenten. 4. Zwei Horizontalpendel, System *Omori* (im Bau). 5. Ein Photochronograph von *Cancani*. 6. Ein registrierendes Mikroseismoskop von *Guzzanti*. 7. Ein Puteometer. Ferner die Apparate, die das Beben registrierten, nämlich 8. ein großer Seismometrograph und 9. ein Mikroseismograph *Vicentini*.

Konstanten. Eigenperiode für den großen Seismometrograph  $10\text{s}$ , für den Mikroseismograph  $1.4\text{s}$ . Vergrößerung für den großen Seismometrograph  $12\frac{1}{2}\text{s}$ , für den Mikroseismograph  $70$ . Pendelmasse für den großen Seismometrograph  $300\text{ kg}$ , für den Mikroseismograph  $100\text{ kg}$ . Keine Dämpfung.

### Cheltenham.

Koordinaten.  $\varphi = 38^{\circ} 44.0' \text{ N}$ ,  $\lambda = 76^{\circ} 50.5' \text{ W}$ . Meereshöhe  $71.6\text{ m}$ .

Geologisches. Untergrund grober Kies.

Verkehrsverhältnisse. Etwa  $20\text{ km}$  nordöstlich liegt die Stadt Washington,  $2\text{ km}$  entfernt liegt eine Eisenbahn.

Beobachtungsraum. Das Gebäude der magnetischen Variationsinstrumente. Es ist oberirdisch, aus Holz und hat  $1\text{ m}$  dicke, mit Sägespänen ausgefüllte äußere Wände. Es hat 2 Zimmer von etwa  $5 \times 6\text{ m}$ , die von den äußeren Wänden durch einen  $1\text{ m}$  breiten Korridor und mit Sägespänen gefüllte  $\frac{1}{3}\text{ m}$  dicke Wände, und von einander durch einen fast  $2\text{ m}$  breiten Korridor getrennt sind. Die Seismographen stehen im Nord-Zimmer. Im August 1906 war die relative Feuchtigkeit etwa  $60\%$ , die Temperatur nahezu konstant zwischen  $29^{\circ}$  und  $30^{\circ}$ .

Apparate. Zwei Horizontalpendel von *Bosch*, welche die EW- und NS-Komponente der Bodenbewegung registrieren.

Konstanten. Für beide Pendel: Eigenperiode  $25\text{s}$ , Vergrößerung  $10$ , Pendelmasse  $10-12\text{ kg}$ . Keine Dämpfung.

### Coimbra.

Koordinaten.  $\varphi = 40^{\circ} 12' 25'' \text{ N}$ ,  $\lambda = 8^{\circ} 25' 22'' \text{ W}$ . Meereshöhe  $141\text{ m}$ .

Geologisches. Der Untergrund besteht aus mächtigen Schichten von Sandstein der Triasformation, die um ca.  $15^{\circ}$  gegen W geneigt und von dünnen Ton-schichten unterbrochen sind. Oberflächliche Quellen entspringen in einigen  $100\text{ m}$  Entfernung.

Verkehrsverhältnisse. Es gibt weder Eisenbahnen noch Trambahnen in der Nähe, nur ein Fahrweg liegt etwa  $40\text{ m}$  entfernt.

Beobachtungsraum. Ein Pavillon im Garten. Mittlere Feuchtigkeit  $72.4\%$ , mittlere Temperatur  $14.7^{\circ}$ .

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*.

Konstanten. Eigenperiode  $23\text{s}$ , Vergrößerung  $58$ , Dämpfungsverhältnis  $1.107$ .

### Córdoba (Pilar).

Koordinaten.  $\varphi = 31^{\circ} 40.5' \text{ S}$ ,  $\lambda = 63^{\circ} 51' \text{ W}$ . Meereshöhe  $340\text{ m}$ .

Geologisches. Die Station liegt am westlichen Rande der Pampa, ca.  $30\text{ km}$  vom Fuß der Córdoba-Sierra entfernt und  $150\text{ m}$  über dem Spiegel des Flusses Segundo. Untergrund Alluvium, bestehend aus feinem, kompaktem Sande, vermischt mit Ton.

Verkehrsverhältnisse. Das Observatorium liegt  $1200\text{ m}$  von der Eisenbahn entfernt, welche keine Wirkung auf den Apparat ausübt. Der Wagenverkehr in der Stadt und besonders in der Nähe des Observatoriums ist sehr gering.

Beobachtungsraum. Das Gebäude besitzt  $30\text{ cm}$  dicke Wände. Der Fußboden des Instrumentenzimmers liegt  $50\text{ cm}$  über dem Erdboden. Unter dem Fußboden kann die Luft frei zirkulieren. Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse können gut reguliert werden. Der Instrumentenpfeiler besteht aus Backsteinen, ist  $1.20\text{ m}$  unter dem Boden in Zement eingelassen und ragt  $0.68\text{ m}$  über denselben hervor. Er ist von dem Boden und den Fundamenten vollständig isoliert und oben mit einer Marmorplatte bedeckt, auf welcher der Apparat steht.

Apparate. Horizontalpendel, System *Milne*, EW-Komponente der Erdbewegung registrierend.

Konstanten. Eigenperiode  $15\text{s}$ , Empfindlichkeit: Ein Ausschlag von  $1\text{ mm}$  entspricht einer Neigung von  $0.56\text{ Bogensekunde}$ .

### Edinburgh.

Koordinaten.  $\varphi = 55^{\circ} 55' 30'' \text{ N}$ ,  $\lambda = 3^{\circ} 11' 03'' \text{ W}$ . Meereshöhe  $134\text{ m}$ .

Geologisches. Das Observatorium liegt auf der Kuppe des Blackford-Hügels, der fast ganz aus Andesit devonischen Alters besteht, von einem sehr dünnen Tuffband durchsetzt wird und stark zerklüftet ist.

Verkehrsverhältnisse. —

Beobachtungsraum. Das Instrument ruht auf einem  $1\text{ m}$  hohen Granitpfeiler, der auf den Felsen fundiert ist.

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*, von Nord nach Süd gerichtet.

Konstanten. Eigenperiode  $15.3\text{s}$ .

### Florenz (Collegio della Querce).

Koordinaten.  $\varphi = 43^\circ 47' 18'' \text{N}$ ,  $\lambda = 11^\circ 16' 42'' \text{E}$ . Meereshöhe 83 m.  
Geologisches. Untergrund Alluvium. In etwa 200 m Entfernung fließt der Bach Mugnone.  
Verkehrsverhältnisse. Die Station liegt etwa 10 Minuten von der Stadt Florenz entfernt.  
Beobachtungsraum. Die Pendel sind zu ebener Erde an einer mehr als 1 m dicken Mauer befestigt. Der Raum ist fast trocken. Die Temperatur variiert vom Winter zum Sommer von  $10^\circ$  bis  $18^\circ$ .

Apparate. Horizontalpendel, System *Stattesi*, mit zwei Komponenten N  $40^\circ 20'$  E — S  $40^\circ 20'$  W und N  $49^\circ 40'$  W — S  $49^\circ 40'$  E. Außerdem sind photographische Tronrometer von *Melszi* und verschiedene Avisatoren vorhanden.

Konstanten. Für die Horizontalpendel: Eigenperiode 9 s, Vergrößerung 25, Pendelmasse 250 kg. Keine Dämpfung.

### Florenz (Ximeniano).

Koordinaten.  $\varphi = 43^\circ 46' 40'' \text{N}$ ,  $\lambda = 11^\circ 15' 24'' \text{E}$ . Meereshöhe 50 m.  
Geologisches. Der Untergrund besteht aus Sedimentärgestein.  
Verkehrsverhältnisse. Die Station liegt weit entfernt von den Straßen. Keine Störungen durch den Verkehr.

Beobachtungsraum. Ein Keller. Die Feuchtigkeit ist namentlich im Sommer sehr groß.

Apparate. 1. Pendel, System *Omori*. 2. Horizontalpendel, System *Stattesi*. 3. Mikroseismograph *Vicentini* mit zwei horizontalen und einer vertikalen Komponente.

Konstanten. Horizontalpendel *Stattesi* Mikroseismograph *Vicentini*.  
Horizont. Komp. Vertik. Komp.

Eigenperiode	20 s	1.3 s	1.2 s
Vergrößerung	50	100	130
Pendelmasse	500 kg	500 kg	50 kg
Keine Dämpfung.			

### Göttingen.

Koordinaten.  $\varphi = 51^\circ 33' \text{N}$ ,  $\lambda = 9^\circ 58' \text{E}$ . Meereshöhe 270 m.

Geologisches. Untergrund Kalkbänke des Muschelkalks.  
Verkehrsverhältnisse. Der Verkehr auf der 100 m entfernten Chaussee ruft keine Störungen hervor, wohl aber erzeugen die Gasmotoren des  $2^{1/2}$  km entfernten Elektrizitätswerkes regelmäßige Schwankungen des Erdbodens von etwa  $\frac{1}{5000}$  mm und beeinträchtigen bis zu einem gewissen Grade die Aufzeichnungen des 17000 kg-Pendels.

Beobachtungsraum. Das Erdbebenhaus des geophysikalischen Instituts. Es ragt im mittleren Wäldchen nur 1 m über die Erdoberfläche und besitzt durch seine Konstruktion sehr guten Schutz gegen Temperaturschwankungen, die daher im Laufe eines Tages nur  $0.1^\circ$  betragen, und gegen eindringende Feuchtigkeit, die durch Trocknungseinrichtungen auf etwa  $85^\circ$  gehalten wird. Die Instrumente stehen unmittelbar auf dem mit Beton eingeebneten Felsboden. Der Raum ist mit Hängeboden versehen. Das Grundwasser wirkt in keiner Weise störend. Starke Regengüsse dagegen erzeugen in dem geneigten Gelände durch einseitige Belastung Neigungen des ganzen Gebäudes bis zu 0.5 Bogensekunde.

Apparate. 1. Astaticches Pendelseismometer von *Wiechert* mit den Komponenten EW und NS. 2. 17000 kg-Pendel von *Wiechert*, Komponente NS. 3. Vertikalseismometer von *Wiechert*.

Konstanten.	Astatiches Pendelseismometer	17000 kg Pendel	Vertikalseismometer
	NS	NS	NS
	EW	EW	EW
Eigenperiode ohne Dämpfung	13 s	13 s	4.1 s
Vergrößerung schneller Ver-			
rückungen	140	145	170
Pendelmasse	1200 kg	17000 kg	1300 kg
Dämpfungsverhältnis	5.5:1, 5:1	8:1	2.8:1

### Granada.

Koordinaten.  $\varphi = 37^\circ 10' 43'' \text{N}$ ,  $\lambda = 3^\circ 47' 54'' \text{W}$ . Meereshöhe 776 m.  
Geologisches. Die Station liegt auf einem mächtigen tertiären Kalksteinmassiv, das sich um 100 m über die Ebene von Granada erhebt. Kein Grundwasser. Verkehrsverhältnisse. Die Stadt liegt etwa 1 km entfernt.  
Beobachtungsraum. Die Aufstellung ist zunächst nur provisorisch.

Apparate. 1. Zwei Horizontalpendel, System *Stattesi*. 2. Ein Mikroseismograph, System *Vicentini* mit Pantograph. 3. Ein Seismoskop. 4. Ein Tromometer, System *Omori*, im Bau.

Konstanten.	Für die Horizontalpendel:	NS	EW
	Eigenperiode	21.2 s	15.0 s
	Vergrößerung	25	20
	Pendelmasse	über 200 kg	über 200 kg
	Keine Dämpfung.		

### Hamburg.

Koordinaten.  $\varphi = 53^\circ 33' 34'' \text{N}$ ,  $\lambda = 9^\circ 58' 52'' \text{E}$ . Meereshöhe 16.2 m (*Wiechert*), 17.2 m (*Hecker*).  
Geologisches. Die Station liegt auf dem Diluvialplateau des rechten Ufers der Alster, eines kleinen Nebenflusses der Elbe. Die Bohrung ergab 0.0 m

— 1.1 m humösen Sand, 1.1 m — 1.4 m lehmigen Sand, 1.4 m — 2.0 m Lehm, 2.0 m — 4.0 m kalkfreien Sand, 4.0 m — 5.7 m Geschiebemergel, 5.7 m — 6.6 m kalkhaltigen Sand, 6.6 m — 11.2 m Geschiebemergel, 11.2 m — 13.0 m Kies, 13.0 m — 20.0 m Geschiebemergel, der vermutlich noch tiefer geht. Die oberen 2 m sind wahrscheinlich aufgebracht. Über das Auftreten älterer tertiärer Schichten, die bei Hamburg einen recht lockeren Charakter besitzen, unter der Station ist nichts sicheres bekannt, da diese Schichten in der Umgebung sehr starke Niveaunterschiede aufweisen.

Verkehrsverhältnisse. Die nächste Straße ist etwa 20 m entfernt und hatte bisher schlechtes Pflaster. Straßen- und Eisenbahnen rufen keine Störungen hervor.

Beobachtungsraum. Er besteht aus einem Innenbau mit zwei Sälen, deren Wände 3.3 m tief geführt sind. Innen sind ohne Berührungsmit den Wänden zwei große massive Kiesbetonblöcke direkt auf den in 6.5 m Tiefe liegenden Geschiebemergel aufgegossen. Auf diese sind die Instrumentenpfleiler, vom Fußboden isoliert, aufgemauert. Der Innenraum ist von einem Korridor umgeben, dessen Boden von den Wänden des Innenbaus isoliert ist. Das Ganze umschließt der Umhüllungsbau, in dem sich Arbeitszimmer und Treppenhaus befinden. Die Feuchtigkeit variiert zwischen 70—80%, die Temperatur ist sehr konstant.

Apparate. 1. Ein Horizontalpendel, System *Hecker*. 2. Ein astatisches Pendelseismometer von *Wiechart*.

Konstanten. Für das astatische Pendelseismometer von *Wiechart*: Eigelperiode 12 s, Vergrößerung 180, Pendelmasse 1200 kg, Dämpfungsverhältnis 5:1.

### Heidelberg (Königstuhl).

Koordinaten.  $\varphi = 49^\circ 23' 36''$  N,  $\lambda = 8^\circ 43' 15''$  E. Meereshöhe 559.4 m.

Geologisches. Buntsandstein. Verkehrsverhältnisse. Kein Verkehr in der Nähe; eine Bergbahn endet in 0.8 km Entfernung.

Beobachtungsraum. Der Raum liegt fast ganz unter der Erde, unter dem Turm des Bruce-Teleskopes. Die tägliche Temperaturschwankung beträgt höchstens wenige Zehntelgrad, die jährliche schwankt zwischen  $+4^\circ$  und  $+14^\circ$ . Der Raum ist im Sommer sehr feucht, im Winter trocken. Kein Grundwasser. Der Pendelpfeiler sitzt im Fels.

Apparate. Ein astatisches Seismometer eigener Konstruktion, nach *Wiechart*, mit Betonmasse. Zwei Komponenten NS und EW. Konstanten.

Komponente NS	Komponente EW
6.8 s	8.0 s
11.49 m	15.90 m

Reduzierte Schwingungsdauer  
Äquivalente Pendellänge

Neigungsempfindlichkeit des Pendels	2.30 mm	2.09 mm
Neigungsempfindlichkeit des äquivalenten mathematischen Pendels	20.9 mm	26.2 mm
Äquivalente Indikatorlänge	4313 m	5409 m
Indikatorvergrößerung	375	340
Dämpfungsverhältnis *	1.29	1.27
Maximaler Reibungsausschlag	1.42 mm	1.01 mm
Massa des Pendels	1559.5 kg	
Höhe des Schwerpunkts über dem Drehungspunkte	127 cm	
Das Dämpfungsverhältnis ist vielleicht etwas zu klein angegeben.		

Anmerkung. Der Stand der Normaluhr ist auf  $\pm 0.1$  s sicher. Die Registrierwalze des Seismographen dient als Chronograph, worauf die Marken der Normaluhr zwischen die Marken der Kontrolluhr des Seismographen täglich 3 mal registriert werden.

### Helwan (Cairo).

Koordinaten.  $\varphi = 29^\circ 51' 34''$  N,  $\lambda = 31^\circ 20' 30''$  E. Meereshöhe 116 m. Geologisches. Die Station liegt in der Wüste, ca. 5 km vom Nil entfernt und 90 m über ihm. Der Untergrund ist eozäner Kalkstein, der das östlich vom Nilta gelegene Plateau bildet. Verkehrsverhältnisse. In 2 km Entfernung eine Eisenbahn. Beobachtungsraum. Ein Zimmer von  $5 \times 4$  m Bodenfläche im meteorologischen Observatorium. Ein Hängeschrubbenboden ist an den Wänden angebracht, die auf dem felsigen Untergrund fundiert sind. Der Instrumentenpfeiler steht unmittelbar auf dem Felsen, der sich 60 cm unter der Bodenoberfläche findet. Der Raum ist vor schnellen Temperaturänderungen gut geschützt, die Feuchtigkeit ist gering. Kein Grundwasser.

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*, dessen Arm NS gerichtet ist. Konstanten. Eigelperiode 16 s. Ein Ausschlag von 2 mm entspricht einer Neigung von 1 Bogensekunde. Keine Dämpfung.

### Hohenheim.

Koordinaten.  $\varphi = 48^\circ 43' N$ ,  $\lambda = 9^\circ 14' 15''$  E. Meereshöhe 396 m. Geologisches. Untergrund zunächst Lehm, dann Liassandstein. Verkehrsverhältnisse. Die Station liegt im mittleren von Gärten und Äckern, die Umgebung ist also sehr ruhig. In 150 m Entfernung befindet sich eine Sekundärbahn, von der ab und zu kleinere, leicht als nicht seismisch erkennbare Störungen in den Aufzeichnungen der Instrumente erhalten werden.

Beobachtungsräum. Ein kleines Backsteingebäude, dessen Mauern auf der Lehmschicht stehen. Zwei isolierte Pendelpfeiler aus Beton durchbrechen diese Schicht und sind 1.5 m tief auf den Sandstein aufgesetzt. Der größere, 1.8 m hoch über den Fußboden aufragend, trägt den Horizontalpendelapparat, der andere das Trifilar und ein Kurzpendel. Die Feuchtigkeit beträgt 80%<sub>o</sub> die Temperaturschwankungen sind ziemlich groß, so daß für das Trifilar eine Kompressionsvorrichtung angebracht ist.

Apparate. 1. Horizontalpendel von *Bosch*, NS- und EW-Komponente. 2. Trifilargravimeter von *A. Schmidt*. 3. Ein Kurzpendel von *A. Schmidt*, zeitweilig nicht im Betrieb.

Konstanten.	Horizontalpendel NS-Komponente	Horizontalpendel EW-Komponente	Trifilar
Eigenperiode	10 s	6 s	1.5 s
Vergrößerung	60	36	400
Pendelmasse	46 kg	33 kg	400 gr
Dämpfung			keine.

### Honolulu.

Koordinaten.  $\varphi = 21^\circ 19.2' N$ ,  $\lambda = 158^\circ 03.8' W$ . Meereshöhe 15 m.

Geologisches. Untergrund Korallenfels. Das Observatorium liegt auf einer weiten Ebene, etwa 1 1/2 km vom Meeresufer. Der Korallenfels ist von großer Mächtigkeit (ca. 700 m) und enthält unregelmäßige Höhlungen. Verkehrsverhältnisse. Das Observatorium liegt etwa 20 km westlich von der Stadt Honolulu, 1 km von der Eisenbahn entfernt.

Beobachtungsräum. Besonderes Gebäude mit Mauern aus Korallenkalk, die 0.6 m tief in den Boden eindringen. Äußere Dimensionen 4.4×3.2 m, innere 3.3×2.1 m. Der Instrumentenpfeiler ist aus Bruchstein gemauert und an den Felsboden durch eiserne Krampen noch besonders befestigt. Die Ventilation ist schlecht, und man hat mit großer Feuchtigkeit zu kämpfen, namentlich bei Regenwetter. Das Grundwasserniveau entspricht dem Meeresspiegel.

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*, das die EW-Komponente der Erdbewegung aufzeichnet. Die Stundenmarken auf dem Seismogramm befinden sich auf der nach E weisenden Seite.

Konstanten. Eigenperiode 19 s, Vergrößerung 10. Keine Dämpfung.

### Ischia (Grande Sentinella).

Koordinaten.  $\varphi = 40^\circ 44' 45'' N$ ,  $\lambda = 13^\circ 54' 12'' E$ . Meereshöhe 122.85 m.

Geologisches. Untergrund tonartiger Tuff. Kein Grundwasser. Verkehrsverhältnisse. Die einzige fahrbare Straße liegt 200 m von der Station entfernt, zu ihr führt nur ein schmaler Pfad.

Beobachtungsräum. Die Feuchtigkeit schwankt zwischen 90%<sub>o</sub> und 96%<sub>o</sub>, die Temperatur ist nahe gleich dem Tagesmittel der äußeren Luft. Die Instrumente stehen in einem halb unterirdischen Raum.

Apparate. 1. Zwei Horizontalpendel, NS- und EW-Komponente. 2. Eine „Vasca sismica“. 3. Für fühlbare Beben ein Seismograph von *Cecchi* mit 3 Komponenten.

Konstanten. Für die Horizontalpendel: Eigenperiode 11.8 s, Vergrößerung S, Pendelmasse je 12 kg. Keine Dämpfung. Für die „Vasca sismica“: Wassertiefe 1.00 m, Durchmesser des Beckens 1.56 m, Durchmesser des Schwimmers 1.50 m. Wasservolumen 1911 Liter, Eigenperiode 1.64 s, Hebelvergrößerung für die NS-Komponente 91, für die EW-Komponente 97.

Konstanten. Für die Horizontalpendel: Eigenperiode 11.8 s, Vergrößerung S, Pendelmasse je 12 kg. Keine Dämpfung. Für die „Vasca sismica“: Wassertiefe 1.00 m, Durchmesser des Beckens 1.56 m, Durchmesser des Schwimmers 1.50 m. Wasservolumen 1911 Liter, Eigenperiode 1.64 s, Hebelvergrößerung für die NS-Komponente 91, für die EW-Komponente 97.

Anmerkung. Für beide Instrumente: Registriergeschwindigkeit 300 mm in der Stunde. Alle 10 Minuten Zeitmarken mit Hilfe eines Chronographen. Die Korrektion der Uhr des Chronographen war um

12 h Mittags des 16. August + 3 m 49.8 s

1	24 m	"	17.	"	+	3	45.2
3	00	"	17.	"	+	3	44.6
5	00	"	17.	"	+	3	43.9
12	Mittags	"	17.	"	+	3	41.5

Bei der „Vasca sismica“ schreiten die „Ordinaten“ von oben nach unten fort, bei den andern Apparaten vor unten nach oben. Bei der „Vasca sismica“ röhren die Spuren um 21 h 30 m des 16. August und um 4 h 15 m des 17. August von einem Insekt her.

### Ischia (Porto d'Ischia).

Koordinaten.  $\varphi = 40^\circ 44' 26'' N$ ,  $\lambda = 13^\circ 56' 35'' E$ . Meereshöhe 31.24 m. Geologisches. Untergrund Trachyt. Kein Grundwasser.

Verkehrsverhältnisse. Die Hauptstraße des Hafens ist etwa 300 m entfernt. Beobachtungsräum. Die Feuchtigkeit schwankt zwischen 60%<sub>o</sub> und 80%<sub>o</sub>, die Temperatur ist nahe gleich dem Tagesmittel der äußeren Luft. Apparate. 1. Zwei Horizontalpendel, EW- und NS-Komponente. 2. Eine „Vasca sismica“. 3. Eine lange Spirale. 4. Ein Seismometrograph von *Brassart* mit 2 Komponenten. 5. Ein Seismometrograph von *Brassart* mit 3 Komponenten. 6. Lange Wasserfließen, Horizontalpendel mit kleiner Registriergeschwindigkeit, tragbare Horizontalpendel mit größerer Registriergeschwindigkeit, photographisches Tromometer von *Agamennone*, astronomische Libellen, verschiedene Seismoskopie.

Konstanten. Für die Horizontalpendel: Eigenperiode für die NS-Komponente 14.5 s, für die EW-Komponente 16.0 s. Hebelvergrößerung S, Pendelmasse je 12 kg. Keine Dämpfung. Für die „Vasca sismica“: Wassertiefe 1.00 m,

Durchmesser des Beckens 1.58 m, Durchmesser des Schwimmers 1.50 m, Wasservolumen 1960 Liter, Eigenperiode 1.20<sup>s</sup>, Hebelvergrößerung für die NS-Komponente 74, für die EW-Komponente 69. Keine Dämpfung.  
Anmerkung. Für beide Instrumente: Registriergeschwindigkeit 300 mm in der Stunde. Zeitmarken mit der Hand. Die Uhrkorrektion war — 25.5<sup>s</sup> um Mitternacht und — 26.5<sup>s</sup> um Mittag des 17. August.

### Jena.

Koordinaten.  $\varphi = 50^\circ 56' N$ ,  $\lambda = 11^\circ 35' E$ . Meereshöhe 153 m.  
Geologisches. Zunächst Lehm, Sand, verwitterter Sandstein von etwa 4–5 m Mächtigkeit, dann anstehender Buntsandstein.  
Verkehrsverhältnisse. Wagen, Fabrikbetriebe erzeugen bei 200facher Vergrößerung kaum merkbare Störungen. Die in 200–400 m vorüberfahrenden Eisenbahnlinien erzeugen Störungen, die bei jedem Zuge in einer deutlichen Verbreiterung der Linien bestehen. Die elektrische Bahn (ca. 40 m entfernt) ist sehr schwach merklich.

Beobachtungsraum. Ein 1½ m tiefer Keller, der bei häufigem Öffnen der Fenster einigermaßen trocken bleibt, während auf konstante Temperatur nicht gesehen wird. Hier steht ein astratisches Pendelseismometer von Wiechert. In einer 10 m tiefer liegenden unterirdischen Kammer steht ein Straubelsches Vertikalpendel. In dieser Kammer ist die Temperatur sehr konstant, die Feuchtigkeit der Sättigung nahe. Das Grundwasserniveau liegt etwa 0.5 m unter der Sohle der Kammer.

Apparate. 1. Astatisches Pendelseismometer von Wiechert, Komponenten NS und EW. 2. Vertikalpendel von Stranbel.

Konstanten. Für das astratische Pendelseismometer von Wiechert: Eigenperiode ohne Dämpfung für die NS-Komponente 12.8<sup>s</sup>, für EW-Komponente 11.7<sup>s</sup>, Vergrößerung für die NS-Komponente 161, für EW-Komponente 172. Pendelmasse 1200 kg. Dämpfungsverhältnis 4.5.

Anmerkung. Die Minuten sind durch Unterbrechungen markiert, die Stunden durch Auslassung dieser Unterbrechungen.

### Jurjew (Dorpat).

Koordinaten.  $\varphi = 58^\circ 22.8' N$ ,  $\lambda = 26^\circ 43' 20'' E$ . Meereshöhe 48.5 m.  
Geologisches. Hügel an der rechten Seite des Embachtales. Untergrund Sand. Verkehrsverhältnisse. In unmittelbarer Nähe der Station findet kein Verkehr statt. Die nächste Straße ist 85 m von der Station entfernt, die Eisenbahn 1 km. Beobachtungsraum. Das photographische Pendel steht in einem in den nördlichen Abhang des Hügels eingegrabenen und mit Backsteinen ausgemauerten sehr geräumigen Keller. Es ist also nur die nördliche Seite dieses Kellers

nicht von Erde bedeckt. Der Pendelpfeiler, aus Backsteinen gemauert, ist vom Fußboden isoliert, ragt über ihn 0.67 m auf, und ist unter ihm 1.7 m tief fundiert. Die Feuchtigkeit ist sehr groß. Die Temperatur schwankt zwischen 3.3° (Ende März) und 8.1° (Ende Oktober). Das mechanisch registrierende Pendel steht in einem kleinen Keller der Sternwarte in der Nähe des vorerwähnten.

Apparate. 1. Photographisch registrierendes leichtes Horizontalpendel von Zöllner mit zwei Komponenten, im Meridian ( $R_4$ ) und im Vertikal ( $R_3$ ) aufgestellt. 2. Mechanisch registrierendes schweres Horizontalpendel von Zöllner mit einer Komponente, im I Vertikal aufgestellt.  
Konstanten. Für das photographische Pendel: Eigenperiode (doppelte Schwingungsdauer) im I Vertikal 28.36<sup>s</sup>, im Meridian 31.76<sup>s</sup>. Winkelwert eines Millimeters auf der Registrierwalze: im I Vertikal 0.016'', im Meridian 0.012''. Pendelmasse je 36 gr. Keine Dämpfung. Für das mechanisch registrierende Pendel: Eigenperiode 30.26<sup>s</sup>, Vergrößerung 4, Pendelmasse 43 kg. Keine Dämpfung.

Anmerkung. Für das photographische Pendel war die Uhrkorrektion + 3h 41m 27s; keine Parallaxe. Für das Schwerpendel Gesamtkorrektion (Uhrkorrektion + Parallaxe) um 14.4h + 9h 58m 03s und um 15.9h + 9h 58m 02s.

### Kalamata.

Koordinaten.  $\varphi = \text{ca. } 37^\circ 02' N$ ,  $\lambda = \text{ca. } 22^\circ 15' E$ . Meereshöhe 45.87 m. Verkehrsverhältnisse. — Beobachtungsraum. Ein Turm. Die mittlere relative Feuchtigkeit beträgt 62.5% und die mittlere jährliche Temperatur 19.5°. Apparate. Seismograph, System Agannenone. Konstanten. Eigenperiode 3.30<sup>s</sup>. Entfernung zwischen Aufhängepunkt und Schwerpunkt = 10.87 m. Pendelmasse 200 kg. Keine Dämpfung.

### Kapstadt.

Koordinaten.  $\varphi = 33^\circ 56' 04'' S$ ,  $\lambda = 18^\circ 28' 42'' E$ . Meereshöhe 10 m. Geologisches. Das Observatorium liegt in ziemlich ebenem Gelände zwischen der Tafelbai und der Falsebai. Untergrund zunächst verwittertes Gestein der sogenannten Malmesbury-Schichten, die den ganzen Südwesten der Kapkolonie bedecken und aus paläozoischen Quarziten und Schiefern bestehen. Etwa 5–9 m tiefer ist das Gestein unverwittert. Verkehrsverhältnisse. — Beobachtungsraum. Ein Keller im Hauptgebäude der Sternwarte. Apparate. Ein Horizontalpendel, System Milne. Konstanten. —

### Kew (Richmond).

Koordinaten.  $\varphi = 51^\circ 28' 06'' \text{N}$ ,  $\lambda = 0^\circ 18' 48'' \text{W}$ . Meereshöhe 6 m.  
Geologisches. Zunächst alluvialer Sand von beträchtlicher Mächtigkeit, dann Kalk und London-Ton. In 350 m Tiefe beginnt Kalkstein und in 380 m Tiefe paläozoische Schichten. (Nach Bohrungen in 1 $\frac{1}{2}$  km Entfernung.) Verkehrsverhältnisse. Das Observatorium liegt in einem großen Park, in 45 m Entfernung verläuft ein Privatweg. Die Themse umgibt den Park von zwei Seiten in etwa 315 m Entfernung. Südlich und nördlich verlaufen Eisenbahnen in etwa 1 km Abstand.

Beobachtungsraum. Ein Zimmer mit doppelten Holzwänden im Kellergeschoß, dessen Decke im Niveau des Bodens außerhalb liegt. Der tägliche Temperaturgang ist klein.  
Apparate. Ein Horizontalpendel, System Milne.  
Konstanten. Eigenperiode 18 s. Ein Ausschlag von 1 mm entspricht einer Neigung von 0.55 Bogensekunde. Keine Dämpfung.

### Kodaikānal (Madras).

Koordinaten.  $\varphi = 10^\circ 13' 50'' \text{N}$ ,  $\lambda = 77^\circ 28' \text{E}$ . Meereshöhe 2344 m.  
Geologisches. Die Station liegt auf der Kuppe eines der Palani-Hügel, die eine 25 km breite und 85 km lange Kette bilden. In etwa 3 km südlich und östlich von der Station fallen die Hügel steil ab. Der Untergrund besteht aus Charnockite-Felsen, einer archaischen Gneissart.  
Verkehrsverhältnisse. Störungen durch den Verkehr absolut ausgeschlossen. In einiger Entfernung nur kleine Saumpfade. Die Eisenbahn ist über 30 km entfernt.  
Beobachtungsraum. Im Untergeschoß der Südkuppel des Observatoriums. Ziemlich feucht. Die Temperatur variiert wenig und betrug zur Zeit des Bebens etwa 16°. Kein Grundwasser. Der Pfeiler ist auf den Fels fundiert.  
Apparate. Ein Horizontalpendel, System Milne.  
Konstanten. Eigenperiode 16 s. Keine Dämpfung.

### Krakau.

Koordinaten.  $\varphi = 50^\circ 03' 52'' \text{N}$ ,  $\lambda = 19^\circ 57' 36'' \text{E}$ . Meereshöhe 205 m.  
Geologisches. Eine dünne Oberflächenschicht besteht aus Lehm, tiefer folgt kompakter Sandboden.  
Verkehrsverhältnisse. In einer Entfernung von etwa 10 m befindet sich eine Straße, über welche zuweilen schwere Lastwagen und Kanonen fahren, sonst ziemlich ruhig.  
Beobachtungsraum. Die Pendel stehen auf isolierten Betonsockeln in einem mit Ziegelboden versehenen Keller. Der Sockel des einen Pendels (B) stößt

leider wegen Raumangst mit einer Ecke an die Umhüllungsmauer des Refraktors. Der Keller hat keine Fenster und befindet sich am Ende eines langen unterirdischen Korridors. Infolgedessen ist die Amplitude der täglichen Temperaturschwankungen äußerst gering, diejenige der jährlichen auch klein, und die Schwankungen selbst treten mit großer Verspätung ein. Das Niveau des Grundwassers befindet sich noch nahezu 2 m unter dem Fußboden des Kellers. Relative Feuchtigkeit im Mittel etwa 75%.

Apparate. Zwei Horizontalpendel von Bosch. Die Stange des Pendels A weist nach SW, die des Pendels B nach SE.  
Konstanten. Eigenperiode für A 0.52 m, für B 0.43 m. Vergrößerung bei beiden ca. 10, Pendelmasse je 11.5 kg. Keine Dämpfung.  
Anmerkung. Die unten angegebene Zeit ist die der Uhr Lepaute, gerechnet vom 15. August mittags. Die Uhr geht annähernd nach mitteleuropäischer Zeit. Zur Zeit des Bebens war die Uhrkorrektion + 1 m 33 s. Die Parallaxe bei A — 18.6 s, bei B — 37.8 s. Somit erhält man die mittlere Zeit von Greenwich für das Beben (von Mitternacht gerechnet), wenn man zu der Zeit nach Lepaute addiert: für A 11 h 1.24 m, für B 11 h 0.92 m. Die Unsicherheit der Uhrkorrektion ist  $\pm 1.2$  s.

### Kremmünster.

Koordinaten.  $\varphi = 48^\circ 03' 23'' \text{N}$ ,  $\lambda = 14^\circ 07' 54'' \text{E}$ . Meereshöhe 380 m.  
Geologisches. Das Observatorium liegt nahe am Rande einer Anhöhe, die sich etwa 100 m über die Talsohle erhebt. Den Untergrund bilden zunächst lockere Aufschüttungen von geringer Mächtigkeit, dann folgt festes Konglomerat mit Klüften, das einen guten Baustein bildet, und endlich die mächtigste Hauptformation der Gegend, nämlich tertärer Schlier (blättilcher Mergel). Alles Grundwasser sickert daher sofort längs der Mergelschicht ab zu Tal.  
Verkehrsverhältnisse. Die nächste Straße liegt 300 m, die Eisenbahn 600 m entfernt.  
Beobachtungsraum. Der Pendelpfeiler steht isoliert in lehmigem Erdboden, sein Fundament liegt  $\frac{1}{2}$  m unter dem Pflaster. Der Trommelpfeiler steht auf den sehr massiven Fundamentmauern der Sternwarte. Die Feuchtigkeit schwankt zwischen 86% und 90%, doch wird das Pendelgehäuse durch Chlorcalcium trocken gehalten. Der tägliche Temperaturlang ist gering, die Monatsmittel schwanken zwischen 3.6° und 15.9° (1904).

Apparate. Ein Horizontalpendel, System v. Rebeur-Ehler, mit 3 Komponenten. Komponente I ist gerichtet nach N 103° W, Komponente II nach N 43° W, Komponente III nach N 17° E.

Konstanten. Die einfache Schwingungsdauer der vertikal aufgehängten Pendel betrug für I: 0.3156 s, II: 0.3172 s, III: 0.3165 s. Die Schwingungsdauer als

Horizontalpendel bei allen Pendeln 5 s. Spiegelabstand für I und III 407 cm, für II 383,5 cm. Keine Dämpfung.  
Anmerkung. Die zur Zeit des Bebens zusammengehörigen Linien sind durch I, II, III bezeichnet. Zur Bestimmung der Parallaxe ist vor 6 h früher eine Unterbrechung.

### Laibach.

Koordinaten.  $\varphi = 46^\circ 03' N$ ,  $\lambda = 14^\circ 31' E$ . Meereshöhe 296 m.  
Geologisches. In einer Tiefe von 20–30 m lagern Karbonschieferschichten als Rest der teils versunkenen, teils denudierten Hügelkette zwischen dem Laibacher Schloßberg und Rosenbacher Hügel; über diesem Hügelrücken Alluvium (Schotter, Sand, teilweise Lehm). Der Laibachfluß (Tiefe der Flusssohle 10 m) fließt in einer Entfernung von 150 m am Fuße des Schloßberges vorbei. Die Fläche zwischen dem Observatorium und dem Fluß ist bebaut. Verkehrsverhältnisse. Das Gebäude steht frei. Längs der Ostseite führt eine 20 m breite Straße, die an Wochentagen einen mäßigen, an Sonntagen nahezu gar keinen Verkehr aufweist. Längs dieser Straße am Gebäude ein 5 m breiter Vorgarten. Die übrigen drei Fronten des Gebäudes sind von Höfen und Gärten der benachbarten Wohngebäude umgeben. Entfernung des Gebäudes von der Straßenmitte 15 m.

Beobachtungsraum. Der Mikroseismograph *Vicentini* und die Horizontalpendel, System *Grabovits-Belar*, sind an der Hauptmauer des Gebäudes befestigt, welche von Süd nach Nord verläuft. Aufhängepunkt des Mikroseismographen gegen 6 m über dem Straßenniveau, Entfernung von der Straßenmitte 24 m. Das Pendel, System *v. Rebeur-Ehrlert*, steht auf einem isolierten Kalksteinpfeiler im Kellergeschoß des Gebäudes. Der Fußboden des Kellerraumes liegt 2 m unter dem Straßenniveau. Der isolierte Pfeiler ragt 1 m über die Sohle des Kellers freい empor und ruht 2 m unter dem Fußboden (ohne Verbindung mit demselben), also 4 m unter dem Straßenniveau. Die Entfernung des Pfeilers von der Straßenmitte beträgt gegen 22,5 m.

Apparate. 1. Ein Seismograph mit 2 Komponenten, SN u. EW. 2. Ein Mikroseismograph *Vicentini* (Komp. SN, EW, Vertikal). 3. Ein zweifaches Horizontalpendel, System *Grabovits-Belar*, mit zwei Komponenten (NE-SW und NW-SE). 4. Ein dreifaches Horizontalpendel, System *v. Rebeur-Ehrlert*, mit den Komponenten: SN, S 60° W, S 60° E.

Konstanten. Mikroseismograph *Vicentini*: Pendellänge 1500 mm, Pendelmasse 100 kg, Vergrößerung 1:100, Eigenperiode ohne Dämpfung 2,4 s.  
Horizontalpendel *Grabovits-Belar*: Pendelmasse 20 kg, Pendellänge 2625 mm, Vergrößerung 1:12,5, Eigenperiode ohne Dämpfung 9,38 s.  
Horizontalpendel von *Rebeur-Ehrlert*, NS-Komponente: Eigenperiode ohne Dämpfung 12 s, Entfernung des Registrierbandes vom Hohlspiegel

3710 mm. S 60° W-Komponente: Eigenperiode ohne Dämpfung 7 s, S 60° E-Komponente: Eigenperiode ohne Dämpfung 3 s. Entfernung des Registrierbandes vom Hohlspiegel 4055 mm.

### Leipzig.

Koordinaten.  $\varphi = 51^\circ 20' 06'' N$ ,  $\lambda = 12^\circ 23' 30'' E$ . Meereshöhe 119 m.  
Geologisches. Den Untergrund bilden ziemlich grobstückige präglaziale (pilo-zäne) Flusschotter. Unter letzteren lagert die aus Braunkohlenflözen, feinen gleichkörnigen Sanden sowie aus Tonen aufgebaute, an dieser Stelle mindestens 100 m mächtige miozäne und oligozäne Braunkohlenformation. Verkehrsverhältnisse. Der Verkehr in den benachbarten Straßen ist nicht sehr lebhaft und verursacht von der asphaltierten, 42 m entfernten Liebig- und der 45 m entfernten Stephanstraße her keine bemerkbaren Störungen, wohl aber machen sich solche geltend durch den Wagenverkehr auf der 85 m abliegenden gepflasterten Brüderstraße. Sich ständig aufzeichnende, winzige, am Tage beträchtlichere, in der Nacht eben noch erkennbare Schwankungen dürften zum Teil auf die in Fabrikgrundstücken der Brüderstraße stehenden Dampfmaschinen zu beziehen sein, besonders aber von einer nur 12 m vom Seismometer entfernt stehenden 36 m hohen Esse herrühren, welche letztere auch die bei heftigen Stürmen bis zu 1,5 cm weiten Ausschläge der Schreibstifte verursacht.

Beobachtungsraum. Er liegt im Keller und ist gewölbt; der zementierte Fußboden liegt 10 cm unter Tage. Die Feuchtigkeit beträgt 65% – 70%. Temperaturschwankungen treten nur langsam ein. Der Grundwasserspiegel liegt 5 m unter dem Fußboden.

Apparate. Astatisches Pendelseismometer von *Wiegert*, Komponenten NS und EW. Konstanten. Eigenperiode 8,5 s. Vergrößerung bei der NS-Komponente 220,6 bei der EW-Komponente 241. Neigungsempfindlichkeit für die Bogensekunde bei NS 19 mm, bei EW 21 mm. Die eigentliche Pendelmasse (ohne die zugehörige Achse) wiegt 1000 kg. Dämpfungsverhältnisse bei der NS-Komponente 3,05, bei der EW-Komponente 2,4.

### Lemberg.

Koordinaten.  $\varphi = 49^\circ 50' 11'' N$ ,  $\lambda = 24^\circ 01' E$ . Meereshöhe 300 m.  
Geologisches. Der Untergrund besteht zunächst aus einer 1 m dicken, sandigen Quartärlage, dann folgen mit 10 m Mächtigkeit obermiözäne Sande und Sandsteine, und endlich folgt oberkretaziischer Kalkmerkel, bis 4/0 m Tiefe erbohrt. Die Gegend gehört dem östlichen Teile der podolischen Tafel an. Verkehrsverhältnisse. Das Observatorium liegt fern vom Stadtverkehr. Beobachtungsraum. Ein neues Gebäude. Die Feuchtigkeit betrug 80%.

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *v. Rebeur-Ellert*, von E nach W gerichtet.

Konstanten. Eigenperiode 10 s. Keine Dämpfung.

### Manila.

Koordinaten.  $\varphi = 14^\circ 34' 11''$  N,  $\lambda = 120^\circ 58' 33''$  E. Meereshöhe 11.50 m.

Geologisches. Untergrund Alluvium, Meeressand etwa 14 m mächtig. Darunter vulkanischer Tuff, der 4.5 km östlich vom Observatorium ausstreckt. Nördlich und südlich erstreckt sich das Alluvium viele Meilen weit. Die Meeresküste liegt in 300 m Entfernung; der Fluß Pasig fließt 4.5 km entfernt an der Stadt vorbei.

Beobachtungsraum. Vier solide Steinmauern von 4 m Länge und 6 m Höhe. In der Mitte steht der isolierte Steinpfeiler, der 4 m tief fundiert ist, in der Höhe von 5 m über dem Boden ist der Pfeiler prismatisch mit einer Grundfläche von  $3.30 \times 3.30$  m. Das Pendel hängt an seiner Westseite. Die mittlere Feuchtigkeit ist 65 % und die mittlere Temperatur ist  $24^\circ$ . Das Grundwasserniveau liegt in der Regenzeit (Juni–November) in 0.6 m und in der Trockenzeit (Dezember–Mai) in 1.5 m Tiefe.

Apparate. 1. Ein Mikroseismograph *Vicentini*. 2. Ein Tromometer von *Bertelli*. 3. Ein Vertikalseismometer. 4. Drei gewöhnliche Seismometer – zwei für Horizontalbewegung und eins für Vertikalbewegung – 5. Ein Pendel zur Bestimmung der Richtung der Anfangsbewegung. 6. Ein Mikroseismograph von *Cecchi*. 7. Ein Seismograph von *Cecchi*. 8. Ein Mikroseismograph von *Rossi*. 9. Ein verbesselter Seismograph von *Gray-Milne*.

Konstanten. Mikroseismograph *Vicentini*: Eigenperiode 1.2 s, Vergrößerung etwa 100, Pendelmasse 100 kg. Keine Dämpfung.

### Messina.

Koordinaten.  $\varphi = 38^\circ 12' N$ ,  $\lambda = 15^\circ 33' E$ . Meereshöhe 46 m.

Geologisches. —

Verkehrsverhältnisse. —

Apparate. 1. Mikroseismograph *Vicentini*, Vertikal- und zwei Horizontalkomponenten, NE und NW. 2. Vertikalpendel von *Agamemnone* mit zwei Komponenten, NE und NW.

Konstanten. Mikroseismograph *Vicentini*: Eigenperiode 1.2 s für die Horizontalkomponenten und 0.9 s für die Vertikalkomponente. Dämpfungsverhältnis 1.06. Vertikalpendel von *Agamemnone*: Eigenperiode 3.9 s, Vergrößerung 12. Dämpfungsverhältnis für die NE-Komponente 1.06, für die NW-Komponente 1.17.

### Moncalieri.

Koordinaten.  $\varphi = 44^\circ 59' 58''$  N,  $\lambda = 7^\circ 41' 08''$  E. Meereshöhe 238 m. Geologisches. Die Station liegt am Abhange eines Hügels. Der Untergrund besteht aus diluvialen Ablagerungen, Sanden, Mergeln, Konglomeraten, erratischen Blöcken. Etwa 30 m tiefer diluviale Ablagerungen des ehemaligen Laufes des Po.

Verkehrsverhältnisse. Entlang der äußeren Mauer des Pendelsaales, aber in einem höheren Niveau, verläuft ein kleiner Saumpfad, unterhalb, etwa 100 m entfernt, die große Fahrstraße mit elektrischem Tram. In etwa 1 km Entfernung liegt die Eisenbahn.

Beobachtungsraum. Ein quadratischer Saal von 5 m Seitenlänge unter dem Fundament des Gebäudes. Nach der Seite des Fußpfades sind die Mauern doppelt, nach der anderen Seite durch Korridore isoliert. Die Feuchtigkeit ist nicht beträchtlich, die Tagesschwankung der Temperatur fast unmerklich, die Jahresschwankung zwischen  $4^\circ$  und  $18^\circ$ . Kaum Grundwasser vorhanden. Die Pendel stehen auf zwei sehr massiven gegossenen Säulen, die vom Gebäude vollständig isoliert sind.

Apparate. 1. Zwei Horizontalpendel, System *Siattei*, NS- und EW-Komponente mit magnetischer Verbindung der Vergrößerungsschleife. 2. Ein Tromometer von *Bertelli*.

Konstanten. Horizontalpendel: Eigenperiode für die NS-Komponente 8.6 s, für die EW-Komponente 8.0 s. Vergrößerung 25, Pendelmasse je 260 kg. Keine Dämpfung.

Anmerkung. Zeitmarken alle Viertelstunden, die Genaugkeit ist fraglich.

### Ógyalla.

Koordinaten.  $\varphi = 47^\circ 52' 24''$  N,  $\lambda = 18^\circ 52' 32''$  E. Meereshöhe 111 m.

Geologisches. Ógyalla liegt in einer welligen sandigen Ebene, die von den schlammfüllten Betten alter Flüsse durchschnitten wird. Das Grundwasserniveau liegt 0.5 m tief.

Verkehrsverhältnisse. Ógyalla ist ein stilles Dorf; der Verkehr stört die Instrumente nicht.

Beobachtungsraum. Der Instrumentenpavillon befindet sich im Niveau des Bodens im Park des meteorologischen Instituts. Die thermischen und hygro-metrischen Verhältnisse sind dieselben, wie die der äußeren Luft. Die Pendel stehen auf einer Betonmasse, die 2.5 m tief in den Boden reicht und mehr als 1 m tiefer als die Fundamente des Pavillons liegt. Die Fundamente sind durch Sand isoliert. Das Grundwasserniveau liegt 0.5 m tief.

Apparate. 1. Ein Paar Pendel von *Vicentini-Komkoly* (Komponenten NS, EW

und Vertikalkomponente). 2. Ein Paar Horizontalpendel von *Bosch* (NS und EW).

Konstanten. *Bosch*-Pendel: Eigenperiode für die NS-Komponente 23 s, für die EW-Komponente 21 s, Vergrößerung 10, Pendelmasse 10 kg für jede Komponente.

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*.  
Konstanten. Eigelperiode schwankt zwischen 15,8 s – 17 s. Ein Millimeter Ausschlag auf dem Diagramm entspricht einer Neigung von 0,55 Bogensekunde.

### Paris.

#### Osaka.

Koordinaten.  $\varphi = 34^\circ 42' N$ ,  $\lambda = 135^\circ 31' E$ . Meereshöhe 5,6 m.  
Geologisches. Ebene Gegend, das Delta eines Flusses; Untergrund Alluvium. Beobachtungsraum. Die meteorologische Station.

Apparate. 1. Horizontalpendel, System *Omori*, EW-Komponente. 2. „Horizontal Tremor Recorder“ von *Omori*, EW- und NS-Komponente.  
Konstanten. Horizontalpendel: Vertikalabstand des Aufhängepunktes vom Stützpunkte 86 cm, Entfernung des Schwerpunkts von der Achse 44 cm, Pendelmasse 16 kg, Eigenperiode 27 s, Vergrößerung 20.

#### Padua.

Koordinaten.  $\varphi = 45^\circ 24' 03'' N$ ,  $\lambda = 11^\circ 52' 18'' E$ . Meereshöhe 15 m.  
Geologisches. Untergrund junge alluviale Ablagerungen.  
Beobachtungsraum. Ein Keller etwa 3 m unterhalb des Straßenniveaus im Universitätsgebäude. Der Pendelpfeiler ist 2,75 m tiefer fundiert. Das Grundwasser liegt noch mehrere Meter tiefer.

Apparate. Mikroseismograph, System *Vicentini*, mit Öldämpfung. Außerdem im ersten Stock zu Studienzwecken ein freies Pendel.

Konstanten. Die Vertikalkomponente des Mikroseismographen *Vicentini* läßt keine Bewegung erkennen. Für die Horizontalkomponenten war die Eigenperiode (mit Dämpfung) 2,6 s, die Vergrößerung 101, die Pendelmasse 100 kg. Durch die Dämpfung war das Pendel nahezu aperiodisch.

#### Paisley.

Koordinaten.  $\varphi = 55^\circ 50' 44'' N$ ,  $\lambda = 4^\circ 25' 50'' W$ . Meereshöhe 31,7 m.  
Geologisches. Untergrund Geschiebemergel, 6–10 m mächtig.  
Verkehrsverhältnisse. Etwa 25 m nördlich von der Station verläuft eine wenig befahrene schmale Straße, etwa 90 m südlich die befahrene Hauptstraße der Stadt. Etwa 270 m nördlich und 540 m südlich verlaufen sehr befahrene Eisenbahnen. Die Verhältnisse sind also durchaus ungünstig und durch die Verkehrsverhältnisse bedingte Störungen häufig.  
Beobachtungsraum. Ein hölzerner Pavillon von 3' 9" m im Quadrat und 1,8 m hoch. Der massive Pendelpfeiler ist vom Boden isoliert.

Koordinaten.  $\varphi = 48^\circ 50' 11'' N$ ,  $\lambda = 2^\circ 20' 14'' E$ . Meereshöhe etwa 66 m.  
Geologisches. —  
Verkehrsverhältnisse. —  
Beobachtungsraum. Die Pariser Sternwarte. Die Aufstellung der Seismographen war provisorisch, aber gut.

Apparate. Zwei Horizontalpendel, System *Milne*, das eine im Meridian, nach Süd gerichtet, registriert die EW-Komponente, das andere im I. Vertikal, nach E gerichtet, registriert die NS-Komponente. Das letztere ist umgeborgen, so daß beide auf dasselbe Papierblatt registrieren. Beide sind an ein und demselben Träger angebracht.  
Konstanten. Die Entfernung des Aufhängepunktes vom Stützpunkt der Pendel ist 455 mm für die EW-Komponente und 450 mm für die NS-Komponente. Die Entfernung des registrierenden Lichtpunkts von der Achse beträgt für beide 95 cm. Abstand des Schwerpunkts der beweglichen Teile von ihrer Vertikalachse für die EW-Komponente 14 cm, für die NS-Komponente 10 cm. Masse der beweglichen Teile für erstere 420 gr, für letztere 347 gr. Eigenperiode für erstere 13,4 s, für letztere 12,0 s.

#### Perth.

Koordinaten.  $\varphi = 31^\circ 57' 09'' S$ ,  $\lambda = 115^\circ 50' 26'' E$ . Meereshöhe 57,0 m.  
Geologisches. Untergrund Sand und Kalkstein.  
Verkehrsverhältnisse. Eine elektrische Bahn liegt etwa 400 m entfernt, die Haupteisenbahn etwa 800 m.  
Beobachtungsraum. Ein trockener unterirdischer Keller. Die Temperatur ist sehr konstant und variiert auch bei äußeren Temperaturschwankungen von 20° um nicht mehr als 0,3°.

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*.  
Konstanten. Eigenperiode 16 s, ein Ausschlag von 1 mm entsprach einer Neigung von 0,71 Bogensekunde. Keine Dämpfung.

#### Polá.

Koordinaten.  $\varphi = 44^\circ 51' 49'' N$ ,  $\lambda = 13^\circ 50' 46'' E$ . Meereshöhe 31,7 m.  
Geologisches. Die Station befindet sich auf dem Hügel Monte Zaro, der aus Kreidekalk besteht.

Verkehrsverhältnisse. In der Umgebung herrscht nur äußerst geringer Wagenverkehr; zufällige mechanische Störungen werden fast niemals beobachtet.

Beobachtungsraum. Ein separates Häuschen, dessen Mauern nach Wegräumung von Schutt und Erdreich auf den Fels fundiert sind. Der Pfeiler steht auf ganz festem Felsen etwa 2.3 m unter der äußeren Erdoberfläche.

Apparate. Ein Mikroseismograph, System *Vicentini*, mit 3 Komponenten. Konstanten. Schwingungsdauer beim Vertikalapparat 0.46 s, beim Horizontalapparat 1.12 s. Vergrößerung beim Vertikalapparat 135, beim Horizontalapparat 110. Pendelmasse beim Horizontalapparat 100 kg, beim Vertikalapparat 50 kg. Keine Dämpfung.

Anmerkung. Bei undulatorischen Bewegungen entspricht einer Neigung des Pfeilers nach N ein Ausschlag der NS-Feder nach links (in der Richtung der Zeitskala gesehen), einer Neigung nach E ein Ausschlag der EW-Feder nach rechts, und einer Senkung des Pfeilers ein Ausschlag der Vertikalfeder nach rechts.

### Ponta Delgada.

Koordinaten.  $\varphi = 37^\circ 44' 18''$  N,  $\lambda = 25^\circ 41' 15''$  W. Meereshöhe 16 m. Geologisches. Den Untergrund bildet zunächst eine 90 cm dicke Schicht vulkanischer Asche, dann folgt jedenfalls sehr mächtiger Basaltfels, der den alten Lavaströmen eines naheliegenden Vulkans darstellt. Die Station liegt in einer sich 2 km weit erstreckenden Ebene; 120 m südwärts beginnt das Meer. Kleine Vulkanhügel erheben sich in einiger Entfernung; der nächste liegt 2 km entfernt. Erst in 9–12 km Entfernung im NE und E erheben sich größere bis 900 m hohe Berge.

Verkehrsverhältnisse. Die Station liegt in einem von der Stadt getrennten Garten. Im Süden führt eine Straße in 30 m Entfernung vorbei.

Beobachtungsraum. Ein rechteckiges ( $5 \times 3$  m) Steinhaus. Die Tagesschwankung der Temperatur übersteigt nicht  $2.5^\circ$ , die Feuchtigkeit beträgt im Mittel  $73\%$ . Der Pendelpfeiler durchbricht die oberflächliche Aschenschicht und ruht direkt auf dem Basaltfels. Kein Grundwasser.

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*. Konstanten. Ein Ausschlag von 1 mm entsprach 0.46 Bogensekunde Neigung.

### Potsdam.

Koordinaten.  $\varphi = 52^\circ 51' 51''$  N,  $\lambda = 13^\circ 04' 00''$  E. Meereshöhe 83 m. Geologisches. Untergrund Sand. Verkehrsverhältnisse. Die Station liegt im Walde, 2 km von der Stadt Potsdam entfernt. Störungen durch Verkehr sind nicht vorhanden.

Beobachtungsraum. Der Raum, in dem die Instrumente aufgestellt sind, wird von einem Doppelhause umschlossen. Die tägliche Schwankung der Temperatur in diesem Raume ist gering. Er enthält nur wenig Feuchtigkeit, da die durch die Ventilationsrohre unten einströmende Luft über Chlorcalcium streicht. Die Instrumente stehen auf einem isolierten Pfeiler von 3 qm Grundfläche und 2 m Höhe. Der Wasserspiegel im Brunnen des Observatoriums liegt in 33 m Meereshöhe.

Apparate. 1. Leichtes Horizontalpendel von *Hecker* mit 2 Komponenten. Pendelrichtung EW und NS. 2. Astaticches Pendelseismometer von *Wiechert* mit 2 Komponenten NS und EW.

Konstanten.	Horizontalpendel Astatiches Pendelseismometer von Wiechert
	NS EW
Schwingungsdauer	18.3 s
Vergrößerung	36
Pendelmasse	70 gr
Dämpfungsverhältnis	$\frac{70 \text{ gr}}{4:1}$
	15 s
	130 130
	$\frac{1000 \text{ kg}}{5:1}$

Anmerkung. Die Uhrkorrektion betrug + 19 s. Zeitmarken beim Horizontalpendel halbstündlich: 30 m 0 s bis 30 m 7 s und 0 m 0 s bis 0 m 7 s; beim astratischen Pendelseismometer Wiechert halbstündig: 59 m 58 s bis 0 m 7 s und 29 m 58 s bis 30 m 7 s, außerdem jede Minute um Sekunde 0.

### Rio de Janeiro.

Koordinaten.  $\varphi = 22^\circ 54' 24''$  S,  $\lambda = 43^\circ 10' 21''$  E. Meereshöhe 44 m. Geologisches. Die Station liegt auf dem Hügel „Castello“, der aus einem Kern von Gneis besteht. Der Gneis ist aber fast vollständig in rötlichen Ton verwandelt. Kein Grundwasser.

Verkehrsverhältnisse. Weder Trambahnen noch Wagen verkehren in der Umgebung. Beobachtungsraum. Die Pendel stehen in einem gewölbten Saale mit 2 m dicken Mauern auf dem Boden. Dieser ist infolge von Ausgrabungen zu historischen Zwecken unterhöhlt, sodaß das Pendel auf einem gewölbten Fußboden steht, unter dem sich ein Hohlraum befindet. Die Temperaturschwankungen sind sehr gering.

Apparate. Zwei Horizontalpendel von *Bosch*, Komponente-A steht in I Vertikal, das Pendelgewicht nach W gerichtet, Komponente B steht im Meridian, das Pendelgewicht nach S gerichtet. Außerdem vorhanden, aber nicht in Tätigkeit, ein dreifaches Horizontalpendel, System von *Rebeur-Ehlers* und in Aufstellung begriffen ein schweres (1000 kg) Horizontalpendel nach *Stiessi*. Konstanten. Ganze Eigenperiode für A 64.2 s, für B 69.6 s (bei abgehobener Schreibfeder). Vergrößerung 15, Pendelmasse je 15 kg. Starke Reibung.

## Rocca di Papa.

Koordinaten.  $\varphi = 41^\circ 46' N$ ,  $\lambda = 12^\circ 43' E$ . Meereshöhe 760 m.  
Geologisches. Die Station liegt am Rande des Kraters eines erloschenen Vul-  
kans auf dem Gipfel eines kleinen Hügels aus vulkanischem Gestein. Die  
den Untergrund bildende Lava führt den Namen „sperone“.  
Verkehrsverhältnisse. In der Nähe ein kleines Dorf, erst 7 km entfernt liegen  
Frascati und Albano.

Beobachtungsraum. Die Apparate sind an den Hauptmauern des Gebäudes  
angebracht, die Seismoskopie stehen auf besonderen Pfeilern.

Apparate. 1. Großer Mikroseismometrograph, System *Agamemnone*, Kompo-  
nenten NE und NW. 2. Seismometrograph, System *Agamemnone*, Kompo-  
nenten NS und EW. 3. Horizontalpendel, Komponenten EW und NS.  
Konstanten. Großer Mikroseismo-  
metrograph NS  
Horizontalpendel  
EW  
Seismometrograph NS  
EW  
Eigenperiode 4.2 s 4.6 s 27.2 s 26.6 s  
Vergrößerung 60 14 1 1  
Pendelmasse 500 kg 200 kg 60 kg 60 kg

Anmerkung. Alle Apparate registrieren mit Tinte.

## San Fernando.

Koordinaten.  $\varphi = 36^\circ 27' 42.0'' N$ ,  $\lambda = 6^\circ 12' 19.3'' W$ . Meereshöhe 28.5 m.  
Geologisches. Die Station liegt auf der Kuppe eines 10 m hohen Hügels, die  
Bodenneigung beträgt  $7^\circ$ . Untergrund Pliozän, überdeckt von einer Alluvial-  
schicht. Das Grundwasserniveau liegt 40 m tief.  
Verkehrsverhältnisse. Die Eisenbahn liegt 250 m entfernt. Störungen durch  
den Verkehr sind nicht zu bemerken.

Beobachtungsraum. Ein Saal im östlichen Teil des Marineobservatoriums.  
Der Pfeiler besteht aus Bruchstein und ist, isoliert vom Fußboden, direkt  
auf den Fels fundiert. Der Raum ist völlig trocken und die Temperatur hält  
sich sehr konstant, im Winter bei  $12^\circ$ , im Sommer bei  $20^\circ$ .  
Apparate. 1. Ein Horizontalpendel, System *Milne*. 2. Ein Seismograph von *Ewing*.  
Konstanten. Horizontalpendel *Milne*: Eigenperiode 20 s. Ein Ausschlag von  
1 mm entspricht 0.25 Bogensekunde Neigung.

## Sarajevo.

Koordinaten.  $\varphi = 43^\circ 52' 08'' N$ ,  $\lambda = 18^\circ 25' 39'' E$ . Meereshöhe 632.58 m.  
Geologisches. Der Untergrund besteht aus ca. 40 cm Humus, darunter Lehm.  
Der Grundwasserstand ist ziemlich hoch.  
Verkehrsverhältnisse. Die Station ist außerhalb der Stadt am Südhange

eines Höhenrückens inmitten eines Gartens ca. 30 m von Straßen entfernt  
gelegen, auf denen nur leichte Wagen und zwar äußerst selten verkehren.  
Beobachtungsraum. Die Instrumente sind im ersten Stock des nach den Welt-  
gegenden orientierten Gebäudes des meteorologischen Observatoriums an-  
gebracht und zwar das Pendel I an der W-Mauer, das Pendel II an der Süd-  
mauer. Die Temperatur ändert sich in kurzen Zeiträumen nur unmerklich,  
das Lokal ist sehr trocken. Dagegen wirken Erschütterungen im Zimmer  
sowie die Wind- und Temperaturverhältnisse außen sehr störend auf die  
Diagramme.

Apparate. 1. Zwei Mikroseismographen von *Vicentini* (I und II) mit je zwei  
Horizontalkomponenten NS und EW. 2. Ein Seismoskop.  
Konstanten. Mikroseismograph *Vicentini*: Eigenperiode bei beiden Pendeln 2.2 s,  
Pendellänge 1.5 m, Pendelmasse je 100 kg. Vergrößerung bei I NS 156, bei  
I EW 138, bei II NS 114, bei II EW 114. Keine Dämpfung.

## Si-ka-wei.

Koordinaten.  $\varphi = 31^\circ 11' 33'' N$ ,  $\lambda = 121^\circ 25' 45'' E$ . Meereshöhe 7 m.  
Geologisches. Untergrund Alluvium, dann vielleicht Quarzsandstein, noch tiefer  
etwa Kalk und Konglomerate.  
Verkehrsverhältnisse. Weder Eisen- noch Straßenbahnen, nur leichte Hand-  
wagen verkehren in der Nähe.  
Beobachtungsraum. Ein Häuschen aus Ziegelsteinen, dessen Wände durch  
Stroh gegen die Sonnenstrahlen geschützt sind. Die Instrumente stehen in  
Glastästen. Der Grundwasserspiegel liegt in 1.8 m Tiefe.  
Apparate. Zwei Horizontalpendel, System *Omori*. NS- und EW-Komponente.  
Konstanten. Eigenperiode 33.5 s, Vergrößerung 15, Pendelmasse 15 kg. Keine  
Dämpfung.

## Simla.

Koordinaten.  $\varphi = 31^\circ 06' N$ ,  $\lambda = 77^\circ 12' E$ . Meereshöhe 2210 m.  
Geologisches. Der Bergrücken, auf dem das Observatorium liegt, besteht aus  
Schichten der „Boileauganj“-Quarzite und Schiefer, darunter lagern Kar-  
bonschiefer.  
Verkehrsverhältnisse. Eine schmalspurige Eisenbahn endet in 800 m Ent-  
fernung und 150 m unterhalb. Zur Zeit des Bebens verkehrten dort keine  
Züge. Innerhalb 150 m vom Observatorium gibt es keine für Wagen und  
Pferde passierbare Straße.  
Beobachtungsraum. Ein kleines EW orientiertes Häuschen auf der Nordseite  
der Bergkuppe und etwa 3 m unterhalb derselben. Der Pendelpfeiler ruht  
auf einer soliden Basis von 60X60 cm und dringt  $1\frac{1}{2}$  m in den Boden ein,

Ohne indessen den festen Fels zu erreichen. Die Feuchtigkeit war zur Zeit des Bebens mehrere Tage lang =  $100\%$ , da es viele Tage lang heftig regnete. Der Niederschlag für die ersten 17 Auguststage betrug 700 mm. Die mittlere Tagestemperatur betrug  $16^\circ$ , die tägliche Schwankung war  $< 3.5^\circ$ . Grundwasser ist der Bodenverhältnisse wegen nicht vorhanden.

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Omori-Ewing*, registriert die NS-Komponenten der Bewegung.

Konstanten. Eigenperiode 20 s, Vergrößerung 10, Pendelmasse 10 kg. Keine Dämpfung.

Anmerkung. Als Normalzeit gilt die Zeit + 5 h 30 m. In bezug hierauf war die Uhrkorrektion — 1 m 24 s um 16 h des 16. August 1906 und der Uhrgang — 1 s in der Stunde. Die Marken  entsprechen den vollen Stunden, jeder Querstrich nach einer solchen der ersten Minute nach der vollen Stunde. Der wahrscheinliche Fehler der Zeitskala beträgt  $\pm 0.2$  m.

### Sofia.

Koordinaten.  $\varphi = 42^\circ 41' 40''$  N,  $\lambda = 23^\circ 19' 39''$  E. Meereshöhe 540 m. Geologisches. Den Untergrund bildet zunächst diluvialer Schotter, 1.5—2.5 m mächtig, dann folgen fast horizontale pliozäne Schichten von sandigem Ton und Sand, deren Mächtigkeit wahrscheinlich weit über 30 m ist. Das Grundwasserniveau liegt in einer Tiefe von 10—15 m.

Verkehrsverhältnisse. Diese beeinflussen die Seismographen fast gar nicht. Beobachtungsraum. Keller des meteorologischen Instituts. Der Pendelpfeiler ist 3 m tief unter der Erdoberfläche fundiert. Die Temperatur variierte zur Zeit des Bebens um etwa  $0.1^\circ$  täglich, die Feuchtigkeit um  $10\%—20\%$ . Letztere hielt sich nahe bei  $80\%$ .

Apparate. Zwei Horizontalpendel von *Bosch*: A registriert die EW-Komponente, B die NS-Komponente.

Konstanten. Eigenperiode für A 19.9 s, für B 20.0 s. Vergrößerung 10, Pendelmasse je 10 kg. Keine Dämpfung.

### Straßburg.

Koordinaten.  $\varphi = 48^\circ 35' 00''$  N,  $\lambda = 7^\circ 46' 10''$  E. Meereshöhe 135 m. Geologisches. Die Station liegt in der Rheinebene, 2 km vom Hauptrame des Rheines und 300 m von der Ill entfernt. Die Vogesen sind 20 km, der Schwarzwald 15 km entfernt. Der Untergrund ist zunächst bis 1.5 m Tiefe aufgeschüttet, dann folgt eine mit Letten durchsetzte 25 cm mächtige Sandschicht und hierauf festgelageter Rheinkies.

Verkehrsverhältnisse. Die nächsten, fast gar nicht befahrenen Straßen liegen etwa 60 m entfernt, Trambahnen verkehren in größerer Entfernung, die

nächste Eisenbahnlinie liegt über 2 km weit ab. Trotzdem machen sich Verkehrsstörungen in den Aufzeichnungen der Instrumente, namentlich des astatischen Pendelseismometers von Wiechert, bemerkbar und zwar vorherrschend am Tage.

Beobachtungsraum. Ein besonderes, halb unterirdisches Gebäude im Garten der Universität, bestehend aus einem Innenbau und einem Umhüllungsbau, die beide durch einen 1.0 m breiten Gang getrennt und vollständig isoliert sind. Die im Innenbau stehenden Pendelpfeiler sind sämtlich vom Fußboden isoliert, dringen 1.5 bis 2.5 m in den Kiesboden ein und bestehen aus mit Eisenbeton gefüllten Monierröhren. Die täglichen Temperaturschwankungen betragen höchstens einige Zehntel Grad, die jährlichen nur wenige Grade, da im Umhüllungsbau ununterbrochen geheizt wird. Die Feuchtigkeit ist die mittlere ( $50\%—70\%$ ), doch wird Chlorcalciumtrocknung angewendet. Der höchste Grundwasserstand liegt 2.5 m unter dem Terrain.

Apparate. 1. Astatisches Pendelseismometer von *Wiechert*, NS- und EW-Komponente der Erdbewegung registrierend. 2. Dreifaches photographisch registrierendes Horizontalpendel, System *v. Rebeur-Ehlers*. 3. Mikroseismograph *Vicentini* mit 3 Komponenten. 4. Trifilargravimeter von *Schnellit*. 5. Horizontalpendel von *Bosch*, die NS-Komponente der Erdbewegung registrierend. 6. Ein zweites dreifaches Horizontalpendel, System *v. Rebeur-Ehlers*, mit kleiner Registriergeschwindigkeit. 7. Ein Horizontalpendel, System *Milne*. Konstanten. Für das astatische Pendelseismometer von *Wiechert*: Eigenperiode, bestimmt bei geöffneten Hähnen der Dämpfungsvorrichtung und bei abgenommenen Schreibfedern, für die NS-Komponente 10.0 s, für die EW-Komponente 8.6 s. Äquivalente Pendellänge  $L$  ( $g = 9.809$  m) für die NS-Komponente  $0.2485 T_0^2 = 24.85$  m, für die EW-Komponente  $L = 0.2485 T_0^2 = 18.38$  m. Vergrößerung sehr schneller Verrückungen für die NS-Komponente 169, für die EW-Komponente 188. Dämpfungsverhältnis für die NS-Komponente 3.5, für die EW-Komponente 5.5.

Photographisch registrierendes Pendel von *Rebeur-Ehlers*: Eigenperiode 10 s. Vergrößerung 45, wenn der Schwingungspunkt in Ruhe ist. Mikroseismograph *Vicentini*: Vergrößerung ca. 85. Reibung kann vernachlässigt werden. Dämpfung nicht vorhanden.

Horizontalpendel von *Bosch*: Eigenperiode 20 s. Vergrößerung 52 für den Fall, daß die Masse als ruhend betrachtet werden kann. Koordinaten.  $\varphi = 19^\circ 24' 17.5''$  N,  $\lambda = 99^\circ 11' 41''$  W. Meereshöhe 2300 m. Geologisches. Die Station liegt auf einem Hügel, 1 km vom westlichen Rande der Ebene von Mexiko. Der Untergrund besteht bis in sehr große Tiefen hinab aus sehr hartem Tuff, der nur an der Oberfläche porös verwittert ist

und Wasser durchsickern läßt. Die Ebene ist mit 90–100 m mächtigen Sedimenten bedeckt. Verkehrsverhältnisse. Die nächste Straße ist 100 m entfernt, auf der aber keine größeren Wagen verkehren. Die Eisenbahn ist 450 m entfernt, elektrische Trambahnen 1 km. Störungen durch den Verkehr sind in den Aufzeichnungen der Apparate nie bemerkt worden.

Beobachtungsraum. Der Instrumentenpavillon liegt 2,5 m unter der äußeren Bodenoberfläche. Die Temperatur ist nahezu konstant, die Feuchtigkeit folgt den starken Schwankungen der Atmosphäre. Die aus Ziegelsteinen und Zement hergestellten Pendelpfeiler sind in den Tuff eingemauert.

Apparate. 1. Horizontalpendel von *Bosch*, EW- und NS-Komponente. 2. Ein Trifilargravimeter von *A. Schmidt*, in Aufstellung begriffen.

Konstanten. Eigenperiode für die EW-Komponente des Horizontalpendels (N-Pendel) 17,3 s, für die NS-Komponente (E-Pendel) 17,6 s. Vergrößerung 15, Pendelmasse 15 kg. Entfernung der Masse vom Stützpunkt 0,75 m. Vertikalabstand des Stützpunktes vom Aufhängepunkt 94,5 cm.

### Taschkent.

Koordinaten.  $\varphi = 41^\circ 19' 31''$  N,  $\lambda = 69^\circ 17' 42''$  E. Meereshöhe 478 m. Geologisches. Den Untergrund bildet eine mächtige Lößschicht; das Grundwasser liegt sehr tief.

Verkehrsverhältnisse. Das Observatorium liegt 3 km von der Stadt entfernt, die Eisenbahn führt östlich in 1 km Entfernung vorbei.

Beobachtungsraum. Das Repsoldsche leichte Pendel steht in einem Keller, 3 m unter der Bodenfläche, wo die Temperatur und die Feuchtigkeit (60–70%) nur sehr wenig variieren. Die anderen Apparate stehen in einem anderen Gebäude, gleichfalls unterirdisch, wo die Temperatur im Laufe des Jahres zwischen  $-10^\circ$  und  $+37^\circ$  schwankt und dementsprechend auch die Feuchtigkeit.

Apparate. 1. Ein Paar leichte photographische Horizontalpendel von *Repsold*, orientiert SN und EW. 2. Ein Horizontalpendel, System *Milne*, gerichtet WE. 3. Ein Paar Horizontalpendel von *Bosch*, orientiert SN und EW. Das letztere funktionierte zur Zeit des Bebens nicht.

Konstanten. Pendel von *Repsold*: Pendelmasse ohne die Zusatzgewichte an den Spiegeln je 26,5 gr, mit den Zusatzgewichten 59,1 gr. Abstand des Schwerpunktes von der Mitte der Aufhängepunkte für das SN-Pendel 108 mm, für das EW-Pendel 117 mm. In vertikaler Lage macht das SN-Pendel 84, das EW-Pendel 83 Schwingungen in 1 Minute. Der Abstand der Spiegel von der Walze beträgt 3865 mm, der Abstand der Spiegel vom Spalt der Lampe 3843 mm. Eigenperiode für SN 7,94 s, für EW 9,205 s (Bestimmung am 16. VIII. 1906). Horizontalpendel von *Milne*: die Länge des Pendels ist 3 cm kürzer als beim gewöhnlichen Modell. Eigenperiode 12,0 s. Die NS-Kom-

ponente der Bewegung wird registriert. Horizontalpendel von *Bosch*. Schwingt das Pendel um eine Horizontalaxe, welche die beiden Aufhängepunkte verbindet, so macht es 240 Schwingungen in 413 s. Die am rechten Ende befindliche Pendelmasse wiegt 10 kg, der Abstand der Spitze am linken Ende vom Zentrum der schweren Masse beträgt 75 cm.

### Tiflis.

Koordinaten.  $\varphi = 41^\circ 43' 08''$  N,  $\lambda = 44^\circ 47' 51''$  E. Meereshöhe 409 m. Geologisches. Tiflis liegt auf den Terrassen des Kuraflusses, dessen obere Formationsschichten aus lehmig-sandigem Alluvium bestehen; die Mächtigkeit dieser horizontallagernden Schichten, die die Köpfe der unter  $12^\circ$ – $40^\circ$  geneigten schieferartigen Sandsteine und Lehme der Paläogenstufe der Tertiärperiode decken, erreicht stellenweise 24 m und mehr. Die die Stadt umgebenden Anhöhen werden durch die genannten sedimentären Gesteinsarten gebildet, vermengt mit Konglomeraten, die aus Trümmern sedimentärer und vulkanischer Gesteine bestehen. Am linken Ufer der Kura beim Observatorium treten mehr oder weniger dünne blattschieferartige, graue, lehmhaltige Sandsteine auf. Die Schichten, welche die Unterlage der seismischen Station bilden, streichen NE  $5^\circ$ –NW  $350^\circ$ , Einfallswinkel  $20^\circ$ – $40^\circ$ .

Verkehrsverhältnisse. — Beobachtungsraum. In einem besonderen Keller steht das dreifache Pendel, System v. Rebeur-Ehlert. Die Temperatur schwankt dort höchstens zwischen  $18,4^\circ$  und  $23,7^\circ$ , Jahresmittel  $20,5^\circ$ . Die Feuchtigkeit schwankt zwischen  $43\%$  und  $88\%$ , Jahresmittel  $64\%$ . Im Südkeller stehen die Pendel von *Bosch* ( $A_{10}$  und  $B_{10}$ ), von *Milne* und *Can-can*. Hier ist die Temperatur im Min.  $16,8^\circ$ , im Max.  $23,9^\circ$  im Mittel  $19,9^\circ$ . Alle diese Instrumente stehen auf isolierten Pfeilern, die auf Felsboden aufgemauert sind; störende äußere Einflüsse sind nicht vorhanden. In einem Schuppen stehen auf einigen direkt auf den Betonfußboden aufgemauerten Ziegelsteinen die Reservpendel  $B_N$  (*Bosch*) und ein Zöllnersches Bifilarpendel  $Z_N$ .

Apparate. 1. Photographisch registrierendes Horizontalpendel, System v. *Rebeur-Ehlert*, mit dem Mittependel (*Mp*), gerichtet nach N, dem Ostpendel (*Ep*), gerichtet nach W  $30^\circ$  S, dem Westpendel (*Wp*), nach E  $30^\circ$  S. 2. Horizontalpendel von *Milne* (*Mi*), gerichtet nach S. 3. Horizontalpendel von *Bosch*  $A_{10}$  gerichtet nach N,  $B_{10}$  gerichtet nach E. 4. Vertikalpendel von *Can-can* (*C*) mit zwei Komponenten. Zur Reserve 6. ein *Bosch*-Pendel  $B_N$ , 7. ein *Zöllnersches Bifilarpendel*  $Z_N$ .

Konstanten. Eigengenperiode für *Mp* 5,1 s, für *Ep* 5,0 s, für *Wp* 5,4 s, für *Mi* 20 s, für  $A_{10}$  30 s, für  $B_{10}$  30 s, für *C* 5,5 s, für  $B_N$  25 s, für  $Z_N$  32 s. Vergrößerung für *Mp* 61, für *Ep* und *Wp* 65, für  $A_{10}$  und  $B_{10}$  6,6, für *C* 17, für  $B_N$  6,9, für  $Z_N$  4. Pendelmasse für *Mp*, *Ep*, *Wp* je 75 gr, für  $A_{10}$  und  $B_{10}$  je 10 kg, für *C* 300 kg, für  $B_N$  10 kg, für  $Z_N$  14 kg. Keine Dämpfung.

### Tokio (Hongo).

Koordinaten.  $\varphi = 35^\circ 42' 29'' \text{N}$ ,  $\lambda = 139^\circ 45' 53'' \text{E}$ . Meereshöhe 20 m.  
Geologisches. Das Gelände ist eben, der Untergrund ist Alluvium.

#### Verkehrsverhältnisse. —

Beobachtungsraum. Die meisten Instrumente stehen im „Earthquake Proof House“, einem kleinen einstöckigen Gebäude, dessen Mauern an der Basis 2.4 m dick sind und parabolisch geformt aufwärts bis auf 0.7 m Dicke abnehmen. Die Pendel sind an den Mauern dieses Gebäudes befestigt. Das tragbare Duplex-Horizontalpendel steht im seismologischen Institut, in der Nähe des erstgenannten Gebäudes. Beide Lokale befinden sich im Garten der Universität.

Apparate. 1. Zwei Horizontalpendel, System *Omori*, NS- und EW-Komponente. 2. Ein Vertikalseismograph von *Gray-Ewing*. 3. Im seismologischen Institut ein Duplex-Horizontalpendel EW-Komponente.

Konstanten. Eigenperiode 28 s Vergrößerung 10 Masse 14 kg Schwerpunkt-Schüttzpunkt 12 m Aufhängepunkt und Sitzpunkt 2.5 m  
Horizontalpendel, 6.0 12 9 kg 1.2 m 12 m (Länge der Spiralfedern).  
Dämpfung nicht vorhanden.

### Toronto.

Koordinaten.  $\varphi = 43^\circ 39' 36'' \text{N}$ ,  $\lambda = 79^\circ 23' 40'' \text{W}$ . Meereshöhe 106.7 m.  
Geologisches. Untergrund lehmige und tonige Alluvialschichten von mindestens 30 m Mächtigkeit.

Verkehrsverhältnisse. Das Observatorium liegt am Westende eines Parks. Der nächste Wagenverkehr ist 180 m entfernt. Mehrere Eisenbahnen liegen weiter ab.

Beobachtungsraum. Ein früher für registrierende Magnetometer verwendeter Raum mit 0.6 m dicken Mauern, die etwa 3.7 m tief fundiert sind. Der Pendelpfeiler ist 1.2 m tief fundiert, der registrierende Teil steht auf einem 0.3 m tief fundierten Pfeiler. Der Raum ist gut ventiliert und gewöhnlich sehr trocken; nur wenn im Nebenzimmer photographische Operationen ausgeführt werden (etwa 3 mal wöchentlich) dringt etwas Feuchtigkeit durch die immer gut verschlossenen Türen. Die tägliche Temperaturschwankung beträgt etwa  $1^\circ$ , die jährliche etwa  $19^\circ$ . Das Gebäude ist gut drainiert, so daß sich nie Wasser ansammelt. Kürzlich wurden in nächster Nähe zwei große öffentliche Gebäude aufgeführt, wobei die Bauarbeiten für den Seismographen fühlbar wurden.

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*, NS orientiert.  
Konstanten. Eigenperiode 15 s. Ein Ausschlag von 1 mm entsprach einer Neigung von 0.66 Bogensekunde. Keine Dämpfung.

### Tortosa.

Koordinaten.  $\varphi = 40^\circ 49' 14'' \text{N}$ ,  $\lambda = 0^\circ 29' 38'' \text{E}$ . Meereshöhe 42 m.  
Geologisches. Das Observatorium liegt auf einem isolierten Hügel. Den Untergrund bilden mächtige, kompakte kretazische Schichten, die sich ohne Verwerfungen weit in das Innere von Spanien erstrecken.  
Verkehrsverhältnisse. Die Eisenbahn liegt  $1\frac{1}{2}$  km entfernt, der nächste Fahrweg etwa in  $\frac{1}{4}$  km Entfernung.

Beobachtungsraum. Ein halb unterirdisches Gebäude. Die zementierten Pendelpfeiler sind auf einen großen Zementblock aufgemauert, der auf den festen Fels fundiert ist. Alles ist vom Fußboden isoliert, die Apparate sind durch Glasschränke geschützt. Die Temperatur schwankt sehr wenig, der Raum ist ganz trocken. Das Grundwasserniveau liegt in 38 m Tiefe.  
Apparate. 1. Mikroseismograph *Vincenini* mit 3 Komponenten. 2. Ein Paar Horizontalpendel, System *Grabowitsz*, von denen das eine in der Richtung NE—SW, das andere in der Richtung NW—SE schwingt.  
Konstanten. Für die Pendel, System *Grabowitsz*: Ganze Eigenperiode 11 s, Indikatorvergrößerung  $V = 9$ , äquivalente Pendellänge 30 m, also äquivalente Indikatorlänge 270 m. Neigungsempfindlichkeit für 1 Bogensekunde 1.3 mm. Pendelmasse je 12 kg. Mikroseismograph *Vicentini*. Für die Horizontalpendelkomponenten: Länge des Pendels 1.50 m, ganze Eigenperiode 2.4 s, Masse 100 kg, Vergrößerung 95. Für die Vertikalkomponente: Länge der Feder 1.29 m, Eigenperiode 0.9 s, Vergrößerung 180.

### Triest.

Koordinaten.  $\varphi = 45^\circ 38' 36'' \text{N}$ ,  $\lambda = 13^\circ 46' 21'' \text{E}$ . Meereshöhe 67.5 m.  
Geologisches: Wechselseitigende Mergel- und Sandsteinschichten (Flysch). Kein Grundwasser.  
Verkehrsverhältnisse. Der Wagenverkehr in der Umgebung des Observatoriums ist nicht groß. Die nächste fahrbare Straße steht vom Pendelraum 75 m ab. Das Gebäude liegt im mittleren einer Parkanlage und ist daher vom Straßenverkehr ganz unbefhelligt.  
Beobachtungsraum. Kellerraum, der in einem ehemaligen Sandsteinbruch eingebaut ist. Die Temperatur des Horizontalpendelraumes bewegte sich innerhalb 5 Jahren zwischen  $9.0^\circ$  und  $20.8^\circ$ . Im Durchschnitt ändert sich dieselbe von einem Tage zum anderen nur um  $0.09^\circ$ . Die relative Feuchtigkeit der Luft im Horizontalpendelraume schwankt zwischen  $78\%$  und  $98\%$ .

Dem Horizontalpendelraume vorgelagert ist das Lokal, in welchem der Mikroseismograph *Vicentini* aufgestellt ist. Die Temperaturschwankungen liegen zwischen  $8.3^\circ$  und  $23.9^\circ$ , die der Feuchtigkeit zwischen  $62\%$  und  $98\%$ . Die Pendelpfeiler sind auf festen Felsboden fundiert und gehen mehr als 1 m tief durch das obere lockere Erdreich hindurch.

Apparate. 1. Dreifaches photographisch registrierendes Horizontalpendel, System *v. Rebeur-Ehlert*, Komponenten W  $60^\circ$  N, W  $60^\circ$  S, EW. 2. Mikroseismograph *Vicentini* mit 3 Komponenten, NS, EW, vertikal.

Konstanten. Eigenperiode für das Horizontalpendel, System *v. Rebeur-Ehlert*: Pendel W  $60^\circ$  N  $9\text{ s}$ , mit Luftdämpfung (Bezeichnung N); Pendel W  $60^\circ$  S  $7\text{ s}$ , ohne Dämpfung (Bezeichnung V); Pendel EW  $6\text{ s}$ , ohne Dämpfung (Bezeichnung E). Für den Mikroseismograph *Vicentini*, Horizontalkomponenten: Pendellänge 1.5 m, Vergrößerung 100, Pendelmasse 100 kg; Vertikalkomponente: Vergrößerung 100, Pendelmasse 50 kg.

### Uccle.

Koordinaten.  $\varphi = 50^\circ 47' 55''$  N,  $\lambda = 4^\circ 21' 44''$  E. Meereshöhe 100 m.

Geologisches. Untergrund grober Kalkstein des Eozän.

Verkehrsverhältnisse. Etwa 50 m westlich von der Station eine große Straße. Der Wagenvorkehr auf der Straße beeinflußt hauptsächlich die schweren Pendel.

Beobachtungsraum. Er liegt vollständig unterirdisch und besteht aus zwei Sälen von 8 m Länge, 2.50 m Breite und 3 m Maximalhöhe. Die bedeckende Erdschicht ist 40 cm dick. Die Säle bilden die beiden Hälften eines Halbzylinders, dessen Diametralebene den Kellerboden bildet, der 4 m unter der äußeren Bodenoberfläche liegt. Das Ganze ist aus Beton erbaut und bildet eine einzige Masse. Jedes Instrument steht in einem besonderen Saal auf einem isolierten Pfeiler, dessen Basis 1 m unter dem Kellerboden liegt. Die Feuchtigkeit ist recht groß, namentlich in der warmen Jahreszeit; die Temperatur variiert vom Winter zum Sommer von  $0.7^\circ$  bis  $16^\circ$ . Das Grundwasserniveau liegt 35 m tief.

Apparate. 1. Ein dreifaches Horizontalpendel *v. Rebeur-Ehlert*: EW, NNE-SSW, SSE-NNW. 2. Ein Paar Horizontalpendel von *Bosch*: (A) NS, (B) EW gerichtet.

Konstanten. Eigenperiode für das Pendel *v. Rebeur-Ehlert*: EW-Pendel  $10.9\text{ s}$ , NNE-SSW-Pendel  $10.7\text{ s}$ , SSE-NNW-Pendel  $10.9\text{ s}$ ; für die Pendel von *Bosch*: A  $22\text{ s}$ , B  $12\text{ s}$ . Vergrößerung für das Pendel *v. Rebeur-Ehlert* ca. 160, (Abstand Spiegel-Papier 5 m); für die Pendel von *Bosch* ca. 15. Pendelmasse für *v. Rebeur-Ehlert* 75 gr, für die Pendel von *Bosch* 100 kg. Keine Dämpfung.

### Upsala.

Koordinaten.  $\varphi = 59^\circ 51.5' N$ ,  $\lambda = 17^\circ 37.5' E$ . Meereshöhe 15 m. Geologisches. Der Untergrund ist das Urgebirge, das an der Station nur einige Meter von Humus bedeckt ist.

Verkehrsverhältnisse. Die Lage der Station ist sehr ruhig im Park des meteorologischen Observatoriums, etwa 50 m vom nächsten Fahrweg. Beobachtungsraum. Ein besonders dazu gebauter unterirdischer Keller. Die tägliche Temperaturvariation ist gering, erreicht kaum einige Zehntel Grad. Die Feuchtigkeit dürfte etwa  $70\%$  betragen haben.

Apparate. Ein astatisches Pendelseismometer von *Wiechert*, NS- und EW-Komponente.

Konstanten. Für beide Komponenten: Eigenperiode  $9.5\text{ s}$ , Dämpfungsverhältnis 4.2, Pendelmasse 1000 kg. Vergrößerung der Bodenbewegung für die NS-Komponente 239, für die EW-Komponente 228.

### Victoria B. C.

Koordinaten.  $\varphi = 48^\circ 24' N$ ,  $\lambda = 123^\circ 19' W$ . Meereshöhe 3 m. Geologisches. Die Station liegt hart an der Küste, wenige Meter vom Meer entfernt. Der nächste 200 m hohe Hügel liegt etwa 7 km entfernt. Hohe Bergketten erheben sich jenseits der umgebenden Wasserstraßen. Der Untergrund ist aus alten vulkanischen Aschen und Laven gebildet, die zu festem Fels umgewandelt sind.

Verkehrsverhältnisse. Etwa 180 m von einer Straße und 180 m von einer Eisenbahn entfernt. Beobachtungsraum. Im Fundament eines größeren Gebäudes. Der Pfeiler ist 2.9 m tief auf den harten Boden fundiert, der das Grundgestein umkleidet. Die Temperatur variiert von  $7^\circ$  im Winter bis  $18^\circ$  im Sommer.

Apparate. Ein Horizontalpendel, System *Milne*, registriert die EW-Komponente der Bodenbewegung.

Konstanten. Eigenperiode  $15\text{ s}$ , ein Ausschlag von 1 mm entsprach einer Neigung von 0.76 Bogensekunde. Keine Dämpfung.

### Vieques (Porto Rico).

Koordinaten.  $\varphi = 18^\circ 08.9' N$ ,  $\lambda = 65^\circ 26.4' W$ . Meereshöhe 39 m. Geologisches. —

Verkehrsverhältnisse. —

Beobachtungsraum. Ebenerdiges Zimmer in der NE-Ecke eines alten Forts. Die Instrumente stehen auf Steinpfeilern, 0,5 m im Quadrat, die 0,75 m tief in den Boden eingelassen sind. Die hohe Feuchtigkeit macht sich störend bemerkbar.

Apparate. Zwei Horizontalpendel von *Bosch*, NS- und EW-Komponente. Konstanten. Für beide Komponenten: Eigenperiode 22 s, Vergrößerung 10, Pendelmasse 10–12 kg. Keine Dämpfung.

Anmerkung. Behufs genauer Zeitmarkierung wird zur Zeit des Papierwechsels eine kurze Seitenbewegung der Trommel gemacht und dabei die Zeit mit Hilfe eines Chronometers markiert. Diese Marken finden sich am Anfang und Ende des Papiers mit Angabe der entsprechenden Ortszeit. Zur Ausmessung des Seismogramms wird zunächst von der Endmarke ein Stück bis zu dem Punkte abgemessen, der 23 volle Stunden später als die Anfangsmarke liegt. Dieser Punkt wird dann durch eine Grade quer über das Seismogramm mit der Anfangsmarke verbunden und die Schnittpunkte dieser Graden mit der Seismographenkurve ergeben die vollen Stunden, von denen an die Zeit gezählt wird. Die Minutenmarken werden dann zur Unterteilung der Stunde benutzt unter Beachtung des Uhrgangs für diese Stunde. Diese Praxis verdient den Vorzug, da die Walzenuhr einen regelmäßigeren Gang hat, als die Uhr, die die Minutenmarken macht.

### Washington D. C.

Koordinaten.  $\varphi = 38^{\circ} 54' 18'' \text{N}$ ,  $\lambda = 77^{\circ} 03' 06'' \text{W}$ . Meereshöhe  $18,3 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ . Geologisches. Den Untergrund bildet die sogenannte jüngere Columbia-Formation, etwa 6 m mächtig. Darunter liegt Granit-Gneis, der sich bis in sehr große Tiefen erstreckt.

Verkehrsverhältnisse. Eisenbahnen sind mehrere Kilometer entfernt, gut asphaltierte Fahrstraßen 100 m und Tramlinien 200 m. Nur zuweilen werden einige Privatstraßen in der Nähe der Station von Wagen befahren, welche auf kurze Zeit die Instrumente beeinflussen.

Beobachtungsraum. Ein kleiner Kellerraum in der SW-Ecke des großen Gebäudes „Weather Bureau“. Der Pendelpfeiler ist 86 cm tief in den Boden eingelassen und ragt 23 cm über den Kellerboden empor (im Ganzen 109 cm hoch). Er ist vom Fußboden isoliert und 206 cm breit. Temperatur und Feuchtigkeit bei den Apparaten variieren sehr wenig im Laufe des Tages und nur langsam von Jahreszeit zu Jahreszeit. Grundwasser ist nicht zu bemerken.

Apparate. Zwei Horizontalpendel von *Bosch* für die NS- und EW-Komponente der Bodenbewegung.

Konstanten. Eigenperiode für die NS-Komponente 31 s, für die EW-Komponente 30 s. Vergrößerung für die NS-Komponente 15, für die EW-Komponente 10. Pendelmasse für die NS-Komponente 20,44 kg, für die EW-Komponente 17,35 kg. Keine Dämpfung.

### Wellington.

Koordinaten.  $\varphi = 41^{\circ} 17' \text{S}$ ,  $\lambda = 174^{\circ} 47' \text{E}$ . Meereshöhe —. Geologisches. —

Verkehrsverhältnisse. — Beobachtungsraum. Der Apparat ist in einem besonderen Raum unter einem Hause aufgestellt, welches sich ungefähr 9 m vom Rande eines steilen, ca. 15 m hohen Felsens, ca. 230 m vom Hafenstrande entfernt, befindet. Apparat. Horizontalpendel, System *Milne*. Konstanten. —

### Wien.

Koordinaten.  $\varphi = 48^{\circ} 15' \text{N}$ ,  $\lambda = 16^{\circ} 21,5' \text{E}$ . Meereshöhe 202,5 m. Geologisches. Die Station steht auf Löß, der eine Mächtigkeit von ca. 18–20 m hat. Unter dem Löß befindet sich Donauschotter. Verkehrsverhältnisse. 30 m von der Station entfernt läuft eine Straße mit schwachem Wagen- und Tramverkehr. Dieser Verkehr erzeugt beim Wiechertschen Pendel eine konstante zitterige Verbreiterung der Linien.

Beobachtungsraum. Die Instrumente stehen in zwei etwa 4 m tiefen Kellern; in dem einen das Wiechertsche und Vicentini'sche Pendel, in dem anderen das Ehlertsche. Das Wiechertsche Pendel steht auf einem vom Boden isolierten Betonpfeiler von 150 cm Höhe, der mit seiner oberen Fläche mit dem Kellerboden abschneidet. Das Vicentini'sche Pendel ist an einem 3 m hohen Betonpfeiler von 1 qm Querschnitt aufgehängt. Der Pfeiler steht auf einer 30 cm dicken Betonplatte. Das Ehlertsche Pendel steht auf einem 1 m tief fundierten Sandsteinpfeiler. Die Temperatur ist ziemlich konstant und ihre tägliche Amplitude überschreitet auch im Sommer nicht  $1^{\circ}$ . Die Feuchtigkeit schwankt zwischen  $90\%$  und  $95\%$ . Die Apparate sind durch Eisenglas-Kästen mit Chlorcalciumtrocknung geschützt. Das Grundwasser liegt im Niveau des Donau-Alluviums, also 14–16 m unter dem Kellerboden. Apparate. 1. Astaticches Pendelseismometer von *Wiechert* mit 2 Komponenten, NS und EW. 2. Mikroseismograph *Vicentini*. 3. Dreifaches Horizontalpendel, System *v. Rebeur-Ehlert*.

Konstanten. Für das Ehlertsche Pendel waren die Eigenperioden: Pendel W  $60^{\circ} \text{N}$  (a) 8 s, Pendel W  $60^{\circ} \text{S}$  (b) 3 s, Pendel EW (c) 5 s. Keine Dämpfung.

Für den Mikroseismograph *Vicentini* war die Eigenperiode 2.4 s, Vergrößerung 100. Keine Dämpfung. Für das astatische Pendelseismometer *Wiechert* war:

	Eigenperiode	Vergrößerung	Reibungskonst.	Dämpfungsverhältn.
N-Komponente	9.9 s	280	0.5 Dyn	6.4
E-Komponente	9.8	250	0.2 "	5.0
				IV.

### Zagreb.

Koordinaten.  $\varphi = 45^{\circ} 48' 34''$  N,  $\lambda = 15^{\circ} 54' 33''$  E. Meereshöhe 152 m. Geologisches. Die Station liegt auf einer Anhöhe, 40 m über dem Savetal. Der Untergrund ist harter Lehm. Bis zu einer Tiefe von 6 m kein Grundwasser.

Verkehrsverhältnisse. — Beobachtungsraum. Ein Keller des Observatoriums. Die Temperatur ist sehr konstant, die Feuchtigkeit beträgt 70%—80%. Die Aufstellung und Tätigkeit des Instruments war provisorisch, so daß nur die EW-Komponente lediglich gut, die NS-Komponente aber unbrauchbar ist.

Apparat. Seismograph von *Vicentini-Konkoly*.

Konstanten. Eigenperiode 1.30 s, Pendelmasse 105 kg.

### Seismometrische Beobachtungen.

1. Einrichtung der Tafeln. Im Ganzen sind in der Sammlung 78 Stationen vertreten, deren Seismogramme sich auf 140 Tafeln verteilen. Für die Anordnung ist das Prinzip der geographischen Lage in der eingangs erwähnten Weise maßgebend gewesen. Einzelne Ausnahmen von diesem Grundsatz sind durch das Bestreben bedingt worden, den auf den Tafeln verfügbaren Raum möglichst gleichmäßig auszunutzen. Dazu nötigte uns auch das sehr verschiedene Format der einzelnen Seismogramme. Diese Umstände ließen uns die folgende Anordnung als die zweckmäßigste erscheinen.

Nummern der Tafeln	Namen der Stationen, deren Seismogramme auf den Tafeln enthalten sind	Nummern der Tafeln	Namen der Stationen, deren Seismogramme auf den Tafeln enthalten sind
I I	Apia, Victoria	18 I—IV	Hamburg
I II	Apia, Honolulu	19 I—III	Potsdam
2 I—II	Albany	20 I	Leipzig, Triest
3	Baltimore	20 II	Leipzig, Lemberg
4 I—II	Washington D. C.	21 I—II	Jena
5 I—II	Cheltenham	22 I—IV	Göttingen
6 I—II	Tacubaya	23 I—II	Heidelberg
7 I—II	Vieques (Porto Rico)	24 I—VI	Straßburg
8 I—II	Rio de Janeiro	25 I—II	Hohenheim
9	Córdoba (Pilar)	26 I—II	Bogenhausen (München)
10	Toronto, Coimbra, Ponta Delgada	27 I—IV	Wien
11	Kew (Richmond), Bidston, Uccle	28 V	Laibach, Kremsmünster
I 2 I—III	Edinburgh, Paisley	29 I—III	Triest
13	Paris	30	Pola
14	Barcelona	31	Krakau
		32	Ogyalla
		33	Budapest
		34	Zagreb
		35 I—II	Sarajevo
17 I—II	Upsala		

Nummern der Tafeln	Namen der Stationen, deren Seismogramme auf den Tafeln enthalten sind	Nummern der Tafeln	Namen der Stationen, deren Seismogramme auf den Tafeln enthalten sind
36 I-II			
37	Padua	47	Athen, Kalamata
38 I-II	Moncalieri	48	San Fernando, Beirut, Helwan (Cairo), Kapstadt
38 III	Florenz (Coll. della Querce)	49 I-VIII	Tiflis
38 IV-IX	Florenz (Ximeniano), Messina	50	Borshom
39 I-VII	Florenz (Ximeniano)	51 I-II	Taschkent
40 I	Rocca di Papa	52	Simla
40 II	Ischia (Grande Sentinella)	53	Bombay, Kodaiakanal (Madras), Calcutta
41	Ischia (Porto d'Ischia)	54 I-II	Tokio (Hongo)
42	Caggiano	55 I	Osaka, Wellington
43 I-III	Carlforte	55 II	Osaka
44 I-V	Messina	56	Sikka-wei
45 I	Catania	57 I-IV	Manila
45 II	Jurjew (Dorpat)	58	Batavia, Perth
46	Jurjew (Dorpat), Achalkalaki		
	Sofia		

Über jedem Seismogramm steht der Name der Station und die Bezeichnung des Instrumentes. Ferner ist angegeben, welche Komponente der Erdbebung in der Registrierung vorliegt. Nur in einigen wenigen Fällen war es mangels fehlender Angaben nicht möglich, die Komponentenbezeichnung hinzu zufügen.

Um den Umfang des Werkes nicht unnötig anschwellen zu lassen, ist von jedem Seismogramm nur der unbedingt notwendige Teil reproduziert worden. Aus diesem Grunde sind sowohl hinsichtlich der Breite wie der Länge die einzelnen Abbildungen verschieden ausgefallen. Die große Längenausdehnung, welche alle mechanisch registrierten Seismogramme besitzen, gebot ihre Zerlegung in mehrere Abschnitte. Diese Teile sind mit römischen Ziffern I, II . . . bezeichnet; für den Fall, daß nicht alle Abschnitte eines Seismogrammes sich auf einer Tafel vereinigen ließen, ist am Ende des letzten Abschnittes auf einer Tafel durch einen entsprechenden Vermerk auf die nächstfolgende Tafel hingewiesen worden. Am Ende des letzten Teiles des Seismogramms überhaupt findet sich eine Bemerkung darüber, ob derselbe wieder unmittelbar an den Anfang des ersten, mit I bezeichneten Teils anschließt oder die Störung hier ihr Ende erreicht.

Um die Sicherheit und Genauigkeit der Ausmessungen, welche durch eine Zerlegung des Seismogramms in einzelne Abschnitte leicht beeinträchtigt werden kann, nicht in Frage zu stellen, haben wir die Einrichtung getroffen, daß ein Stück am Ende eines Abschnitts sich im Anfang des nächsten Abschnitts wiederfindet und die auf beiden Abschnitten enthaltenden Teile der Kurven durch Pfeile oder

Zeitangaben an identischen Stellen gekennzeichnet sind. Zur leichteren Orientierung über den Verlauf der Störung sind auch an anderen Stellen Stunden und Minuten eingetragen, soweit sich diese Angaben nicht schon im Original vorfanden. Die Richtung, in welcher die Registrierung der Störung vor sich gegangen ist, ist ersichtlich aus der Stellung sowohl der römischen Zahlen I, II . . . als auch der rechts und links stehenden Buchstaben a, b, c . . . Stehen die Registrierung von links nach rechts läuft und umgekehrt, wenn die Zahlen am rechten Rande stehen. Übereinstimmend hiermit ist die Reihenfolge, in welcher die Buchstaben a, b, c . . . zu beiden Seiten der einzelnen Abschnitte stehen. Außerdem wird durch die Buchstaben a, b, c . . . der Verlauf derjenigen Registrierlinie angegeben, in welcher der Anfang der Störung zu suchen ist. Ist z. B. das Seismogramm in drei Abschnitte zerlegt und befindet sich der Anfang der Störung erst auf dem dritten Abschnitt, so sind die entsprechenden Teile dieser Linie auf dem ersten Streifen mit a—b, auf dem zweiten mit b—c, auf dem dritten mit c—a, bezeichnet. Die hier nebenstehende Bemerkung „unmittelbar an I anschließend“ weist auf den ersten Streifen hin, auf welchem sich in der mit a, bezeichneten Pendelkurve die Fortsetzung der Störung findet. Das Wort „unmittelbar“ deutet zugleich an, daß an dieser Stelle Anfang und Ende des Registrierstreifens ohne überzugreifen aneinander stoßen. Diese Bezeichnung der Kurven durch Buchstaben haben wir bei denjenigen Seismogrammen nicht angewendet, auf denen die Kurve sich ohne Schwierigkeiten verfolgen läßt. Ebenso mußte davon Abstand genommen werden, wenn die einander benachbarten Registrierlinien sich schnitten oder deckten oder auch nur so nahe beieinander lagen, daß dieser Bezeichnungsweise technische Schwierigkeiten entgegenstanden.

2. Bearbeitung der Seismogramme. Die Seismogramme des 16. auf den 17. August 1906 gehören unstrittig zu den interessantesten, die bisher von den modernen Apparaten erhalten worden sind. Wie oben des Näheren dargelegt worden ist, ging dem großen südamerikanischen Erdbeben um 0 h 41.6 m ein anderes um 0 h 10.8 m im nördlichen Teil des pazifischen Ozeans voraus. Es bietet sich daher in den seismischen Aufzeichnungen des 16. auf den 17. August der merkwürdige Fall dar, daß die ersten Vorläufer eines Bebens bereits einsetzen, bevor die von einem vorhergehenden Beben herrührenden Bodenbewegungen von den Instrumenten vollständig aufgezeichnet worden sind. Gerade die hierbei auftretenden Interferenzerscheinungen sind es gewesen, welche uns im Hinblick auf ihr wissenschaftliches Interesse bestimmt haben, dieser Störung für die Veröffentlichung gegenüber der kolumbianischen den Vorzug zu geben.

Die Absicht, welche uns bei der Bearbeitung der Seismogramme leitete, ging dahin, eine sichere Grundlage für eine etwaige weitere Verwertung des Materials zu liefern. Dieses Ziel hätten wir am besten erreicht, wenn wir bei der Ausmessung der Seismogramme uns im wesentlichen an das internationale Schema gehalten hätten. Schon bei der ersten Durchsicht der Seismogramme

drängte sich uns indessen die Überzeugung auf, daß das Material den Anforderungen, welche in einem solchen Fall gestellt werden müßten, zum weitaus größten Teil noch nicht genüge.

Aus vielen Seismogrammen ist deutlich ersichtlich, daß der Apparat nicht einwandfrei funktionierte. Bei anderen wird durch die Einrichtung, daß die Aufzeichnung der Pendelkurve und die Zeitmarkierung durch zwei von einander getrennte Schreibstifte erfolgt, ein so hoher Grad von Unsicherheit in die Zeitmessungen hineingetragen, daß den aus ihnen zu entnehmenden Daten nur ein geringer Wert zukommt. Bei den überwiegend meisten photographisch registrierten Pendeln werden einer genaueren Analyse der Störungen durch die geringe Registriergeschwindigkeit unüberwindliche Schranken gesetzt. Endlich macht sich bei einer vorläufigen Auswertung der Seismogramme der Umstand sehr störend geltend, daß mit einer kleinen Ausnahme den Apparaten die Vorrichtung zur Dämpfung ihrer Eigenschwingungen bisher fehlt.

Alle diese angeführten Gründe zwangen uns im Interesse einer homogenen Bearbeitung von der Anwendung des internationalen Schemas abzusehen und uns auf das in Tabelle III niedergelegte zu beschränken. Wir geben demnach die Zeiten des Anfangs der ersten und zweiten Vorläufer sowie des Hauptbebens vom nordpazifischen Beben, die Zeiten des Anfangs der ersten Vorläufer und des Hauptbebens vom südamerikanischen Beben und die Gesamtdauer beider Störungen. Von einer Bestimmung der Bodenbewegung in der Maximalphase einer jeden der beiden Störungen mußten wir absehen teils wegen ungenügender Angabe der Apparatenkonstanten, teils wegen Mangels einer Dämpfungsvorrichtung und zu geringer Registriergeschwindigkeit.

Der Beginn der zweiten Vorläufer des südamerikanischen Bebens ließ sich mit Bestimmtheit nur so wenigen Seismogrammen entnehmen, daß es sich nicht lohnte, eine besondere Rubrik dafür einzurichten. Vermissen wird man wohl zunächst ebenfalls eine Zeitbestimmung des Anfangs der sogenannten Nachläufer für das südamerikanische Beben. Wir haben absichtlich davon abgesehen, weil es uns im Laufe der Auswertungen der Erdbebenigramme deutlich entgegen trat, daß die Abgrenzung der Nachläufer gegen das Hauptbeben infolge der verschiedenen Einstellung und Empfindlichkeit der Instrumente durchaus willkürlich ist.

3. Einrichtung der Tabelle III. Die Tabelle zerfällt in mehrere Teile, welche auch äußerlich durch stärkere Umrundung hervorgehoben sind. Der erste enthält vornehmlich einige allgemeine auf die Seismogramme bezügliche Daten, der zweite und dritte bringen getrennt für das nordpazifische und südamerikanische Beben die Zeitangaben der schon oben angegebenen Phasen. Daran schließt sich unmittelbar eine Rubrik, welche, abgerundet auf Zehner von Minuten, die Dauer der beiden Bebenregistrierungen zusammen genommen bringt.

Im Einzelnen ist zu den Rubriken folgendes zu bemerken:

Die in der vierten Rubrik den Zeiten vorgesetzten Zeichen sind so gewählt, daß die Addition dieser Zeiten zu den in den Seismogrammen angewandten Zeiten

stets auf M. Gr. Z. führt. Die in der fünften Rubrik stehenden Abkürzungen für die Namen der Instrumente sind am Schlusse dieser Arbeit in alphabetischer Reihenfolge verzeichnet und erklärt. In der mit „Komponente“ überschriebenen Kolumnne ist stets die vom Apparat registrierte Komponente der Erdbewegung verstanden.

Die Uhrkorrektion ist in Minuten und Sekunden ausgedrückt. Ist eine solche nicht angegeben, so findet man unter den „Bemerkungen“ eine diesbezügliche Erklärung. Der Wert der Parallaxe (Indexfehler) läßt sich nicht in allen Fällen infolge ungleichmäßiger Registriergeschwindigkeit in Zeitmaß angeben. Daraus erklärt es sich, daß für denselben Angaben bald in Minuten und Sekunden, bald in Millimetern vorkommen. Ein — (Strich) in dieser Rubrik bedeutet, daß die Parallaxe entweder ihrer Größe nach nicht bekannt ist oder nach dem System des Apparats überhaupt nicht existiert. Die für die Registriergeschwindigkeit in Millimetern pro Minute angegebene Größe ist immer als ungefähre Mittelwert für den betreffenden Apparat aufzufassen.

Die einzige Erläuterung, welche wir zu den zahlenmäßigen Angaben der Phasenanfänge zu geben haben, bezieht sich auf den Grad der Genauigkeit, welcher unseren Ausmessungen zukommt. Steht unter dem Zeichen für Sekunde ein Strich, so wollen wir damit andeuten, daß die angegebene Zeit nur bis auf ganze Minuten genau ist. Im anderen Falle sind die Sekunden ausgeschrieben oder doch wenigstens auf Zehntelminuten abgerundet. Daten, welche nicht genau den in der betreffenden Rubrik geforderten entsprechen, sind in Klammern gesetzt. Für Bidston findet sich z. B. für den Beginn der ersten Vorläufer des nordpazifischen Bebens die Zeit (0<sup>h</sup> 31.5<sup>m</sup>), für den der zweiten Vorläufer die Zeit 0<sup>h</sup> 32.7<sup>m</sup>. Die geringe Zeitdifferenz von 1.2<sup>m</sup> beweist unzweideutig, daß der erst genannte Zeitmoment demjenigen nicht entsprechen kann, welchen man in Bidston entsprechend seiner Epizentralentfernung erwarten müßte. In Barcelona sind von der Vertikalkomponente des Mikroseismographen *Vicentini* die langen Wellen des Hauptbebens der nordpazifischen Störung erst um (1<sup>h</sup> 00<sup>m</sup> —) aufgezeichnet worden. Obwohl diese Zeit im Vergleich mit der der NS-Komponente des gleichen Apparats für den Anfang des Hauptbebens entnommenen zu spät ist, haben wir sie dennoch gegeben, um anzudeuten, daß auch von der Vertikalkomponente lange Wellen registriert worden sind.

Tabelle III.

Lau-fende Nr.	Name der Station	Nummern der Tafeln, auf denen die Seismogramme enthalten sind	Unterschied der Zeit in den Seismogrammen gegen M. Gr. Z.	Name des Instruments	Komponente	Uhrkorrektion	Parallaxe
1	Achalkalaki . . .	45 II — 2 59 11	H. B.	E-W	+ 14 ca.	- 12 s	
2	Albany . . . . .	2 I-II + 5 00 00	H. B.	N-S E-W	00 00	- 10 s - 10 s	15 15
3	Apia . . . . .	1 I-II + I II 27 04	A. P. W.	N-S E-W	+ 00 45 + 00 45	- -	15 15
4	Athen . . . . .	47 — 1 34 53	S. Ag. H. B.	N 60° W	- 03 48 - 03 32	+ 20 s - 30 s	15 15
5	Baltimore . . . . .	3 0 00 00					—
6	Barcelona . . . . .	14 — 0 08 28	Ms. V.	N-S V	00 00	+ 12 s + 35 s	5 5
7	Batavia . . . . .	58 — 7 07 19	H. R. E.	N-S	—	—	12 12
8	Beirut . . . . .	48 — 2 22.5	H. M.	—	00 00	—	1 (0 28.5)
9	Bidston . . . . .	II 0 00 00	H. M.	—	—	—	1 (0 31.5)
10	Bogenhauscn (München) . . . . .	26 I-II 0 00 00	A. P. W.	N-S E-W	+ 00 43 - 00 0.8 - 00 0.8 —	— — — —	10 10 1 7
11	Bombay . . . . .	53 — 4 51 16	H. M. H. C.	N-S E-W	— — —	— — —	0 22.59 0 22.59 (0 27.1)
12	Borshom . . . . .	50 — 2 59 11	H. B.	N-S	+ 03 08	- 18 s	15 15
13	Budapest . . . . .	33 — 1 00 00	H. B.	E-W	+ 03 08	- 18 s	15 15
14	Caggiano . . . . .	41 — 1 00 00	S. Ag.	N-S E-W SE-NW	+ 00 24 + 00 24 - 09 45	— — —	0 29 33 0 22 12 0 35 15

Regis- ter- ge- schwin- dig- keit in mm pro min	Nord pazifisches Beben			Südamerikanisches Beben			Bemerkungen
	1. Vorläufer	2. Vorläufer	Hauptbeben	1. Vorläufer	Hauptbeben	Dauer in min	
15	0 24 —	0 33.0	(0 49 —)	—	—	—	— Ende wegen Papierwechsels nicht zu bestimmen.
15	—	(0 34.40) (0 35 —)	0 41.7 0 42.7	—	—	—	— Kopie.
15	0 21 43	0 30.5	0 37 30	0 54 06	—	—	250 Von 12h 59m — 13h 03m (Ortszeit) fehlen die Minutenmarken.
15	0 21 47	0 30.3	0 37 24	0 54 18	—	—	230
6	—	—	—	—	—	—	—
15	0 24 48	0 30 39	0 41 58	—	—	—	13 Der Schreibstift verließ das Papier um 0h 52m.
15	—	—	—	—	—	—	270 Auf der EW-Komponente nur eine Spur von Bewegung.
5	0 26.5	—	0 48.4	—	—	—	120 Die im Seismogramm bei den Stundentümcken angegebenen Zeiten sind korrigierte mittlere Ortszeit. Seismogramm nicht vollständig.
5	—	(1 00 —)	(1 00 —)	—	—	—	—
12	0 23 25	0 33 39	0 53 28	1 00 37	1 47 28	240	—
1	(0 28.5)	0 35.5	0 47.5	—	—	—	—
1	(0 31.5)	0 32.7	0 41.7	—	—	—	250
10	0 22.59	0 33 54	0 45 —	0 56.2	1 34.0	220	—
10	0 22.59	0 33 53	0 44.0	1 00.5	1 34.0	230	—
1	(0 27.1)	0 34.2	0 50.6	—	1 49.7	250	Die in den Seismogrammen enthaltene Zeit ist korrigierte mittlere Ortszeit.
7	—	0 34.2	0 50.6	—	1 48.9	150	—
15	0 23 <sup>1/2</sup>	0 32.9	—	—	—	—	160
15	0 24 —	—	—	—	—	—	190
15	(0 29 33)	0 33.5	0 44.1	—	1 34 ca.	190	—
15	0 22 12	0 33 —	0 46 —	—	1 30 ca.	200	—
6	—	0 35 15	0 47.3	—	1 30 ca.	150	Die im Seismogramm enthaltene Zeit ist korrigierte mittteleuropäische Zeit. Auf der NE-SW-Komponente nur Spuren vorhanden.

Tabelle III.

— 82 —

Tabelle III.

Lau-fende Nr.	Name der Station	Nummern der Tafeln, auf denen die Seismogramme enthalten sind	Unterschied der Zeit in den Seismogrammen gegen M. Gr. Z.	Name des Instruments	Komponente	Uhrkorrektion	Parallaxe	Regis-trier-ge-schwin-gigkeit in mm pro min	Nord pazifisches Beben			Südamerikanisches Beben			Dauer in min	Bemerkungen
									1. Vorläufer	2. Vorläufer	Hauptbeben	1. Vorläufer	Hauptbeben	1. Vorläufer		
15	Calcutta . . . . .	53	— 5 53 18	H. M.	E-W	—	—	1 (0 30.7)	0 33.7	0 43.7	—	1 57	—	285	Anfang wegen einer künstlichen Störung nicht bestimmbar. Die Stundenmarke 5 h 30 m am 17. August entspricht 23 h 36 m 42 s am 16. August M. Gr. Z.	
16	Carloforte . . . . .	42	— 1 00 00	Ms. V.	NW-SE NE-SW	—	—	10 0 24.8 10 0 24.8	0 35.9 0 35.9	0 48.6 0 48.6	0 59.4 0 59.6	1 32.7 1 33.2	170 160	Die im Seismogramm enthaltenen Zeiten sind korrigierte mittteleuropäische Zeit.		
17	Catania . . . . .	44 I-V	— 1 00 00	Ms. V.	N-S E-W V NE-SW NW-SE	—	—	10 0 24 33 10 0 24 02 10 — 10 0 25 09 10 0 25 09	— — — — —	0 47 12 0 47 17 (0 59 47) 0 48 13 0 46 59	(0 55 29) (0 55 42) — 0 59 47 0 59 38	1 31.9 1 33.7 (1 39 59) 1 35 01 1 34 53	160 160 — 170 170	Die im Seismogramm enthaltene Zeit ist korrigierte mittteleuropäische Zeit. Die in das Seismogramm eingebrachten Zeiten sind korrigierte mittteleuropäische Zeit.		
18	Cheltenham . . . . .	5 I-II	+ 5 00 00	H. B.	N-S E-W	—	—	15 0 21.9 15 0 22.3	0 30.5 0 30.7	0 41.6 0 41.6	0 56.9 (1 04 —)	1 16 1 17.3	230 240	Die im Seismogramm enthaltene Zeit ist die Zeit des 75. Meridians W. Gr. Anfang und Ende wegen starker Bodenruhe unbestimmbar. — Die im Seismogramm enthaltene Zeit ist korrigierte M. Gr. Z.		
19	Coimbra . . . . .	10	0 00 00	H. M.	—	—	—	1 (0 34.1)	0 47.8	—	—	—	—	—	Kopie. Mit dem Beginn des südamerikanischen Bebens erhält das Pendel eine Versetzung um 5 mm nach West. Infolge der großen Ausschläge und der nachfolgenden Stöße lassen sich weitere Angaben nicht machen. Die im Seismogramm enthaltene Zeit ist korrigierte mittlere Ortszeit,	
20	Córdoba (Pilar) .	9	+ 4 15.4	H. M.	E-W	—	—	1 (0 31.7)	—	—	0 41.9	—	—	—	Kopie. Seismogramm, nicht vollständig.	
21	Edinburgh . . . . .	II	0 00 00	H. M.	E-W	0	—	1 (0 31.6)	0 32.2	0 41.2	—	1 36.8	—	—	6*	

Tabelle III.

Lau-fen-de Nr.	Name der Station (Coll. della Querce)	Num- mer der Tafeln auf denen die Seismogramme enthalten sind	Unterschied der Zeit in den Seismogrammen gegen M.Gr.Z.	Name des Instru- mentes	Komponente	Uhrkorrektion	Parallaxe	Regis- trier- ge- schwin- digkeit in mm pro min	Nordpazifisches Beben			Südamerikanisches Beben			Dauer in min	Bemerkungen				
									1. Vorläufer	2. Vorläufer	Hauptbeben	1. Vorläufer	Hauptbeben	1. Vorläufer						
22	Florenz . . . . .	38-II	— I 00 00	H. St.	N 40° 20' E-S 40° 20' W N 49° 40' W-S 49° 40' E	—	—	16-17 16-17	0 24 0 24	—	0 35 0 35	—	0 47 —	—	1 00 ca. —	1 36 ca. —	190 200	Der Anfang der Störung ist in korrigierter mitteleuro- päischer Zeit in das Seis- mogramm eingetragen. Auf der Vertikalkomponente keine Spur vorhanden.		
23	Florenz . . . . .	38-III-IX	— I 00 00	H. St.	N-S E-W	— 00 — 00 — 00	46 + 8 m 25 s + 7 m 07 s + 1 m 21 s	15 15 15	0 24 0 23 0 24	0 35 0 35 0 34	0 30 0 30 —	0 46 0 46 0 46	0 00 10 —	0 58 0 46 0 48.5	30 10 —	— — —	210 — 200	—		
24	Göttingen . . . . .	22-IV	— I 00 00	Ms. V.P. V. W. A. P. W.	V N-S E-W N-S	— 00 — 00 — 00 — 00	39 — 39 39	— — 10 10	0 22 0 22 0 22 0 22	36 42 38 32	— 0 32.5 0 32 0 26	— 0 42.5 0 42.5 0 42	— — —	0 55 0 42.5 0 42.5 0 56	57 — — 52	1 34 1 32 1 32 1 33.3	52 27 45 193	254 327 327 280	Uhrkorrektion nicht be- stimmt.	
25	Granada . . . . .	16-V	0 00 00	T. P. W. H. St.	N-S E-W N-S E-W N-S E-W N-S E-W	— — 28 s — — — — — —	0 s — — 12 — 0 22 0 22 0 22 0 22 0 22 0 22 0 22 0 22	6 6 6 15 15 15 15 15	0 21 0 22 0 22 0 22 0 22 0 22 0 23 0 23	46 18 18 30 30 37 37 32	0 33 0 33 0 33 0 31 0 31 0 42 0 42 0 32	18 0 9 0 9 56 56 0 42 0 44 0 44	0 51.5 0 47.2 0 47.2 0 43 0 43 0 42 0 42 0 32	— 0 55 0 55 1 00 1 00 1 02.9 — —	— — — 24 24 40.0 —	— — 310 300	— — — 220	Das Beben geht in die nächste Störung um 7 h über.		
26	Hamburg . . . . .	18-I-IV	0 00 00	A. P. W.	N-S E-W N-S E-W N-S E-W	— 00 — 00 — 00 — 00 — 00 — 00	12 — 12 12 12 12	— — — — — —	6 6 6 6 6 6	0 22 0 22 0 22 0 23 0 23 0 23	53 58 58 32 32 32	0 32 0 32 0 32 0 32 0 32 0 32	23 23 23 56 56 52	— 0 42 0 44 0 44 0 44 0 47	— — 0 59.3 — 0 59 39	— — — — — —	— — — — — —	— — — — — —	320	Die Uhrkorrektion ist in den in das Seismogramm ein- getragenen Zeiten ent- halten. Ende auf der EW- Komponente wegen künst- licher Störung nicht be- stimmbar.
27	Heidelberg . . . . .	23-I-II	0 00 00	A. P. Wo.	N-S E-W	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
28	Helwan (Cairo) .	48	— 2 00 00	H. M.	E-W	— 01	20	—	1	(0 30.7)	0 36.7	0 56	—	—	1 41	—	290	—		
29	Hohenheim . . . .	25-I-II	0 00 00	H. B.	N-S	— 00	20	—	15	0 26	10	0 44 ca.	—	—	1 37 ca.	—	190	—		
30	Honolulu . . . . .	III	0 00 00	Tr. Sch. H. M.	E-W V E-W	— 00	20	—	15	—	—	0 44	0 00	—	1 34 ca.	—	120	—		
31	Ischia (Grande Sentinele)	40I	— I 00 00	H. G.	N-S	— 03	45	—	1	(0 27 —)	0 33	—	0 45	—	1 02	—	1 28	—		
			— I 00 00	V. S.	E-W	+ 03	45	—	5	(0 27 —)	0 34	—	0 47	—	1 00	—	1 34	—		
					N-S	+ 03	45	—	5	0 23.7	0 34.4	—	0 47.7	—	1 00.6	—	1 35.8	—		
					E-W	+ 03	45	—	5	0 24	—	0 35.2	0 45.2	0 59.2	0 37.8	1 37.8	1 37.8	1 37.8	1 37.8	

Tabelle III.

— 87 —

Tabelle III.

Lau-fende Nr.	Name der Station	Nummern der Tafeln, auf denen die Seismogramme enthalten sind	Unterschied der Zeit in den Seismogrammen gegen M. Gr. Z.	Name des Instruments	Komponente	Uhrkorrektion	Parallaxe	Nord pazifisches Beben			Südamerikanisches Beben			Dauer in min	Bemerkungen
								m	s	h	m	s	h	m	
32	Ischia . . . . .	40 II	- I 00 00	H. G.	N-S E-W N-S E-W N-S E-W N-S E-W	- 00 - 00 - 00 - 00 + 00 + 00 + 9 h 58 m 08 s + 3 h 41 m 27 s + 3 h 41 m 27 s	26 26 26 26 56 56 - 5 s - 27 s - 27 s	-	5 5 5 5 15 15 15 15 6	0 31.2 0 32.7 0 31.1 0 31.6 0 32.41 0 32.52 0 32.27 0 31.31 0 21.50	0 43.3 0 44.8 0 44.1 0 44.0 0 44.4 0 43 1 00.6 0 40.3 0 30.54	1 00.0 0 58.8 0 57.8 0 55.6 0 44.4 1 00.6 1 33.6 — 0 41.02	1 27.3 1 32.6 1 26.5 1 33.6 — 1 34.4 1 32 — —	190 190 145 150 300ca. 300ca. 190 —	Die Uhrkorrektion hat den angegebenen Wert um 14 h 24 m im Seismogramm. Um 15 h 54 m beträgt die Uhrkorrektion + 9 h 58 m 07 s. Diese Uhrkorrektion führt auf M. Gr. Z.
33	Jena . . . . .	21 II	- I 00 00	A.P.W.	H.Z.(sch.) H.Z.(l.)										—
34	Jurjew . . . . .	45 II	—												—
35	Kalamata . . . . .	47	- I 34 53	S. Ag.	E-W	- 32 00	0 s	6	—	—	—	(1 45 52)	13	—	
36	Kapstadt . . . . .	48	0 00 00	H. M.	E-W	+ 00 12	—	1	0 29.2	0 41.4	1 43	0 53.2	1 14	260	
37	Kew (Richmond)	11	0 00 00	H. M.		0 00	—	1	(0 33.0)	0 33.7	0 44.0	—	1 36.4	280	
38	Kodaikanal . . . . .	53	—	H. M.		—		6	(0 28.5)	0 35.0	—	—	—	—	
39	Krakau . . . . .	31	+ 11 00 00	H. B.	NW-SF NE-SW N 13° W N 47° E N 73° W	+ 01 + 01 - 01 - 01 - 11	33 33 27 27 55	- 18.6 s - 37.8 s 0 s 0 s + 7 s	15 15 0 27.0 0 25.5 0 25.5	(0 33.9) (0 33.5) — — —	0 43 ca. 0 43 1/2 — — —	— — — — —	1 39 ca. 1 39 ca. — — —		
40	Kremsmünster . . . . .	28 V	- I 00 00	H. R. E.	E-W V	- 01 - 01 - 01 - 11 - 11	27 27 27 55 55	+ 15 s - 22 s — + 7 s - 2 m 5 s	8 8 8 8 5	— — — — 0 24	(1 00 21) (0 55 20) 0 44 38 0 44 38 0 35 05	1 01 03 1 00 27 1 00 34 1 01 03 —	(1 44 48) (1 30 ca.) (1 40 ca.) 80 200		
41	Laibach . . . . .	28 IV	- I 00 00	Ms. V.	N-S E-W V	— — — - 11 - 11	55 55 55 55 55	— + 15 s - 22 s — - 2 m 5 s	5 8 8 8 5	— — — — 0 23	(0 55 20) 0 44 38 0 44 38 0 44 38 0 34 16	1 01 03 1 00 27 1 00 34 1 01 03 —	80 80 80 200 200		
42	Leipzig . . . . .	20 II	- I 00 00	A. P. W.	NW-SW E-W S 30° E-N 30° W S 30° W-N 30° E	- 11 - 11 - 11 - 11 - 11	55 55 55 55 55	- 3 m 17 s — — — —	5 10 0.9 0.9 0.9	0 23 0 23 0 23 0 23 0 23	0 34 16 0 34 38 0 33 47 0 46 20 0 42 18	0 44 21 0 45 50 0 46 20 0 46 10 1 00 08	210 260 200 190 280		

Registriergeschwindigkeit in mm pro min  
1. Vorläufer 2. Vorläufer Hauptbeben  
h m s h m s h m s h m s h m s

Kopie. Als Ausgangspunkt der Messung ist die in das Seismogramm geschriebene Zeit oh 25.6 m M. Gr. Z. genommen.

Tabelle III.

Lau-fende Nr.	Name der Station	Nummern der Tafeln, auf denen die Seismogramme enthalten sind	Unterschied der Zeit in den Seismogrammen gegen M. Gr. Z., h m s	Name des Instruments	Komponente	Uhrkorrektion	Parallaxe	Regis-trier-ge-schwin-gigkeit in mm pro min	Nordpazifisches Beben			Südamerikanisches Beben			Dauer in min	Bemerkungen
									1. Vorläufer	2. Vorläufer	Hauptbeben	1. Vorläufer	Haupdbeben	h m s		
43	Lemberg . . . . .	20II 57 I-IV	— I 36 04 — 8 00 00	H. R. E. Ms. V.	N-S ENE-W SW NNW-SSE	00 00 —	— —	2/3 15 15	0 23.2 0 20 42 0 20 55	0 34.5 0 28 44 0 29.2	— — 0 40.5	— I 00 44 I 01 04	I 59 ca. I 58.5	300 180 180	Die im Seismogramm enthaltene Zeit ist korrigierte Zeit des 120. Meridiens E. Gr. Parallaxe nicht zu bestimmen.	
44	Manila . . . . .	43 II	— I 00 00	Ms. V.	NE-SW NW-SW	+ 08 12 + 08 12	+ 29 s + 15 s	5 5	0 24.8 —	0 42.9 0 48.9	— 0 48.9	0 59 41 0 59 57	I 36.1 —	140 —	Auf der Vertikalkomponente deckt sich die Kurve mit der folgenden.	
45	Messina . . . . .	38III 43 II	— I 00 00 — I 00 00	V. Ag.	NE-SW NW-SW NE-SW	+ 04 47 + 04 47	+ 2.5 mm + 3.5 mm	6.7 6.7	0 23 23 0 34 30	0 46 25 0 46 47	— 0 57 30	I 34 27 I 34 13	110 190	Täglicher Gang des Chronographen + 27 s. In dem Seismogramm ist korrigierte mitteleuropäische Zeit enthalten.		
46	Moncalieri . . . . .	37	— I 00 00	H. St.	N-S E-W	— —	— —	16.7 16.7	0 22 0 23	0 33 0 33	— —	0 45 0 45	— —	1 32 1 33	240 240	Uhrkorrektion unbekannt. Die Zeitmarken sind bis auf ± 1 m ungenau.
47	Ógyalla . . . . .	32	— I 00 00	H. B.	N-S E-W	— II 55 — II 55	— —	15 15	0 22 13 0 22 25	0 32 35 —	— —	— —	— —	— —	200 260	Der Apparat hat zur Zeit des Bebens nicht in gehöriger Weise funktioniert.
48	Osaka . . . . .	55 I-II	0 00 00	H. O.	E-W	—	—	12	0 16 52	—	—	1 00 15	I 40 24	> 210	Kopie. Die im Seismogramm enthaltene Zeit ist korrigierte M. Gr. Z. Seismogramm nicht vollständig.	
49	Padua . . . . .	36II	— I 00 00	Ms. V.	N-S E-W	+ 00 3.4 + 00 3.4	— —	10 10	0 23 19 0 23 17	0 33 42 0 33 34	0 45 26 0 45 01	0 59 50 0 59 50	I 38 ca. I 40 ca.	240 240	Auf der Vertikalkomponente nur Spuren zur Zeit der Maxima vorhanden. Parallaxe veränderlich, muß dem Seismogramm entnommen werden.	
50	Paisley . . . . .	II	0 00 00	H. M.	—	—	—	1	—	0 32.0 0 32.2 0 36 ca.	0 41.9 — —	— — —	I 35.0 — —	330 270 270	Die lichtschwache Kurve ist nachgezogen, daher sind Einzelheiten nicht erkennbar.	
51	Paris . . . . .	13	— 0 09 21	H. M.	N-S E-W	+ 07 05 + 07 05	— —	4 4	— —	— —	— —	— —	— —	— —	—	—

Tabelle III.

Tabelle III.

Lau-ende Nr.	Name der Station	Nummern der Tafeln, auf denen die Seismogramme enthalten sind	Unterschied der Zeit in den Seismogrammen gegen M. Gr. Z.	Name des Instruments	Komponente	Uhrkorrektion	Parallaxe	Registriergeschwindigkeit in mm pro min	1. Vorläufer			Hauptbeben			Dauer in min	Bemerkungen				
									1. Vorläufer			Hauptbeben								
									h	m	s	h	m	s						
52	Perth . . . . .	58	0 00 00	H. M. Ms. V.	— N-S E-W V	+ 00 + 00 + 00 + 00	20 23.3 23.3 23.3	— + 10.8 s + 21.6 s — 14.4 s	1 5 5 —	0 — — —	37.8 (1 01 23) (0 49 07) (0 51 31)	1 00 — — —	— — — —	1 38 — (1 42 46) (1 43 22)	— — — —	300 Kopie.				
53	Pola . . . . .	30	—1 00 00	H. M.	—	—	—	—	1	0	26.3	0	36.1	0	56.7	—	50 80 100			
54	Ponta Delgada .	I	0 00 00	H. M.	—	—	—	—	1	0	—	—	—	—	—	210	Die im Seismogramm enthaltene Zeit ist korrigierte M. Gr. Z.			
55	Potsdam . . . . .	19.III	0 00 00	A.P.W.	N-S E-W N-S E-W N-S E-W	+ 00 + 00 + 00 + 00 — —	19 19 19 19 — —	— — — — — —	11 11 6 6 15 15	0 0 0 0 — —	22 22 22 23 — —	37 37 39 39 — —	0 0 0 0 — —	42 19 36 50 — —	1 02 30 — — — —	15	—			
56	Rio de Janeiro	8.II	+2 52 41	H. B.	E-W	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	320	Die in die Seismogramme eingeschriebenen Zeiten sind bis auf $\pm 10\text{ s}$ genau.			
57	Rocca di Papa .	39.I-VII	—1 00 00	Ms. Ag.	NE-SW NW-SE N-S E-W N-S E-W N-S E-W N-S E-W N-S E-W	+ 16 + 16	32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32	+ 17 mm + 15 mm — 19 mm — 11 mm + 56 mm + 17 mm + 17 mm — — — — — —	12 12 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6	0 0 0 0 0 (0 21 30) (0 28 57) (0 34 14) (0 35.3) (0 48.4) — — — — — —	23 29 27 — 30 33 34 35 35 33 30 30	26 32 15 12 0 0 0 0 0 0 0 0	34 32 15 12 0 0 0 0 0 0 0 0	18 22 59 48 42 42 42 42 42 42 42 42	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	45 46 59 48 58 45 45 45 45 45 45 45	36 22 57 04 42 42 42 42 42 42 42 42	1 34 39 07 52 52 ca. 220	190	170
58	San Fernando .	48	0 00 00	H. M. Ms. V.	E-W	—	—	—	—	1	(0 31.3)	0	35.3	0	44 ca.	—	190			
59	Sarajevo . . . . .	35.I-II	—1 00 00	H. O.	E-W	—	—	—	—	15	(0 19.7)	—	—	—	—	—	360			
60	Si-ka-wai . . . . .	56	—8 00 00	H. O.	E-W	—	—	—	—	10	0	19	59	0	26 27	—	170			
61	Simla . . . . .	52	—5 30 00	H. O. E.	N-S	— 01	38	+ 14 mm	8 ca.	0	21	52	0	31	11	0 44 49	1 02 45	1 42 —		

### Tabelle III.

Nummer der Tafel, auf die nur die Seismogramme enthalten sind	Name der Station	Name des Instruments	Unterschied der Zeit in den Seismogrammen gegen M. Gr. Z.	Komponente	Uhrkorrektion	Parallaxe	Nord pazifisches Beben			Südamerikanisches Beben			Bemerkungen
							I. Vorläufer	2. Vorläufer	Hauptbeben	I. Vorläufer	Hauptbeben	Dauer in min	
62	Sofia . . . . .	— 2 00 00	H. B.	N-S E-W N-S E-W E-W V	+ 00 19 + 00 19 + 00 08 + 00 08 + 00 08 + 00 08	— 11 s — 6 s — + 20 s — 14 s	15 (0 21 —) 15 0 24 — 15 0 23 03 15 0 23 02 15 0 23 16 —	— 0 34 — 0 32 32 0 33 08 — (1 02 —)	0 50 — 0 46.5 0 44.1 0 44.1 0 46 12 —	— — — — — —	1 34 ca. 1 40 ca. 0 56 25 0 56 26 1 00 10 (1 41.8)	— — — — — —	
63	Straßburg . . . . .	— 1 00 00	A. P. W.									260	Auf der NS-Komponente Registrierlinie undeutlich; auf der Vertikalkomponente nur Spuren vorhanden.
64	Tacubaya . . . . .	0 00 00	Ms. V.									260	
65	Taschkent . . . . .	— 1 00 00	H. B. H. R. E. Tr. Sch. H. B.	N-S N-S V N-S E-W	+ 00 08 + 00 08 + 00 08 — —	— — — — —	15 0 23 06 15 0 23 02 10 0 22 57 15 0 19 58 15 0 20 17	0 32.6 0 32 51 — 0 29 06 0 29 04	0 46 — 0 44.5 0 44.5 0 38 30 0 38 37	0 56 28 0 56 33 0 55 29 (0 46 58) 0 47 03	180 260 200 200 180	180 260 200 200 180	Die Zeiten sind bis auf $\pm 1\text{ m}$ ungenau. Die in den Seismogrammen enthaltenen Zeiten sind korrigiert mittlere Ortszeit.
66	Tiflis . . . . .	— 2 37 10.8	H. B. H. Z. R.	E-W N-S E-W N-S N-S E-W E-W E-W	— 36 s — — — — — 16 s + 00 12 — 00 30 — 00 30	— — — — — 15 0 22 59 15 0 22 58 15 0 23 01 15 0 33 01	(0 32 —) 0 36.3 0 22.6 0 37 — (0 31.8) 0 33 02 0 32 56 — — — — — — — —	0 46 — — — — — — — — — — — — — — — —	— — — — — — — — — — — — — — — —	180 — — — — 220 190 220 210 Reservependel. Der Eintritt der zweiten Vorläufer ist 28 s früher angesetzt, als auf dem Original bezeichnet.			
— 2	59 11	V. C.	H. R. E. H. M.	N-S E-W	+ 00 12 + 00 12	— —	68 ca. 0 23 12 68 ca. 0 23 14	0 32 49 0 44 ca.	0 44 ca. 1 02.4	— —	170 170	Die langen Wellen im Hauptbeben des südamerikanischen Bebens sind zu erkennen, ihre Eintrittszeit läßt sich aber nicht bestimmen, da die Kurven sich decken.	
— 2	59 11	H. R. E.	N 30° E-S 30° W E-W		— 05 — 05 — 05 — 05 + 02	— 15 s — 15 s — 6 s — 1	2 0 22.9 2 0 22.9 2 0 22.9 (0 28.7)	0 33.0 — 0 33.0 0 33.1	— — — 0 49.2	280 280 280 260			

Tabelle III.

Tabelle III.

Laufende Nr.	Name der Station	Nummer der Tafeln, auf denen die Seismogramme enthalten sind.	Unterschied der Zeit in den Seismogrammen gegen M. Gr. Z.	Name des Instrumentes,	Komponente	Uhrkorrektion	Parallaxe	Regis- trier- ge- schwin- digkeit in mm pro min	Nord pazifisches Beben			Südamerikanisches Beben			Dauer in min	Bemerkungen
									1. Vorläufer	2. Vorläufer	Hauptbeben	I. Vorläufer	II. Vorläufer	Hauptbeben		
67	Tokio (Hongo) .	54-I-II	0 00 00 0 00 00	H. O. V.S.G.E.	E-W V	— —	— —	15 15	0 17 20 0 17 11	— —	(0 22 43) (0 22 44)	1 00 55 1 00 34	1 43 13 —	> 150 > 120	Kopie. Die in den Seismogrammen enthaltene Zeit ist korrigierte M. Gr. Z. Seismogramme nicht vollständig.	
68	Toronto . . . .	10	+5 00 00	H. M.	E-W	+00	58	—	1	0 22.3	0 28.0	0 40.0	—	1 25 —	250	Die angegebene Uhrkorrektion bezieht sich auf den Anfang des Bebens. Der tägliche Gang beträgt +4 s. *) Die Zeiten beziehen sich auf den Anfang des Streifens. Der Beginn der Störung liegt möglicherweise etwas früher.
69	Tortosa . . . .	15-I-IV	0 00 00	Ms. V.	N-S E-W	— 00	46.5 — 00 46.5	+ 8 <sub>s</sub> + 5 <sub>s</sub>	15 15	0 23.4*) 0 23.3*)	—	0 46.3	0 53 40 0 53 44	— 1 30.2	150 150	Die Parallaxe für die Vertikalkomponente ist unbekannt.
70	Triest . . . .	20 <sup>I</sup> 29-L-III	0 00 00 — 1 00 00	H. G. Ms. V.	V NW—SE NE—SW N-S E-W	— 00	46.5 — 00 46.5 + 02 36.5 + 02 36.5	— — + 1m 36.3s + 1m 26.4s	15 5 5 5	0 23 00 0 23 00 0 23 25 0 23 25	0 33 37 0 33 54 0 42 44 (1 01.5)	0 53 (05) — 0 59 42 —	1 30 — 1 29.2 1 30.2 —	— 200 200 —	Nur Spuren vorhanden.	
71	Uccle . . . .	12 I-III	0 00 00	H. B. H. R. E.	V N-S(E) N 60° E—S 60° W(N) N 60° W—S 60° E(V)	+ 02	36.5 — 11 18.4 — 11 18.4 — 11 18.4	+ 1m 48.s + 0.4mm — 0.4mm — 0.7mm	5 2 3 2 3 2 3	0 23 58 0 23 49 0 23 41 0 23 41	0 33 41 0 33 32 0 33 25 —	(1 02 —) — — —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —
72	Upsala . . . .	17 I-II	— 1 00 00	A. P. W.	N-S E-W N-S ENE—WSW WNW—ESE	— 15	43 — 15 43 — —	— — — —	15 0.5 0.5 0.5	0 22 45 0 22 57 0 22.4 0 22.1 0 22.4	0 32 53 0 33 — — 0 32.6 0 32.1	0 44.3 0 59.9 — — —	1 00.1 0 59.9 — — —	190 200 — — —	Seismogramm nicht vollständig. Die Uhrkorrektion ist in den auf das Seismogramm geschriebenen Zeiten enthalten.	
73	Victoria B. C. . .	II	+ 8 00 00	H. M.	N-S E-W E-W	+00	23.9 +00 23.9 — 02 39	—	15 15 1	0 21 43 0 21 49 0 18.1	0 30 48 <sub>s</sub> 0 30 45 0 30.6	0 41 46 1 04 —	1 31.7 1 30.6 1 27.1	300 300 260	— — —	

Tabelle III.

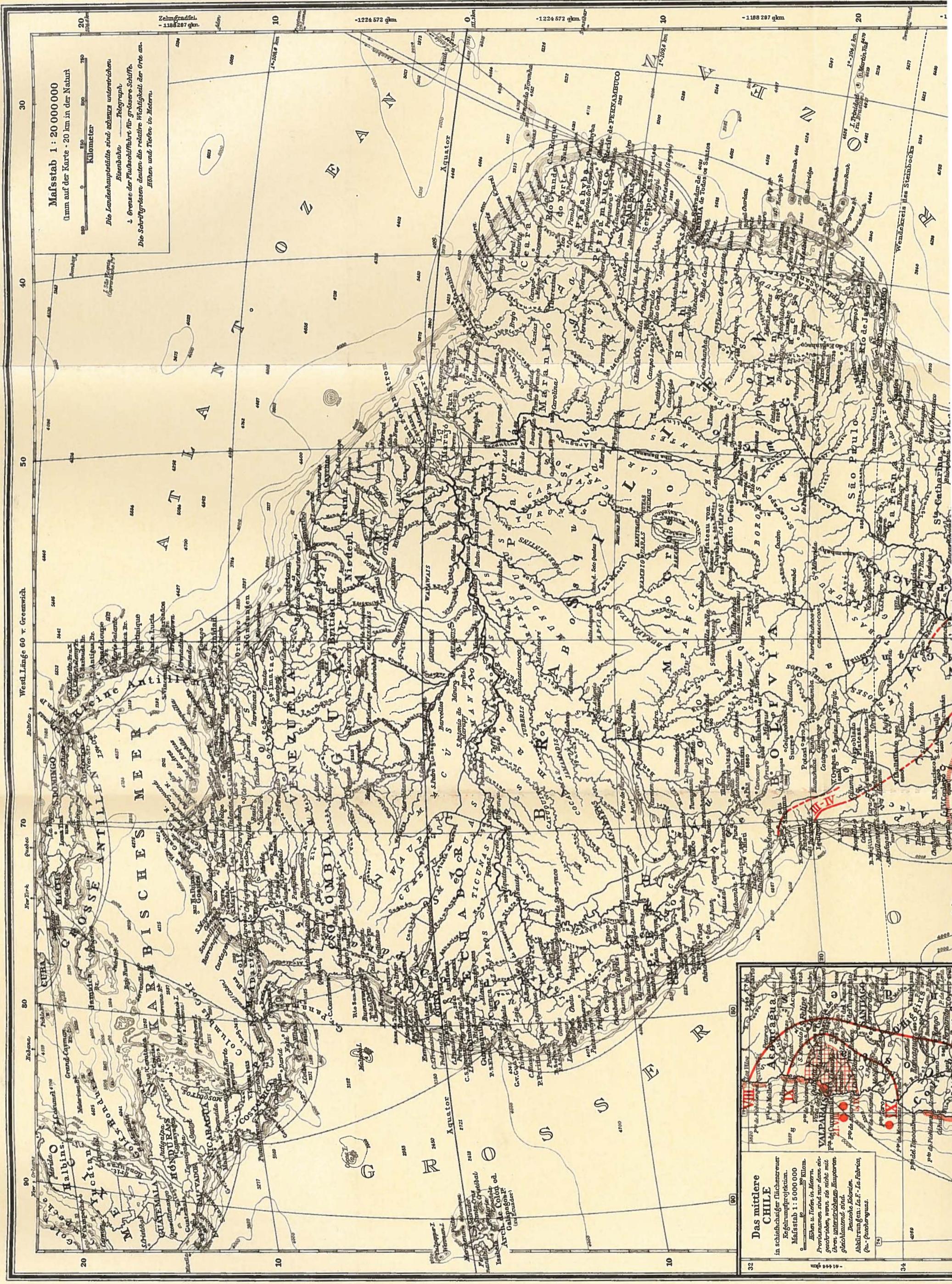
Laufende Nr.	Name der Station	Nummern der Tafeln, auf denen die Seismogramme enthalten sind	Unterschied der Zeit in den Seismogrammen gegen M. Gr. Z.	Name des Instruments	Komponente	Uhrkorrektion	Parallaxe	Nord pazifisches Beben			Südamerikanisches Beben			Dauer in min	Bemerkungen
								Registrier- geschwindigkeit in mm pro min	1. Vorläufer	2. Vorläufer	Hauptheben	1. Vorläufer	Hauptheben		
74	Vieques . . . . . (Porto Rico)	7 I-II	+ 4 21 46	H. B.	NS E-W	—	—	15 0 24.2	0 34.9	0 52	—	0 50.0	—	220	Die im Seismogramm enthaltene Zeit ist korrigierte mittlere Ortszeit.
75	Washington D. C.	4 I-II	+ 5 00 00	H. B.	NS E-W	—00 10	+ 32 s	15 0 22	—	0 30	42	0 41.1	—	200	—
76	Wellington . . . . .	55 I	0 00 00	H. M.	—	—00 10	+ 32 s	15 0 22	—	0 30	38	0 41	—	190	—
						—	—	1 (0 27.2)	0 34.8	0 52	—	—	—	260	—
77	Wien . . . . .	27 I-IV	— 1 00 00	A. P. W. Ms. V.	NS E-W NS(c) N 60° E(a) N 60° W(b)	—04 38 —04 38 —04 38 —04 38 —04 38	— + 1.2 mm + 7.0 mm — —	15 0 22 15 0 23 15 0 23 15 0 24.2 15 0 24.2	41 0 31 47 0 33 40 0 34 — —	53 0 45 47 0 44 26 0 43 — —	— 58 1 00 48 1 00 22 0 59 — —	19 1 32 48 1 35 <sup>1/2</sup> 48 1 35.1 57.8 1 32 —	180 180 — — —	300 180 180 — —	—
78	Zagreb . . . . .	34	— 1 00 00	Ms.V.-K.	N-S E-W	+ 00 11	+ 27 s + 28 s	7.5 0 22 7.5 0 22	32 0 34 32 0 34	— —	— —	54 0 59 49 0 58	— —	— —	Der Apparat funktionierte nur zur Zeit des Bebens mangelhaft.

Die im Seismogramm enthaltene Zeit ist korrigierte mittlere Ortszeit.

Kopie. Die im Seismogramm enthaltene Zeit ist korrigierte M. Gr. Z.

Abkürzungen	Erklärungen der Abkürzungen	Stationen, auf denen die Apparate vorhanden sind
A. P. W.	Astatisches Pendelseismometer von <i>Wiechert</i>	Apia, Bogenhausen (München), Göttingen, Hamburg, Jena, Leipzig, Potsdam, Straßburg, Upsala, Wien, Heidelberg.
A. P. Wo.	Astatisches Pendelseismometer von <i>Wiechert</i>	Catania, Rocca di Papa.
Gr. S.	Großer Seismometograph	Achalkalaki, Albany, Baltimore, Borshom, Budapest, Cheltenham, Hohenheim, Krakau, Ógyalla, Rio de Janeiro, Sofia, Straßburg, Tacubaya, Taschkent, Tiflis, Uccle, Vieques, Washington.
H.	Horizontalpendel	Bombay.
H. B.	Horizontalpendel von <i>Bosch</i>	Ischia.
H. C.	Horizontalpendel von Colaba	Hamburg, Potsdam.
H. G.	Horizontalpendel von <i>Grabovits-Belar</i>	Beirut, Bidston, Bombay, Calcutta, Coimbra, Cór-doba (Pilar), Edinburgh, Helwan, Honolulu, Kapstadt, Kew, Kodaikanal (Madras), Paisley, Paris, Perth, Ponta Delgada, S. Fernando, Taschkent, Tiflis, Toronto, Victoria, Wellington.
H. G. B.	Horizontalpendel von <i>Hecker</i>	Osaka, Si-ka-wei, Tokyo.
H. H.	Horizontalpendel von <i>Mine</i>	Simla.
H. M.	Horizontalpendel von <i>Zöllner</i>	Batavia, Kremsmünster, Laibach, Lemberg, Straßburg, Tiflis, Triest, Uccle, Wien.
H. O.	Horizontalpendel von <i>Omori-Ewing</i>	Florenz, Granada, Moncalieri.
H. O. E.	Horizontalpendel von v. <i>Rebeur-</i>	Jurjew (Dorpat).
H. R. E.	<i>Ehlert</i>	Jurjew (Dorpat), Tiflis.
H. St.	Horizontalpendel von <i>Statteis</i>	Taschkent.
H. Z. (l.)	Horizontalleichtpendel von <i>Zöllner</i>	Rocca di Papa.
H. Z. (sch.)	Horizontal schwierigpendel von <i>Zöllner</i>	
H. Z. R.	Horizontalpendel von <i>Zöllner-Repsold</i>	
Ms. Ag.	Mikroseismometograph von <i>Agramennone</i>	
Ms. V.	Mikroseismograph <i>Vicentini</i>	Barcelona, Carloforte, Catania, Laibach, Manila, Messina, Padua, Pola, Sarajevo, Straßburg, Tortosa, Triest, Wien.
Ms. V. K.	Mikroseismograph <i>Vicentini-Kunkoly</i>	Zagreb.
Ms. V. P.	Mikroseismograph <i>Vicentini</i> ; Pantograph	Florenz (Ximeniano).
S. Ag.	Seismometograph von <i>Agamennone</i>	Athen, Caggiano, Kalamata, Rocca di Papa.
T. P. W.	17 Tonnen-Pendel von <i>Wiechert</i>	Göttingen.
Tr. Sch.	Trifilargravimeter von <i>Schmidt</i>	Hohenheim, Straßburg.
V. Ag.	Vertikalpendel von <i>Agamennone</i>	Messina.
V. C.	Vertikalpendel von <i>Caneani</i>	Tiflis.
V. S.	Vasca Sismica	Ischia.
V. S. G. E.	Vertikalseismograph von <i>Gray-Ewing</i>	Tokio.
V. W.	Vertikalseismometer von <i>Wiechert</i>	Göttingen.

# ÜBERSICHTSKARTE VON SÜDAMERIKA



# Verbreitung des südamerikanischen Erdbebens am 16. August 1906.

**Zeichenerklärung:**

- Isoseisten, deren Verlauf durch makroseismische Nachrichten sichergestellt ist.
- Grenze des Gebietes mit zwei oder mehreren Stößen.

Isoseisten, deren Verlauf unsicher ist.

**III, IV etc.** Die Intensitätsgrade sind in römischen Zahlen nach der Skala MERCALI angegeben.

**III.** Gebiet größter Zerstörung.  
**IV** Schiffposition, an welcher am 16./VIII. ein Seeben nicht verspürt wurde.  
**●** Anzeichen von Hebungen der Küste  
**—** Anzeichen von Hebungen der Küste infolge des Erdbebens.

