

MITTEILUNGEN
des Zentralbureaus
der Internationalen Seismologischen Assoziation
Nr. 5.

Übersicht über die Tätigkeit des Zentralbureaus
der Internationalen Seismologischen Assoziation
von April 1913 bis April 1914.

Von

O. Hecker.

Das Personal des Zentralbureaus bestand während des Berichtsjahres außer dem Direktor aus dem ständigen Mitarbeiter Dr. Szirtes, der Assistentin Fr. Reinfeldt, die aber im Oktober an die Zentralstation Pulkovo übersiedelte und von diesem Zeitpunkt ab durch Herrn Dr. Gutenberg ersetzt wurde, der Hilfsarbeiterin Fr. Pietzsch und der Sekretärin Fr. Schweickard.

Weiter war wie bisher der Mechaniker Kayser für das Zentralbureau tätig.

Die Bearbeitung des makroseismischen „Catalogue Régional“ lag in den Händen des Herrn Sieberg.

Katalogarbeiten. Da das Material für den makroseismischen wie für den mikroseismischen Katalog für 1908 für die Zeit vom 1. Oktober 1908 ab leider immer noch nicht vollständig vorliegt, sondern noch einige Staaten mit ihren Veröffentlichungen im Rückstande sind, deren Material von besonderer Wichtigkeit ist, so stand das Zentralbureau vor der Frage, ob es die Kataloge trotz dieser Lücken abschließen, oder ob es den Druck unterbrechen solle, bis das Material vollständig ist. Es schien das Zweckmäßigste zu sein, in der folgenden Weise zu verfahren. Der mikroseismische Katalog für 1908, der das gesamte mikroseismische Material des Jahres 1908 in chronologischer Reihenfolge enthält, und bei dem sich die fehlenden Daten leicht als Nachtrag im Katalog für 1909 bringen lassen, wurde von Herrn Dr. Szirtes abgeschlossen und ist im Druck erschienen. Was den ebenfalls von Herrn Dr. Szirtes bearbeiteten Teil des Kataloges betrifft, der die besser ausgeprägten seismischen Störungen des Jahres 1908 enthält, so ist der Druck vom Oktober 1908 ab nicht fortgeführt, da die Epizentralbestimmungen in vielen Fällen wegen des fehlenden Materiales unsicher werden. Das Beobachtungsmaterial für den mikroseismischen Katalog für 1909 wurde gesammelt und zusammengestellt; mit der Bearbeitung konnte jedoch noch nicht begonnen werden, da noch von verschiedenen Staaten die Beobachtungen nicht veröffentlicht wurden. Auch die Drucklegung des letzten Vierteljahres des makroseismischen Kataloges 1908 ist nicht erfolgt, da hier das gleiche Material fehlt. Bei der regionalen Anordnung des Kataloges würde ein Nachtrag etwa im Katalog 1909 sehr unübersichtlich werden, da dieselben Beben vielfach auch in den angrenzenden Regionen beobachtet wurden.

Für den Katalog 1909 und zum Teil auch 1910 ist das Material, soweit vorhanden, bereits bearbeitet. Es wird der Druck nach Eingang der fehlenden Veröffentlichungen in kürzester Frist erfolgen können.

Die Bearbeitung des mitteleuropäischen Bebens vom 16. November 1911 ist wesentlich gefördert worden. Sämtliche Auszüge aus dem außerordentlich umfangreichen makroseismischen Material sind hergestellt, die Intensitäten an den Beobachtungsorten größtenteils bestimmt und in Karten eingetragen. Die Drucklegung ist vorbereitet und wird in Kürze erfolgen. Herr Lais beteiligte sich an diesen Arbeiten auch nach seinem Ausscheiden aus dem Zentralbureau, im Herbst 1912, in reger Weise, wofür ihm dasselbe zu besonderem Dank verpflichtet ist.

Auch die Bearbeitung des mikroseismischen Materiales, die ich Herrn Dr. Gutenberg übertragen habe, ist weit fortgeschritten. Es sind bereits sämtliche Registrierungen, und zwar sowohl die des Bebens vom 16. November 1911 als auch die eines schwächeren Erdbebens vom 20. Juli 1913, das von demselben Herde ausging, und das ebenfalls in die Bearbeitung einbezogen wurde, reproduziert. Auch für letzteres liegt ein sehr umfangreiches Material vor, das aber nicht im Auszuge veröffentlicht werden wird. Es werden von diesem die Intensitäten an den Orten, aus denen Meldungen vorliegen, bestimmt und im Anschluß an die Bestimmungen für das erstgenannte Beben mitgeteilt werden.

Im ganzen gingen von 68 Stationen gegen 250 Registrierungen ein. Die Reproduktion erfolgte in der Weise, daß die Seismogramme zunächst kopiert und darauf photographisch stark vergrößert wurden. Dann wurden anfangs durch Herrn Sieberg, später durch Herrn Dr. Gutenberg die Kurven mit Tusche nachgezogen und die photographische Vorlage auf chemischem Wege entfernt, sodaß die gezeichnete Kurve auf weißem Grunde steht. Dieses Verfahren hat sich bei der Verwendung geeigneter photographischer Materialien besonders auch wegen der Treue der Wiedergabe der Registrierungen als sehr empfehlenswert erwiesen. Herr Dr. Gutenberg hat dann alle deutlich hervortretenden Einsätze nach den Originalen bestimmt. Um eine Schätzung zu ermöglichen, wie groß die persönlichen Auffassungsfehler bei der Ablesung sind, las Herr Dr. Mainka unabhängig ebenfalls einen Teil der Zeiten der Einsätze ab. Es ergaben sich hierbei die folgenden Differenzen im Sinne

+ 2 sec.	10mal,
+ 1 „	39 „
0 „	120 „
- 1 „	54 „
- 2 „	3 „
- 3 „	2 „

was als sehr befriedigend betrachtet werden kann. Die Ablesungsgenauigkeit ist somit eine recht große.

Als Koordinaten des Herdes ermittelte Herr Dr. Gutenberg die folgenden:

1911 November 16.: $\varphi = +48^{\circ} 20' \pm 3'$, $\lambda = 9^{\circ} 5' \pm 1'$ E. Gr.

1913 Juli 20.: $\varphi = +48^{\circ} 19' \pm 4'$, $\lambda = 9^{\circ} 9' \pm 3'$ E. Gr.

Für die weitere Rechnung wurden dann zugrunde gelegt

$$\varphi = +48^{\circ} 19' \text{ und } \lambda = 9^{\circ} 7' \text{ E. Gr.}$$

Die Perioden und Amplituden wurden aus den vergrößerten Diagrammen bestimmt.

Bei der Untersuchung der Herdtiefe erhielt Herr Gutenberg das Resultat, daß eine Herdtiefe von 15 km ebensogut den Beobachtungen genügt, wie eine solche von 45 km. Für eine genaue Herdtiefenbestimmung müssen die Zeitangaben noch wesentlich sicherer sein.

Das P (nach Mohorovičić) ist sicher nachweisbar. Es beginnt bei einer Distanz von gegen 200 km und ist stärker ausgeprägt als das P .

Laufzeiten, Amplituden und Perioden wurden ebenfalls eingehend untersucht. Es sei erwähnt, daß die erste Welle vorwiegend eine Kompressionswelle, die Bodenbewegung also nach dem Herde hin gerichtet war, ferner daß die Maxima in der Komponente senkrecht zur Herdrichtung größer waren als in der Richtung nach dem Herde.

Die Beobachtungen der durch Sonne und Mond verursachten Lotbewegungen ist im Observatorium in Paris im Laufe des Berichtsjahres laufend durchgeführt. Die Beobachtungen wurden auf Grund der Ablesungen des Herrn Eblé bis November 1913 weiter bearbeitet. Leider wirkt die Feuchtigkeit fortwährend ungünstig auf die Registrierungen ein, sodaß viele Lücken in der Reihe entstehen. Es dürfte sich vielleicht empfehlen, eine durchgreifende Änderung der Registriereinrichtung einzuführen. Der Aufstellungsort eignet sich im übrigen fraglos sehr gut für diese Beobachtungen, wie die bisher erlangten Resultate zeigen.

Die gleichen Beobachtungen in Tomsk in Rußland sind im Gange. Die Resultate werden durch Herrn Orlov, der die Station eingerichtet hat, abgeleitet werden.

Wie schon in einem Zusatz zum letzten Tätigkeitsbericht in Nr. 3 der „Mitteilungen“ bemerkt wurde, hat sich der in Winnipeg für die genannten Beobachtungen gebaute Kellerraum wegen der ungünstigen Grundwasserverhältnisse als unbrauchbar erwiesen. Nach einer Mitteilung des Herrn Dr. Klotz wird jetzt das Observatorium in Ottawa durch mehrere unterirdische Räume erweitert, und es sollen dort demnächst die Deformationsbeobachtungen durchgeführt werden. Nach Mitteilungen von Herrn Professor Reid wird es gewisse Schwierigkeiten bieten, in der Mitte des nordamerikanischen Kontinentes noch eine Deformationsstation zu errichten, deren Begründung sehr erwünscht sein würde.

Ob sich die Gründung einer gleichen Station in Südafrika seitens der Seismologischen Assoziation wird durchführen lassen, ist noch zweifelhaft.

Es ist weiter zu bemerken, daß in Australien durch die Internationale Erdmessung eine Station begründet wurde. Ein Horizontalpendelapparat mit Drahtaufhängung der Pendel ist in einem außer Betrieb befindlichen Teile des Kupferbergwerks zu Cobar in New South Wales in etwa 700 km Entfernung von der Küste aufgestellt. Der Direktor des Riverview Observatoriums in Sydney, Herr Pigot, hat die mühevollen Arbeit der Einrichtung der Station — die Temperatur beträgt gegen 40° C. — durchgeführt. Weitere Nachrichten fehlen noch.

Auch Argentinien wird sich an den Deformationsbeobachtungen beteiligen. Herr Professor Laub beabsichtigt, eine Station im Innern Argentiniens zu gründen. Ein Horizontalpendelapparat, der durch den Mechaniker des Zentralbureaus hergestellt wird und der fast fertiggestellt ist, wird Herrn Laub zum Selbstkostenpreis überlassen werden.

Ein weiterer von dem Mechaniker hergestellter Horizontalpendelapparat wurde für eine besondere Untersuchung leihweise nach Australien gegeben. Die Australasian Association for the Advancement of Science beabsichtigt nämlich, bei der Füllung einer Talsperre, welche gegen 950 Millionen Kubikmeter Wasser bei 70 m Wasserhöhe faßt, die durch das gewaltige Wassergewicht hervorgerufene elastische Durchbiegung der Felsmassen der Erdkruste zu messen, und zwar soll der Biegungsgradient durch mehrere in verschiedener Entfernung von der Talsperre aufgestellte Horizontalpendel bestimmt werden. Außer vom Zentralbureau wurden auch vom Geodätischen Institut in Potsdam und von der Sternwarte Heidelberg Instrumente zur Verfügung gestellt. Die Untersuchung wurde noch von Sir G. Darwin angeregt und wird von Herrn Pigot geleitet.

Das Studium der mikroseismischen Unruhe wurde fortgesetzt. Die erste Zusammenstellung über gleichzeitige Beobachtungen in einer Reihe europäischer Stationen im Winter 1911/12 wurde in den „Mitteilungen“ Nr. 3 abgedruckt. Das von denselben Stationen erbetene Material für den Winter 1912/13 ist bereits reduziert und wird in Kürze veröffentlicht werden.

Um etwaige Eigentümlichkeiten bei den Registrierungen der einzelnen Stationen ermitteln zu können, sollen für den Winter 1913/14 die Originalregistrierungen der Stationen und nicht die Ablesungen erbeten werden.

Über verschiedene Studien über Laufzeitkurven, die im Gange sind, wird später zu berichten sein.

In den „Mitteilungen“ erschienen noch verschiedene kleinere Arbeiten, so eine Arbeit von Professor Rudolph und Dr. Szirtes: „Allgemeines Nomogramm für die Bestimmung des Epizentrums“, die auch eine mittelabstandstreue Weltkarte für Straßburg als Mittelpunkt enthält. Herr Szirtes hat weiter für jede Nummer der „Mitteilungen“ das mikroseismische Material von besonders interessanten Beben des Jahres 1913 bearbeitet. Monographien über gefühlte Erdbeben hat Herr Sieberg beigezeichnet. Die Bearbeitung der Registrierungen der Internationalen Station Reykjavik wurde von Herrn Dr. Mainka weiter geführt. Die Resultate werden ebenfalls in den „Mitteilungen“ veröffentlicht. Wie früher, so wurde von demselben auch im Berichtsjahre eine Reihe von Seismometern für auswärtige Stationen zum Teil unter Benutzung der Untersuchungsplattform untersucht.

Von dem Unterzeichneten wurde noch die deutsche Bearbeitung der Vorlesungen über Seismometrie von Fürst Galitzin unter Mitwirkung von Fr. Reinfeldt herausgegeben.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die Bibliothek der Internationalen Seismologischen Assoziation auf 850 Nummern angewachsen ist.

Vergleichung der Ergebnisse zweier in paralleler Aufstellung registrierender Horizontalpendelapparate.

Von

O. Hecker.

Mit 2 Figuren im Text.

Gegen Mitte 1910 wurde mit Genehmigung der Königlich Sächsischen Staatsregierung seitens des Königlich Preußischen Geodätischen Institutes in Potsdam im Reichezecher Richtschacht des Bergwerkes zu Freiberg in Sachsen in einer Tiefe von 189 m eine Horizontalpendelstation eingerichtet, deren Aufgabe sein sollte, Material hinsichtlich der durch Sonne und Mond hervorgerufenen Deformation des Erdkörpers zu liefern.

Es war zunächst beabsichtigt, 2 Horizontalpendelapparate mit je 2 Pendeln, von denen einer Aufhängung der Pendel auf Spitzen hatte, während bei dem anderen die Pendel an getemperten, 0,04 mm dicken Platiniridiumdrähten aufgehängt waren, dauernd registrieren zu lassen. Im Anfange gelang dieses auch, sodaß an den 4 Pendeln eine fortlaufende, lückenlose Serie von Beobachtungen, die sich über die Zeit vom 4. August bis 27. September 1910, also über 54 Tage erstreckte, gewonnen werden konnte. Dann aber traten Unregelmäßigkeiten bei dem zuerstgenannten Apparate ein, die besonders auf die starke Rostbildung bei dem nicht genügend geschützten Apparate zurückzuführen waren, und die es ratsam erscheinen ließen, den Apparat zu entfernen und nur mit dem Apparate mit Drahtaufhängung weiter zu registrieren.

Die beiden Apparate standen hintereinander auf einer niedrigen Pfeilerplatte, die auf dem gewachsenen Felsboden am Ende eines Stollens aufgemauert war und an drei Seiten an die Stollenwände angeschlossen. Sie registrierten auf demselben Registrierapparat, der im allgemeinen jeden zweiten Tag bedient wurde. Die Registriergeschwindigkeit betrug 28 mm pro Stunde.

Das in den 53 Tagen gewonnene Material wollen wir im folgenden dazu benutzen, die beiden Apparate mit einander zu vergleichen, um beurteilen zu können, welcher Apparatentypus eine größere Beobachtungsgenauigkeit liefert und also den Vorzug vor dem anderen verdient. Wir wollen für diesen Zweck nur die halbtägige Mondwelle, wie sie jedes der 4 Pendel liefert, ableiten. Natürlich ist das Ergebnis bei der Kürze der Beobachtungsreihe als „Deformationsbeobachtung“ ohne großen Wert. Da die Beobachtungen bereits mehrere

Jahre laufend fortgeführt sind, sollen die vorliegenden Messungen nach dieser Richtung hin nicht weiter betrachtet werden.

Das Azimut der mit I bezeichneten Pendel beider Apparate war ungefähr die SE-NW-Richtung, das der Pendel II die NE-SW-Richtung. Die Schwingungsdauer der Pendel konnte bei der Aufhängung an Drähten größer gewählt werden, als bei der Aufhängung auf Spitzen. Bei der letzteren traten bei großer Schwingungsperiode häufiger Änderungen, und zwar eine Abnahme der Schwingungsdauer auf, für die eine Ursache mit Sicherheit nicht ermittelt werden konnte.

Die Schwingungsdauer war bei dem erst genannten Apparat während der ganzen Reihe praktisch konstant, und zwar betrug sie bei Pendel I: 15^h6 und bei Pendel II: 16^h0. Bei dem Apparat mit Spitzenaufhängung betrug sie im Mittel bei Pendel I: 13^h9 und bei Pendel II: 13^h6; sie hat sich während der Beobachtungszeit bei beiden Pendeln um nicht weniger als 1^h5 geändert.

Als Reduktionskonstanten für 1 mm Ordinatenänderung auf den Registrierbogen ergaben sich die folgenden:

	Pendel I	Pendel II
Apparat nach Zöllner	0'0209	0'0197
„ „ Rebeur	0'0370	0'0390

Das Material wurde nach der Bürgenschen Methode zur Ableitung der M₂-Welle umgeschrieben, und es wurden dann die Stundenmittel für jede Mondstunde gebildet. Es ergab sich hierbei die folgende Nullpunktsbewegung für jedes der 4 Pendel im Mittel für einen Tag:

	Pendel I	Pendel II
Zöllner	+0'012	+0'024
Rebeur	-0'100	+0'015

Auch innerhalb kleinerer Abschnitte in den Reihen zeigt sich angenähert derselbe Nullpunktsgang.

Unter den angegebenen Werten fällt sofort das stark abweichende Verhalten des Pendels Rebeur I auf. Die Nullpunktsbewegung ergibt sich bei diesem um ein vielfaches größer als bei den übrigen Pendeln.

Die Annahme, daß der Untergrund am Beobachtungsorte so große Bewegungen gemacht haben könne, ist jedenfalls sehr unwahrscheinlich. Geht man nun auf die Beobachtungen in der Potsdamer Brunnenkammer zurück, so ergibt sich das merkwürdige Resultat, daß dieses Pendel, das in der betr. Veröffentlichung mit II bezeichnet ist, im Mittel aus den drei Beobachtungsreihen fast genau denselben Nullpunktsgang, und zwar sowohl der Größe als auch dem Sinne nach gezeigt hat, nämlich -0'120. Es läßt sich also der Verdacht nicht von der Hand weisen, daß die große Nullpunktsbewegung bei diesem Pendel, die damals hauptsächlich auf eine durch die Wasserförderung hervorgerufene fortschreitende Senkung des Brunnenrohres und damit der Kammer zurückgeführt wurde, zum Teil wenigstens in der Konstruktion des Pendels selbst ihren Grund hat. Der seitens des Herrn Meißner geführte Nachweis, daß periodische Senkungen bei der Wasserförderung stattfinden, wird hierdurch nicht beeinträchtigt.

Es hat sich übrigens damals selbst bei der genauesten Untersuchung des Pendels kein Fehler entdecken lassen. Auch durch ein mehrfaches Wechseln der Spitzen wurde der große Nullpunktsgang nicht beseitigt, sodaß der Fehler jedenfalls in der unrichtigen Stellung der die Lager bildenden Saphire zu suchen

sein dürfte. Es mag noch bemerkt werden, daß keins der 4 Pendel, die Herr Geh. Hofrat Haid in Durlach und in Freiburg i. B. für seine Deformationsbeobachtungen benutzt, einen auch nur annähernd so großen Nullpunktsgang aufweist, als das in Rede stehende.

Nach Anbringung der Nullpunktsbewegung ergaben sich die in den folgenden Tabellen zusammengestellten Mondstundenmittel.

Eine graphische Darstellung der von den Pendeln aufgezeichneten Mondwelle gibt die Figur.

Stellt man die Mittel (der Anfang der Zählung der Mondstunden ist willkürlich gewählt) in der gebräuchlichen Weise durch eine nach sin und cos des einfachen und doppelten Winkels fortschreitende Reihe dar, so ergibt sich

Pendel I. Zöllner: $0'00011 \cos(t - 90^\circ) + 0'00387 \cos(2t - 88^\circ4)$,
 „ I. Rebeur: $0'00065 \cos(t - 276^\circ) + 0'00380 \cos(2t - 96^\circ3)$,
 „ II. Zöllner: $0'00079 \cos(t - 267^\circ) + 0'00487 \cos(2t - 24^\circ7)$,
 „ II. Rebeur: $0'00078 \cos(t - 226^\circ) + 0'00466 \cos(2t - 26^\circ3)$.

Pendel I.

	Zöllner			v. Rebeur			Zöllner-Rebeur
	Beob.	Beob.-Rechn.		Beob.	Beob.-Rechn.		
		2 t	2 t u. t		2 t	2 t u. t	
0	+ 0'0001	0'0000	+ 0'0001	- 0'0005	- 0'0001	- 0'0002	+ 0'0006
1	+ 19	- 1	0	+ 17	+ 2	+ 3	+ 2
2	+ 32	- 2	1	+ 26	- 5	- 2	+ 6
3	+ 38	- 1	0	+ 34	- 4	0	+ 4
4	+ 31	- 2	2	+ 34	- 1	+ 4	- 3
5	+ 18	0	0	+ 17	- 6	0	+ 1
6	- 3	- 2	2	- 1	- 5	+ 1	- 2
7	- 23	- 3	3	- 24	- 9	- 3	+ 1
8	- 37	- 3	4	- 38	- 7	- 1	+ 1
9	- 36	+ 3	2	- 42	- 4	+ 1	+ 6
10	- 29	+ 4	3	- 40	- 5	- 1	+ 11
11	- 16	+ 2	1	- 28	- 5	- 3	+ 12
12	+ 1	0	1	- 1	+ 3	+ 4	+ 2
13	+ 21	+ 1	0	+ 15	0	- 1	+ 6
14	+ 32	- 2	3	+ 24	- 7	- 10	+ 8
15	+ 41	+ 2	1	+ 38	0	- 4	+ 3
16	+ 34	+ 1	1	+ 48	+ 13	+ 8	- 14
17	+ 20	+ 2	2	+ 26	+ 3	- 3	- 6
18	- 2	- 1	1	+ 13	+ 9	+ 3	- 15
19	- 22	- 2	2	- 9	+ 6	0	- 13
20	- 38	- 4	3	- 34	- 3	- 8	- 4
21	- 44	- 5	4	- 28	+ 10	+ 6	- 16
22	- 31	+ 2	3	- 26	+ 9	+ 7	- 5
23	- 15	+ 3	4	- 20	+ 3	+ 2	+ 5

Pendel II.

	Zöllner			v. Rebeur			Zöllner-Rebeur
	Beob.	Beob.-Rechn.		Beob.	Beob.-Rechn.		
		2 t	2 t u. t		2 t	2 t u. t	
0	+ 0'0042	- 0'0002	- 0'0002	+ 0'0036	- 0'0006	- 0'0001	+ 0'0006
1	+ 47	- 2	0	+ 41	- 6	+ 1	+ 6
2	+ 37	- 3	+ 1	+ 37	- 2	+ 6	0
3	+ 13	- 7	- 1	+ 13	- 8	0	0
4	- 17	- 13	+ 6	- 13	- 10	- 2	- 4
5	- 35	- 7	+ 1	- 41	- 15	- 8	+ 6
6	- 49	- 5	+ 3	- 44	- 2	+ 4	- 5
7	- 53	- 4	+ 4	- 48	- 1	+ 3	- 5
8	- 47	- 7	0	- 37	+ 2	+ 4	- 10
9	- 26	- 6	- 1	- 15	+ 6	+ 6	- 11
10	- 1	- 5	- 1	+ 2	- 1	- 3	- 3
11	+ 25	- 3	- 1	+ 28	+ 2	- 2	- 3
12	+ 44	0	0	+ 44	+ 2	- 3	0
13	+ 55	+ 6	+ 4	+ 52	+ 5	- 2	+ 3
14	+ 46	+ 6	+ 2	+ 50	+ 11	+ 3	- 4
15	+ 24	+ 4	- 2	+ 31	+ 10	+ 2	- 7
16	+ 1	+ 5	- 2	+ 6	+ 9	+ 1	- 5
17	- 18	+ 10	+ 2	- 14	+ 12	+ 5	- 4
18	- 34	+ 10	+ 2	- 37	+ 5	- 1	+ 3
19	- 44	+ 5	- 3	- 50	- 3	- 7	+ 6
20	- 33	+ 7	0	- 37	+ 2	0	+ 4
21	- 14	+ 6	+ 1	- 20	+ 1	+ 1	+ 6
22	+ 9	+ 5	+ 1	+ 6	+ 3	+ 5	+ 3
23	+ 30	+ 2	0	+ 22	- 4	0	+ 8

Die Glieder mit dem einfachen Winkel weichen in den Phasen sehr stark voneinander ab; sie sind jedenfalls nicht auf reelle Bodenbewegungen, sondern auf instrumentelle Einflüsse zurückzuführen.

Eine bei der Kürze der Reihe sehr gute Übereinstimmung zeigen dagegen die halbtägigen Glieder, und zwar sowohl was die Amplitude als auch die Phase anlangt. Es zeigt sich weiter, daß der starke Nullpunktsgang des Pendels Rebeur I für das Beobachtungsergebnis ohne Bedeutung gewesen ist.

In der Tabelle sind die übrigbleibenden Fehler angegeben, wenn man nur das 2 t-Glied, und ebenso, wenn man beide Glieder berücksichtigt.

Nimmt man eine Ablesungsgenauigkeit von 0.1 mm für die Registrierungen beider Pendelarten an, so kann man bei dem Apparate nach Zöllner eine Genauigkeitsgrenze von 0'002 und bei dem nach v. Rebeur eine solche von 0'004 (gleich einem Zehntel der Reduktionskonstanten) annehmen. Bei 54 Ablesungen erhält man somit 0'00027 und 0'00054, und wenn man die Differenz der gleichzeitigen Ablesungen beider Apparate bildet, für diese 0'0006.

Fig. 1.

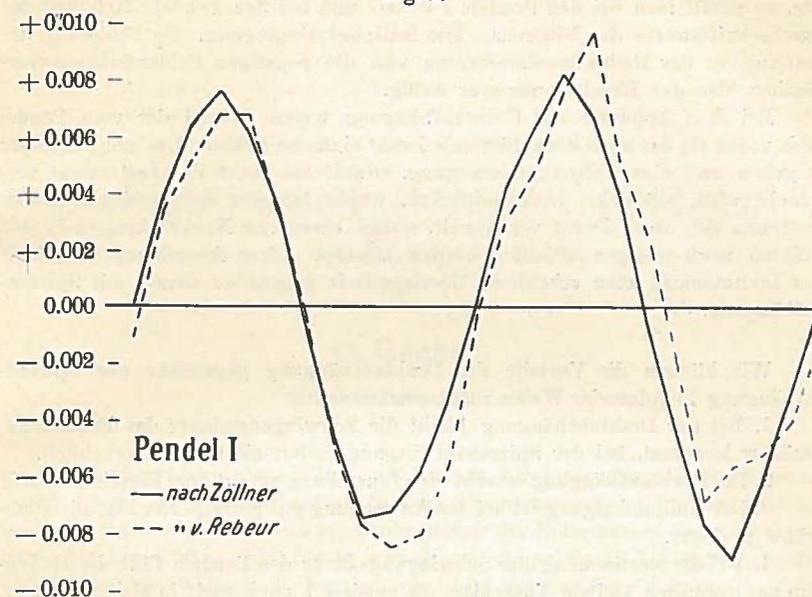
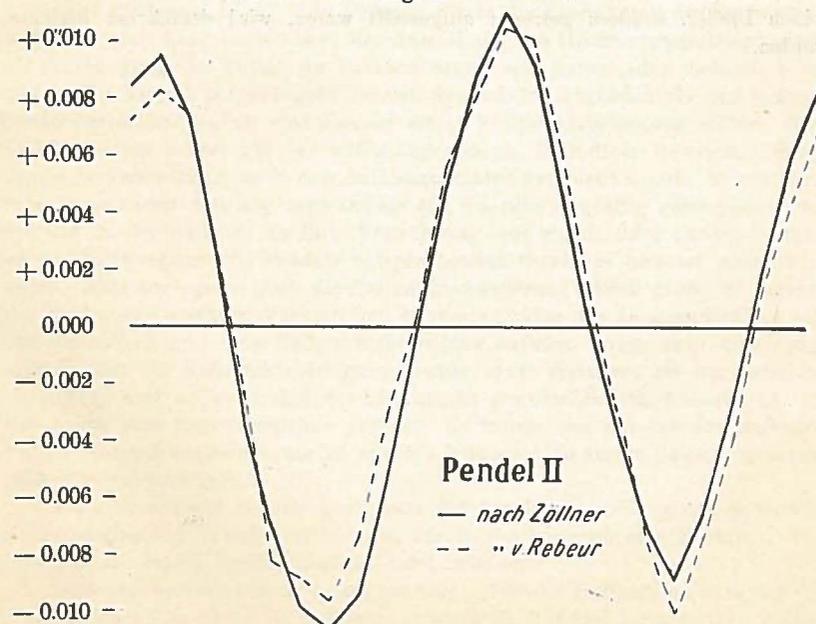


Fig. 2.



Bildet man nun die Differenz der beobachteten Stundenmittel beider Apparate, so erhält man bei den Pendeln I 0.0007 und bei den Pendeln II 0.0005 als Durchschnittswerte der Differenz. Die Nullpunktsbewegung, die Fehler in der Bestimmung der Reduktionskonstanten und die sonstigen Fehlereinflüsse verfälschen also das Resultat nur sehr wenig.

Bei dem Apparate mit Drahtaufhängung waren sowohl der vom Pendel nach unten als der nach oben führende Draht einfache Drähte. Um noch sicherer zu gehen und eine Nullpunktsbewegung, soweit sie durch das Instrument verursacht wird, möglichst herabzudrücken, wurde bei den später eingerichteten Stationen der obere Draht verdoppelt, sodaß elastische Nachwirkungen in den Drähten noch weniger schädlich werden können. Diese Anordnung verschafft den Instrumenten eine erhebliche Überlegenheit gegenüber denen mit Spitzenaufhängung.

Wir können die Vorteile der Drahtaufhängung gegenüber der Spitzenaufhängung in folgender Weise zusammenfassen:

1. Bei der Drahtaufhängung bleibt die Schwingungsdauer des Pendels annähernd konstant, bei der Spitzenaufhängung ändert sie sich oft erheblich.
 2. Die Drahtaufhängung erlaubt eine Einstellung auf größere Empfindlichkeit.
 3. Der Nullpunktsgang ist bei der Anwendung gut getemperter Platiniridiumdrähte geringer.
 4. Bei der Bestimmung der Schwingungsdauer des Pendels fällt die Reduktion auf unendlich kleinen Ausschlag, die gewisse Unsicherheit in sich birgt, weg.
 5. Die Gefahr des Rostens der Spitzen und ihrer Abstumpfung fällt weg.
- Über eine weitere Vergleichsreihe, bei der beide Apparate nicht auf demselben Pfeiler, sondern getrennt aufgestellt waren, wird demnächst berichtet werden.

„Deformationsbeobachtungen“ in Příbram in Böhmen.

Von

O. Hecker.

Mit 3 Figuren im Text.

Im Anfang des Jahres 1911 wurde seitens der Internationalen Erdmessung im 32. Laufe des Maria-Schachtes in dem Silberbergwerk zu Příbram in einer Tiefe von 1110 m eine Station zur Beobachtung der Deformation des Erdkörpers unter der Einwirkung von Sonne und Mond eingerichtet. In dankenswerter Weise hatte hierzu die K. K. Bergbehörde nicht nur ihre Genehmigung gegeben, sondern sie ließ auch die aus dem Felsen ausgesprengte Beobachtungskammer in geeigneter Weise herrichten.

Herr Professor Köhler in Příbram führte die Einrichtung der Station mit großer Sorgfalt aus. Gleich nach der Aufstellung des Horizontalpendelapparates mit Aufhängung der Pendel an Drähten ergab sich jedoch, daß besonders bei dem in 70° Azimut aufgehängten Pendel, das wir im folgenden als „schlechtes“ Pendel bezeichnen wollen, eine überaus starke Nullpunktsbewegung auftrat. Herr Köhler nahm zuerst als das nächstliegende an, daß diese Bewegung durch elastische Nachwirkungen in den Aufhängedrähten veranlaßt werde. Er entfernte daher diese zuerst und zog neue Drähte ein, die sehr sorgfältig getempert waren und die in der Zeit bis zu ihrer Verwendung mit einem, ihrer Beanspruchung bei der Aufhängung des Pendels entsprechenden Gewichte belastet aufgehängt waren. Aber auch jetzt blieb die Nullpunktswanderung gleich groß. Er machte nun noch einen weiteren Versuch und benutzte Drähte des anderen Pendels, das eine wesentlich geringere Nullpunktsbewegung aufwies. Aber auch dieses war ohne Erfolg, die Nullpunktsbewegung wurde nicht geringer; sie war sehr unregelmäßig und so groß, daß der Lichtpunkt gewöhnlich schon nach zwei bis drei Tagen das Registrierpapier verließ. Es wurde nun mit den fortlaufenden Registrierungen begonnen, um zu sehen, ob dauernd so starke Bewegungen vorhanden seien, was zutraf.

Da sich nun ein anderer geeigneter Ort für die Aufstellung des Apparates nicht schaffen ließ, wurde beschlossen, die Registrierungen eine Zeitlang, wenn auch nur mit einem Pendel, laufend durchzuführen.

Aus den beschriebenen Versuchen folgt, daß die Nullpunktsbewegung des Pendels jedenfalls nicht im Apparat, sondern in äußeren Ursachen zu suchen

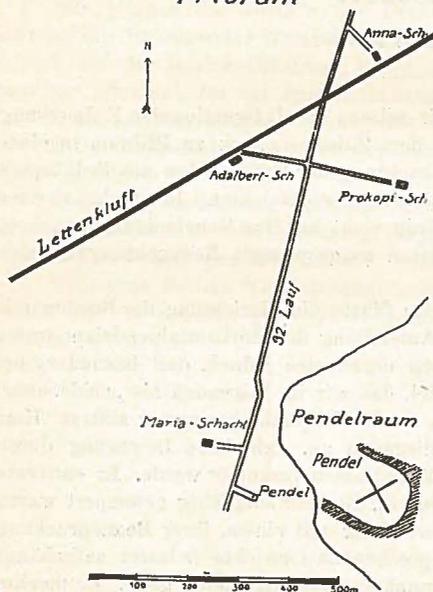
ist. Die Beobachtungskammer liegt etwa 150 m weit vom Arbeitsfelde entfernt, und es konnten daher Störungen durch den Bergwerksbetrieb selbst nicht eintreten.

Da nun das Gestein in einer Tiefe von 1100 m bereits unter einem Drucke von gegen 300 kg/cm² steht, so hätte man vielleicht annehmen können, daß das die Beobachtungskammer einschließende Gestein sich allmählich plastisch verschoben habe.

Daß durch den Gebirgsdruck solche Änderungen veranlaßt werden, ist nachgewiesen; es ergibt sich schon daraus, daß vielfach Grubenhölzer, die zum Abstützen verwandt sind, in wenigen Jahren beträchtlich in sich zusammengeschoben werden, wenn sie seitlich nicht ausweichen können.

Fig. 1.

*Situationsplan der Aufstellung
der Horizontalpendel in
Přibram*



Es ist nun nicht einzusehen, weswegen dieses Pendel eine relativ so geringe Nullpunktsbewegung zeigen sollte, da die beiden Pendel symmetrisch zur Achse der Beobachtungskammer aufgestellt waren und Spaltenbildung und dergl. nicht wahrzunehmen war.

Herr Köhler kam zu einer anderen Erklärung, der eine gewisse Wahrscheinlichkeit nicht abzusprechen ist.

In einer Entfernung von gegen 500 m verläuft parallel zu dem schlechten Pendel eine Lettenkluff von etwa 8 m Mächtigkeit und mit

einem Einfallswinkel von ungefähr 70°. Diese trennt das silberhaltige und das nicht silberhaltige silurische Gestein (vgl. Fig. 1). Es scheint nun, als wenn eine Vertikalverschiebung der beiden Gebirgsteile gegeneinander stattfindet, und zwar in dem Sinne, daß der Teil, in dem das Horizontalpendel aufgestellt ist, nach der Lettenkluff zu eine Kippbewegung ausführt.

Herr Köhler beabsichtigte, in den oberen Etagen des Bergwerkes in den beiden Gebirgsteilen und in der Lettenkluff Nivellementsbolzen einzusetzen und von Zeit zu Zeit zu nivellieren. Er fand jedoch, daß die oberen Strecken nicht passierbar waren; sie waren sämtlich verschüttet. Da auch die Strecken unter der Kammer nur bis an die Lettenkluff gehen, ist leider ein sicherer Aufschluß über die Größe der vermuteten Gebirgsbewegung nicht zu erhalten.

Nun war aber die tägliche Nullpunktsbewegung des anderen, guten Pendels die folgende:

1911 Februar 1.—28.: 0'078,
Mai 29.—Juli 10. 0.066,
Juli 14.—September 9.: 0.076,
September 11.—30.: 0.160.

Es ist nun nicht einzusehen, weswegen dieses Pendel eine relativ so geringe Nullpunktsbewegung zeigen sollte, da die beiden Pendel symmetrisch zur Achse der Beobachtungskammer aufgestellt waren und Spaltenbildung und dergl. nicht wahrzunehmen war.

Herr Köhler kam zu einer anderen Erklärung, der eine gewisse Wahrscheinlichkeit nicht abzusprechen ist.

In einer Entfernung von gegen 500 m verläuft parallel zu dem schlechten Pendel eine Lettenkluff von etwa 8 m Mächtigkeit und mit

Es würde gewiß von größtem Interesse sein, wenn diese Erscheinung mit Hilfe anderer instrumenteller Einrichtungen, die unschwer zu beschaffen sein würden, eingehend untersucht werden könnte.

Im folgenden soll für das gute Pendel noch kurz abgeleitet werden, was sich für die Sonnen- und Mondwelle aus den Beobachtungen ergeben hat.

Leider sind die Registrierungen oft recht lückenhaft. Die Feuchtigkeit und Wärme wirken ungünstig auf das photographische Papier ein und weiter versagte auch häufiger die Spaltlampe, sodaß öfter Lücken von mehreren Tagen die Beobachtungen unterbrechen.

Bildet man die Sonnenstundenmittel für die Registrierungen, die sich über den Zeitraum von 1911 Mai 29. bis September 30. erstrecken und 72 volle Tage umfassen, sowie die Abweichungen gegen dieses Mittel, so erhält man die in der zweiten und fünften Kolumne der folgenden Tabelle gegebenen Werte.

Stundenmittel der Sonnenmonate.

	Beobachtung	Beob.-Rechn.		Beobachtung	Beob.-Rechn.
0 ^h	+ 0'0019	+ 0'0002	12 ^h	+ 0'0069	+ 0'0002
1	+ 17	+ 4	13	+ 63	+ 12
2	+ 6	+ 4	14	+ 17	— 7
3	— 14	— 3	15	— 14	— 7
4	— 22	0	16	— 44	— 8
5	— 22	+ 4	17	— 55	+ 1
6	— 14	+ 5	18	— 61	+ 4
7	+ 3	— 7	19	— 60	0
8	+ 14	— 5	20	— 47	— 2
9	+ 41	— 1	21	— 25	— 1
10	+ 60	— 2	22	— 8	— 4
11	+ 71	0	23	+ 8	— 3

Stellt man diese Werte durch eine nach dem sin und cos des einfachen und doppelten Winkels fortschreitende Reihe dar, so erhält man

$$0'0034 \cos (t - 138^\circ) + 0'0043 \cos (2t - 348^\circ).$$

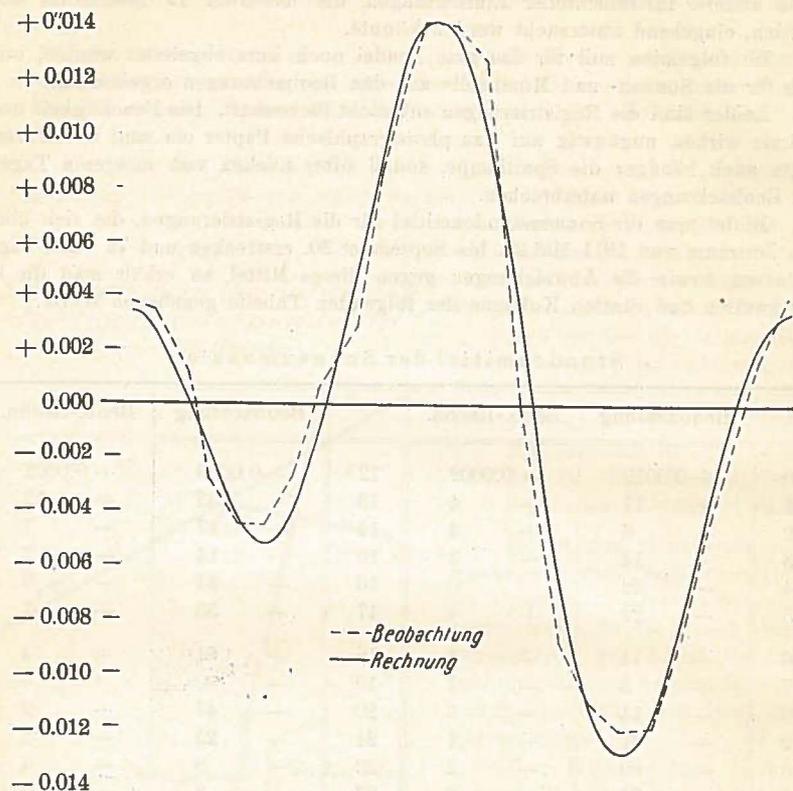
Die in der Tabelle gegebenen Abweichungen gegen diesen Ausdruck zeigen, daß die Beobachtungswerte befriedigend dargestellt werden. Der halbtägigen Welle ist hiernach eine nicht viel kleinere eintägige überlagert (vgl. Fig. 2).

Es ist bedauerlich, daß wegen des unzureichenden Materials nicht mit größerer Sicherheit beurteilt werden kann, ob wirklich in dieser Tiefe noch eine eintägige Sonnenwelle, und zwar mit einer so großen Amplitude sich bemerkbar macht. Als sehr viel wahrscheinlicher müßte man annehmen, daß diese Welle nicht reell ist, sondern sich aus anderen Fehlern aufsummiert hat, wogegen aber wieder die große Regelmäßigkeit des Verlaufs der Kurve spricht.

Etwas Bestimmtes läßt sich aber darüber nicht sagen.

Wenn auch das Ergebnis ohne weiteren Wert ist, so wollen wir doch sehen, wie sich die M₂-Welle darstellt. Wir wollen hierfür die Registrierungen von September 1.—29. (es fehlen in dieser Reihe 4 Tage) zugrunde legen.

Fig. 2.

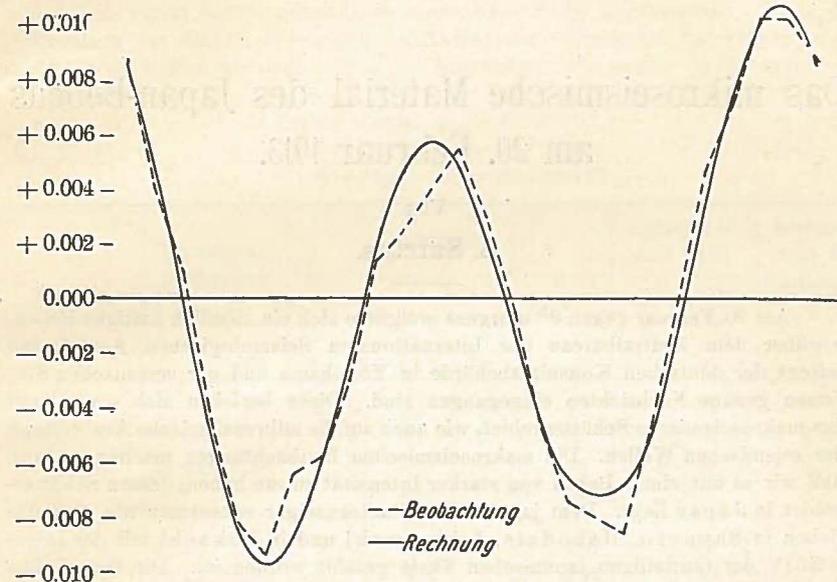


Mondwelle.

	Beobachtung	Beob.-Rechn.		Beobachtung	Beob.-Rechn.
0 ^h	+ 0'0087	+ 0'0001	12 ^h	+ 0'0055	+ 0'0007
1	+ 41	- 7	13	+ 30	+ 8
2	+ 5	+ 6	14	- 5	+ 8
3	- 44	+ 4	15	- 47	- 1
4	- 82	0	16	- 74	- 8
5	- 93	+ 4	17	- 85	- 18
6	- 74	+ 13	18	- 47	0
7	- 58	+ 2	19	0	+ 10
8	- 30	- 10	20	+ 47	+ 13
9	+ 14	- 5	21	+ 72	- 3
10	+ 25	- 22	22	+ 102	+ 1
11	+ 58	0	23	+ 102	- 4

Wir erhalten dann nach dem Umschreiben der Beobachtungen in Mondstunden die auf der vorhergehenden Seite angegebenen Abweichungen vom Mittel (der Anfangspunkt der Zählung der Stunden ist willkürlich gewählt).

Fig. 3.



Stellt man diese Werte wiederum durch eine Reihe, wie vorher, dar, so ergibt sich als Resultat

$$0'0028 \cos (t - 313^\circ) + 0'0082 \cos (2t - 325^\circ).$$

Wir erhalten also bereits aus diesem geringen Materiale eine sehr gut ausgeprägte M_2 -Welle (vgl. Fig. 3).

Falls die Störung des einen Pendels durch die starke Nullpunktbewegung, die nicht vorauszusehen war, nicht aufgetreten wäre, hätte man von der Station Pöbham somit recht gute Resultate erwarten dürfen.

Das mikroseismische Material des Japan-Bebens am 20. Februar 1913.

Von
S. Szirtes.

Am 20. Februar gegen 9^h morgens ereignete sich ein ziemlich heftiges Beben, worüber dem Zentralbureau der Internationalen Seismologischen Assoziation seitens der deutschen Konsulatsbehörde in Yokohama und der seismischen Stationen genaue Nachrichten eingegangen sind. Diese beziehen sich sowohl auf das makroseismische Schüttergebiet, wie auch auf die mikroseismische Ausbreitung der seismischen Wellen. Die makroseismischen Beobachtungen machen es klar, daß wir es mit einem Beben von starker Intensität zu tun haben, dessen Schüttergebiet in Japan liegt. Dem japanischen Staatsanzeiger entnehmen wir, daß das Beben in Sapporo, Hakodate, Ishinomaki und in Tokachi mit der Intensität IV der fünfteiligen japanischen Skala gefühlt worden ist. Die Ortschaften Aomori, Miyako, Akita, Riuhi, Choshi, Tokyo und Kanayama haben die Intensität III verzeichnet. Die Grenzen des Schüttergebietes sind durch die Ortschaften Kofu, Suttsu, Mito, Nagano, Fukushima, Kumagai, Tsukuba und Abajiri angegeben, welche die kleinste Intensität II aufwiesen.

Auf der Station Irkutsk und Pulkovo ist das Epizentrum nach der Methode des Fürsten B. Galitzin berechnet worden und als Ergebnis sind die geographischen Koordinaten $\varphi = 42.4^\circ \text{N}$ bzw. 43.9°N und $\lambda = 140.7^\circ \text{E}$ bzw. 144.9°E in den Stationsberichten mitgeteilt. Da aber diese Lage nur sehr schwer mit dem obigen makroseismischen Beobachtungsmaterial in Einklang gebracht werden kann, so haben wir auf Grund dessen uns für einen Bebenmittelpunkt entschieden, welcher durch die Koordinaten $\varphi = 40^\circ 20' \text{N}$ und $\lambda = 143^\circ \text{E}$ festgelegt ist.

Die Stoßzeit im Epizentrum $t_0 = 8^{\text{h}} 59^{\text{m}} 12^{\text{s}}$ ist aus den abgeleiteten Epizentralzeiten t_0' der Stationen Tokyo, Osaka und Zi-ka-wei ermittelt worden. Bei Durchmusterung der Abweichungen von der Stoßzeit Δ'_0 und Δ''_0 fällt die bereits bei den japanischen Beben des Jahres 1908 gefundene Tatsache auf, daß zwischen den Epizentralzeiten der dem Epizentrum nahe liegenden Stationen und den europäischen ein Zeitunterschied von etwa 25^s besteht, d. h. die P-Wellen treffen um etwa 25 Sekunden an den europäischen Stationen früher ein, als man nach der angenommenen Laufzeitkurve erwarten sollte. Ohne auf die Bedeutung dieser Zeitdifferenz näher einzugehen, mag nur betont werden, daß die Konstruktion einer neuen, auf das beste und zuverlässigste Beobachtungsmaterial gegründeten Laufzeitkurve erforderlich ist.

Die untenstehende Tabelle enthält die zeitliche Analyse der Vorläuferwellen der an 45 Stationen erhaltenen Seismogramme, geordnet nach den Epizentralentfernungen. In den Wochenberichten von Laibach ist der Anfang des Bebens um $8^{\text{h}} 11^{\text{m}} 07^{\text{s}}_e$ angegeben. Da die Minuten und Sekunden denselben Größen angehören, wie die der andern in gleicher Herdentfernung liegenden Stationen, so haben wir in der Stundenangabe einen Druckfehler angenommen. Nach der Mitteilung der Station Wien soll der Anfang der Störung möglicherweise schon um $11^{\text{m}} 02^{\text{s}}$ liegen, hiernach würde die Abweichung Δ'_0 von + 11 Sekunden auf + 15^s steigen.

Epizentrum: $\varphi_0 = 40^\circ 20' \text{N}$

$\lambda_0 = 143^\circ \text{E}$

Stoßzeit: $t_0 = 8^{\text{h}} 59^{\text{m}} 12^{\text{s}}$

Station	Epizentral- entfernung		Vorläufer						Epizentral- zeit nach		Abweich. von der Stoßzeit t_0				
			P			S			P	S	Δ'_0	Δ''_0			
	°	'	km	h	m	s	h	m	s	m	s	m	s	s	s
Tokyo . . .	5	21	595	9	00	41	9	01	49	59	19	59	21	- 7	- 9
Osaka . . .	8	09	906	9	01	21	9	03	07	59	18	59	25	- 6	- 13
Zi-ka-wei . .	19	41	2188	9	03	36i	9	07	14	58	59	58	58	+ 13	+ 14
					04	03r		07	38r ₁						
					04	32r		08	08r ₂						
Taihoku . . .	23	35	2622	9	05	12i	9	08	50i	59	51	59	14	- 39	- 2
Irkutsk . . .	28	51	3208	9	04	48i	9	09	24i	58	32	58	10	+ 40	+ 62
Calcutta . . .	49	04	5456	8	50.9		9	14.8		—	58	41	—	—	+ 31
Tas̄kent . . .	53	58	6000	9	08	22i	9	15	47i	58	50	58	39	+ 22	+ 43
Batavia . . .	57	10	6357	9	08	58	9	16	53	59	03	59	00	+ 9	+ 12
Bombay . . .	63	00	7005	—	—	—	9	18.4		—	59	24	—	—	- 12
Kodaikanal .	64	48	7205	9	10.0		9	19.2		59	18	59	51	- 6	- 39
Pulkovo . . .	65	43	7308	9	09	38	9	18	09i	58	49	58	35	+ 23	+ 37
Upsala . . .	70	14	7810	9	10	15	9	19	10	58	58	58	43	+ 14	+ 29
								19	35i						
Königsberg .	72	57	8112	9	10	44e	9	20	01	59	10	59	02	+ 2	+ 10
Sydney . . .	73	57	8223	9	11.0	e?	9	20	22i?	59	20	59	11	- 8	+ 1
Lemberg . . .	75	08	8355	9	06	52e	9	20	38e	—	59	12	—	—	0
Breslau . . .	77	10	8581	9	10	50i	9	20	23i	58	50	58	34	+ 22	+ 48
Potsdam . . .	77	38	8632	9	10	37	9	20	29i	58	34	59	04	+ 38	+ 8
								27	r						
Hamburg . . .	77	46	8647	9	11.0	e	9	20	36e	58	56	58	39	+ 16	+ 33
Ksara	79	06	8796	9	10	57	9	21	20	58	45	59	08	+ 27	+ 4
Jena	79	21	8823	9	11	03i	9	20	54e	58	50	58	40	+ 22	+ 32
					13	54er ₁									
					13	59ir ₁									
Wien	79	37	8853	9	11	06i	9	20	29e	59	01	58	21	+ 11	+ 51
Victoria B.C.	80	34	8959	(9	17.4	?)	9	20.0		—	57	31	—	—	+ 101
								22.7							

Station	Epizentral- entfernung		Vorläufer						Epizentral- zeit nach		Abweich. von der Stoßzeit t_0				
			P			S			P	S	Δ'_0	Δ''_0			
	°	'	km	h	m	s	h	m	s	m	s	m	s	s	s
Göttingen .	80	46	8981	9	11	03e	9	20	49e?	58	43	58	20	+29	+52
						14 01e			21 16i?						
Graz	80	55	8998	9	11	09	9	21	09i	58	46	58	36	+26	+36
Aachen . . .	81	25	9053	9	11	11	9	21	11	58	45	58	32	+27	+40
München . . .	81	32	9066	9	11	14	9	21	16	58	53	58	41	+19	+31
Zagreb	81	42	9085	9	11	19i	9	21	36i	58	51	58	56	+21	+16
						14 31r ₁									
Heidelberg .	81	39	9079	9	11	11i	9	19	56e	58	44	57	14	+28	+128
SanFernando	81	50	9100	—	—	—	9	22.5	—	—	—	59	46	—	—34
Uccle Brux.	81	57	9112	9	11	15i	9	21	14	58	46	58	29	+26	+43
Laibach . . .	82	05	9128	9	11	07e	9	21	09	58	37	58	22	+35	+50
Sarajevo . . .	82	06	9129	9	11	17e	9	21	11e	58	47	58	24	+25	+48
Innsbruck . .	82	25	9165	9	11	17e	9	21	13e	58	45	58	22	+27	+50
Straßburg . .	82	38	9189	9	11	18	9	21	26	58	45	58	33	+27	+49
Athen	84	00	9341	9	11	27	9	22	52	58	47	59	45	+25	—33
Parc St. Maur	84	16	9370	9	11	27i	9	21	40i	58	45	58	29	+27	+43
Besançon . . .	84	24	9385	9	11	27	9	21	39	58	44	58	27	+28	+45
Cairo	85	31	9510	9	10.5	—	9	22.2	—	57	40	58	46	+92	+26
RoccatiPapa	86	21	9602	9	11	39e	—	—	—	58	45	—	—	+27	—
Ottawa	87	32	9764	9	10	34?	9	21	58?	—	—	58	08	—	+64
Cambridge . .	91	43	10088	—	—	—	9	22	53e?	—	—	58	32	—	+40
Alger	94	34	10515	9	10	(46)e	9	21	—e	—	—	—	—	—	—
Cartuja . . .	96	40	10749	9	12	37e	9	23	49e	58	45	58	26	+27	+46
Chacaritos . .	162	04	18022	—	—	—	9	31	—	—	—	55	50	—	+202

Das mikroseismische Material des Sangir-Bebens am 14. März 1913.

Von
S. Szirtes.

Mit 1 Figur im Text.

Über dieses Beben, das von fast allen seismischen Stationen der Erde aufgezeichnet wurde und eine mikroseismische Reichweite von etwa 16500 km besitzt, entnehmen wir aus der Tijdschrift van het K. Nederl. Aardrijkskundig Genootschap (2) 30. 1913. S. 344 folgende makroseismischen Angaben.

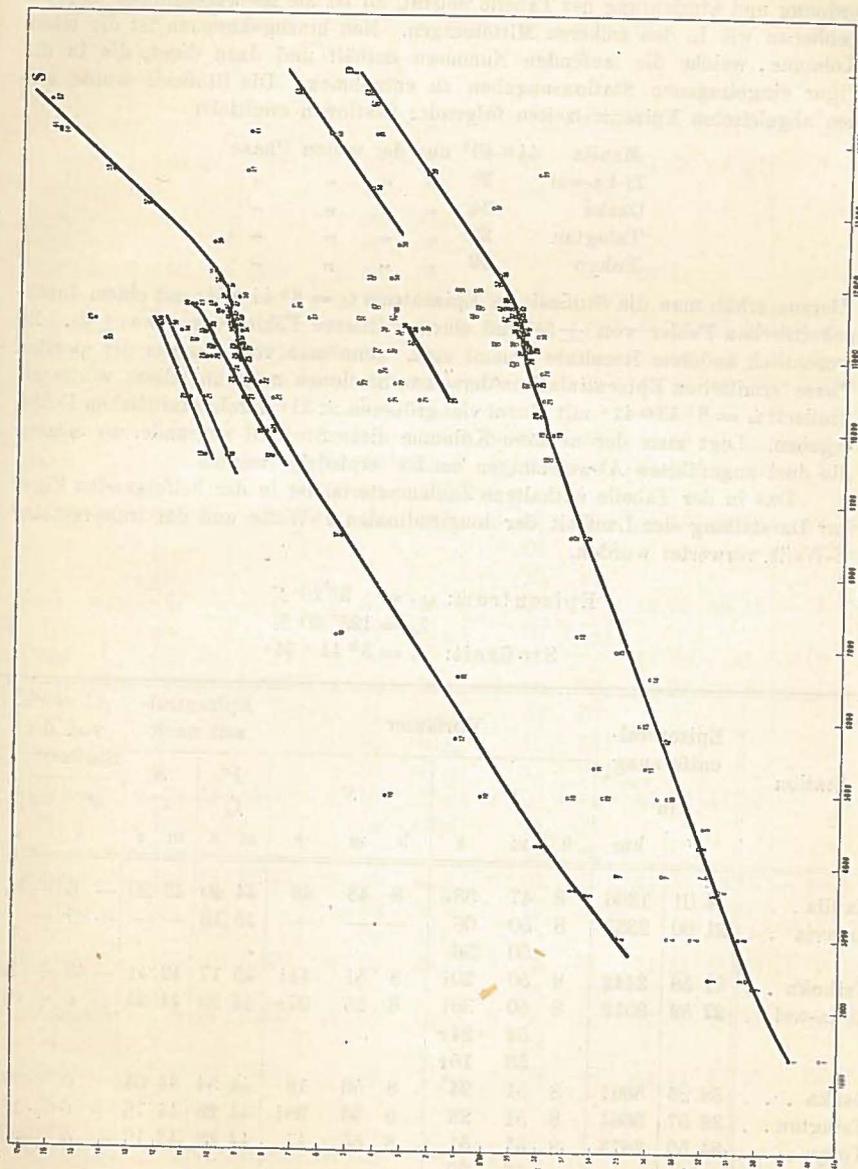
Als das pleistoseiste Gebiet wird die Insel Siaoce, die Sangir und Talautinsel angesehen, das Epizentrum fällt mit dem Vulkan Sahendaroeman auf Groot Sangir zusammen, der sich seit längerer Zeit in ruhendem Zustande befindet. Ein Ausläufer dieses Vulkans, der 80 m hohe Endongo barst durch die Erschütterung ganz auseinander und verschüttete mit seinem Material die anstoßende Ebene, wobei 117 Menschen, nach anderen Angaben 280 lebend begraben wurden. Auf der Insel Tehang (Tekan?) wurden 4 Menschen durch niederfallende Gesteine getötet. Nach den Berichten traf zuerst ein starker vertikaler Stoß ein, der überall den größten Schaden anrichtete und durch den an verschiedenen Stellen Wasser bis zu 15 m Höhe aufgeworfen wurde, darauf folgte eine lange dauernde wellenförmige Bewegung des Bodens, wodurch zahlreiche Risse und Spalten im Boden gebildet wurden. Die Gesamtdauer der Erschütterung wird auf 4—5 Minuten angegeben, die Richtung der Stöße soll N-S gewesen sein. Während die auf den Sangir-Inseln liegenden Vulkane sich bei der ganzen Erscheinung ruhig verhielten, hat nach Berichten von Fischern der unterseeische Krater bei der Insel Mahengetang oder Maseppe im Süden von Groot Sangir während des Bebens Zeichen von Tätigkeit von sich gegeben. Es wird hinzugefügt, daß dieser unterseeische Vulkan durch Eruptionen bekannt ist und daß am 17. April 1904 nahe bei der Insel 5 neue Krater sich gebildet haben sollen.

Was die Ausdehnung der Schütterfläche betrifft, so reicht sie südwärts bis nach Menado, wo ein starkes wellenförmiges Beben von etwa 3 Minuten Dauer in südwestnordost Richtung gefühlt wurde. Schaden wurde jedoch nicht angerichtet. Kurz nach dem Beben brach bei Amoerang ein etwa 200 m langer

und 30—50 m breiter Küstenstreifen ab und sank mit den davorliegenden Sandbänken ins Meer. In viel stärkerem Maße machte sich die Intensität in nördlicher Richtung auf den Philippinen bemerkbar und dem entsprechend ist auch die Fortpflanzung der Wellen eine bedeutend größere als nach Süden. Auf der Insel Sarangani vor der Südküste von Mindanao und in Davao erreichte das Beben noch die Intensität VIII—IX und die Isoseiste VIII lag etwa 500 km vom Epizentrum entfernt; ganz Mindanao gehörte der Isoseiste V an und als äußerste nördliche Grenze der Schütterfläche kann Tacloban auf der Insel Leyte 900 km vom Epizentrum angesehen werden. Ebenso war das Beben noch fühlbar im südlichen Teil der Insel Samar, auf Cebu und Bohol, dagegen nicht mehr auf der Insel Negros und Panay. Daraus kann abgenommen werden, daß die Fortpflanzung der Bewegung in nördlicher Richtung weiter reichte als in nordwestlicher Richtung, und dieser Umstand ist vielleicht auf den großen Bruch des Agusantals zurückzuführen. Für die große Heftigkeit der Erschütterung spricht der Umstand, daß vom 17. März bis 30. April auf der Halbinsel Surigao und dem nördlichen Teil des Agusantals etwa 500 km vom Epizentrum des Sangir-Bebens entfernt eine große Zahl von Nachbeben verspürt wurde, die sich an einzelnen Tagen bis zu 30 Stößen häuften und deren Intensität bis zum Grade VII—VIII der zehnteiligen Skala sich steigerte. Einzelheiten über die Wirkungen des Bebens finden sich im Bulletin of the Weather Bureau. Manila central observatory for march 1913.

Das Epizentrum des Sangir-Bebens ist in Pulkovo und Irkutsk nach der Methode des Fürsten B. Galitzin bestimmt worden. Pulkovo erhält für die Lage die geographischen Koordinaten $\varphi = 15^\circ \text{N}$ bzw. 11°N und $\lambda = 129^\circ \text{E}$ bzw. 123.5°E , je nachdem zur Bestimmung das Auftauchen oder der scharfe Einsatz als Grundlage gedient hat. Der Wochenbericht von Irkutsk führt als geographische Koordinaten $\varphi = 5.6^\circ \text{N}$ und $\lambda = 126.3^\circ \text{E}$ an, welche das Epizentrum sehr gut bezeichnen. Auch C. Zeißig hat nach seiner Methode das Epizentrum dieses Bebens festgestellt und kommt je nach den der Bestimmung zugrunde gelegten Stationsangaben zu verschiedenem Ergebnis. Die erste Berechnung, welche die geographischen Koordinaten $\varphi = 1^\circ \text{S}$ und $\lambda = 99^\circ \text{E}$ ergibt, stützt sich auf die Zeitanalyse der Stationen Wien, Krietern bei Breslau, Hamburg, Czernowitz und Jugenheim. Zu ganz anderem Resultate führte die zweite Berechnung auf Grund des mikroseismischen Materials der seismischen Stationen von Manila, Taškent, Sydney und Irkutsk. Hiernach ist das Epizentrum durch die geographischen Koordinaten $\varphi = 5^\circ \text{N}$ und $\lambda = 125.5^\circ \text{E}$ festgelegt, welches übrigens auch mit dem makroseismischen Beobachtungsmaterial in Einklang gebracht werden kann. Man würde zu weit gehen, wollte man dieses verschiedene Resultat, welches sich je nach der Benutzung von verschieden weit vom Epizentrum abgelegenen Stationen ergibt, auf den Mangel der mikroseismischen Epizentrumsbestimmung zurückführen, wie es wohl geschehen ist. Der Grund zu dieser Diskrepanz ist vielmehr darin zu sehen, daß bei der ersteren Bestimmung des Epizentrums die Angaben von Stationen herangezogen worden sind, welche in zu großer Entfernung vom Epizentrum liegen und bei deren Analyse die bestehenden Laufzeitkurven versagen. Eine Bestätigung dafür sehen wir darin, daß die zweite Bestimmung zu einem Epizentrum geführt hat, dessen Koordinaten sich in bessere Übereinstimmung mit den tatsächlichen bringen lassen, welcher Umstand darauf zurückzuführen ist, daß für die in Betracht kom-

menden Entfernungen die Laufzeitkurven Gültigkeit haben. Hieraus darf nur der eine Schluß gezogen werden, daß man bei der Bestimmung des Epizentrums sich



das ganze mikroseismische Material vergegenwärtigen muß und auf Grund einer vergleichenden Prüfung der Angaben nur diejenigen auswählen darf, welche innerhalb der Gültigkeitsgrenze der Laufzeitkurve liegen.

Station	Epizentral- entfernung		Vorläufer						Epizentral- zeit nach		Abweich. von der Stoßzeit t_0		Nr. der Station			
			P			S			P	S	Δ'_0	Δ''_0				
	°	'	km	h	m	s	h	m	s	m	s	m		s	s	s
Wien . . .	99	57	11114	8	58	36e	9	09	19i	44	27	43	25	+ 7	+ 69	28
					58	43i			09	22i						
									10	13i						
Potsdam . .	100	38	11190	8	59.0	e	9	09.3	e	44	47	43	16	-13	+ 78	29
					9	03.8 _{r2}			10.1	iv						
									17	r						
Graz . . .	100	53	11218	8	58	57e	9	10	11?	44	43	44	07	- 9	+ 27	30
					59	10i			14	12i						
									18	38i						
Zagreb . . .	100	54	11220	(8	58	49e)	9	09	22i	44	35	43	18	- 1	+ 76	31
				(9	02	49i)			10	50						
Leipzig . .	101	23	11274	—	—	—	9	10	30	—	44	22	—	+ 12	32	
Laibach . .	101	48	11320	8	58	21	9	09	24	44	02	43	11	+ 32	+ 83	33
Hamburg . .	101	56	11335	8	58	(55)	9	09.2	—	44	38	43	01	- 4	+ 93	34
					9	03	21e		11.4i							
									18	58						
Jena . . .	102	01	11344	8	58	53e	9	10	30e	44	33	44	15	+ 1	+ 19	35
						54i			31i							
Triest . . .	102	26	11390	8	59	04e	9	09	28i	44	42	43	09	- 8	+ 85	36
					9	03	04e									
						03	52i									
Pola . . .	102	37	11411	8	58	50e	9	09	26	44	27	43	06	+ 7	+ 88	37
					9	02	35e		19	26						
Göttingen .	102	43	11422	(8	58	45e)	9	09	29e?	44	22	43	08	+ 12	+ 86	38
				(9	03	05e)			10	26v?						
									11	50i						
									12	08						
München . .	103	01	11455	9	58	(25)e	9	09	37	44	00	43	13	+ 34	+ 81	39
V. di Pompei	103	23	11496	8	59.4	—	9	09.4	—	44	57	42	56	- 23	+ 98	40
									14	34						
Padova . .	103	46	11539	8	59	—	—	—	—	44	31	—	—	+ 3	—	41
					9	04	45									
						06	51									
Catania . .	103	51	11548	8	59	27	9	09	36	44	58	43	04	- 24	+ 90	42
					9	03	34									
Jugenheim .	104	11	11585	8	59	13e	9	09	38e	44	44	43	05	- 6	+ 89	43
Hohenheim .	104	11	11585	9	00	38	9	09	38?	46	09	43	05	- 95	+ 89	44
Heidelberg .	104	17	11596	8	59	07i	9	09	55i	44	36	43	19	- 2	+ 75	45
RoccatiPapa	104	22	11606	8	59	08e	9	09	40	44	37	43	04	- 3	+ 80	46
					9	03	36i									

Station	Epizentral- entfernung		Vorläufer						Epizentral- zeit nach		Abweich. von der Stoßzeit t_0		Nr. der Station			
			P			S			P	S	Δ'_0	Δ''_0				
	°	'	km	h	m	s	h	m	s	m	s	m		s	s	s
Zürich . . .	105	09	11693	8	59	(36)	9	09	37	45	01	42	53	- 27	+ 101	47
Straßburg .	105	11	11696	8	59	06e	9	10	11i	44	31	43	27	+ 3	+ 67	48
					9	04	14i									
Aachen . .	105	16	11706	8	59.3	e?	8	10	53e	44	47	44	09	- 13	+ 25	49
					9	00.4	e?		11	03i						
						04	13 _{r1}									
						07	20 _{r2}									
Uccle Brux.	106	13	11811	8	59.4	e	9	09.3	e	44	44	42	24	- 10	+ 130	50
								09	43i							
Besançon .	106	48	11876	9	00	41e	9	09	47	45	58	42	48	- 84	+ 106	51
						01	21e		18.7							
Parc St.Maur	108	12	12034	8	59	45e	9	09	57	44	56	42	46	- 22	+ 108	52
									19.4	r						
Bidston . .	108	49	12100	9	04.6	—	—	—	—	49	32	—	—	- 298	—	53
Marseille . .	108	50	12102	9	03	46	—	—	—	48	54	—	—	- 260	—	54
Puy de Dôme	109	20	12158	8	59	47	9	10	10	45	52	42	48	- 78	+ 106	55
Alger . . .	113	08	12580	9	03	31e?	9	10	15i	48	19	42	21	- 225	+ 133	56
									14	53i						
Cartuja . .	117	43	13090	9	00	05e	9	12	38	44	11	43	49	+ 23	+ 45	57
San Fernando	119	53	13331	9	04.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58
Victoria B.C.	121	50	13548	9	58.6	—	9	09.1	—	—	—	—	—	—	—	59
					9	02.5			14.0							
									21.1							
St. Louis . .	126	31	14068	9	05	58	9	15	59	49	25	44	49	- 291	- 15	60
Ottawa . . .	126	37	14080	9	04	25	9	09	00	47	52	37	50	- 198	+ 404	61
						06	06 _{r1}		16.0			44	50		- 16	
									23.6							
Tacubaya .	130	28	14508	9	04	06	9	16	20	47	12	44	30	- 158	+ 4	62
Cambridge .	131	45	14650	9	04	19	—	—	—	47	23	—	—	- 169	—	63
						07	12									
Chacaritos .	148	40	16532	9	05	13	9	14	42	47	03	40	32	- 149	+ 242	64

Die in der Figur stehenden Zahlen beziehen sich auf die in der letzten Spalte der Tabelle stehenden Nr. der Station. Die Reflexionen der P- und S-Wellen sind nur stückweise angedeutet, soweit sie durch Material nachweisbar waren; aus Versehen ist die höchste Reflexion der P-Wellen, welche durch die Punkte 21, 24, 27 hätte gelegt werden müssen, nicht eingezeichnet worden.

Korrekturen der funkentelegraphischen Zeitsignale von Norddeich und dem Eiffelturm.

(Fortsetzung von S. 90 in Nr. 4.)

Datum 1914	Eiffelturm		Nord- deich 1h p. m. (1h a. m.)	Datum 1914	Eiffelturm		Nord- deich 1h p. m. (1h a. m.)
	11h 0m a. m. (12h 45m a. m.)	11h 45m a. m.			11h 0m a. m. (12h 45m a. m.)	11h 45m a. m.	
Jan. 26	-0°16	-0°3	-0°46	Febr. 6.5	-0°4	-0°33	
26.5	-0°4	-0°17	-0°17	7	-0°21 -0°2	-0°33	
27	-0.34 ¹⁾	-0.2	-0.07	7.5	-0.5	-0.24	
27.5	-0.2	-0.39	-0.39	8	-0.17 -0.5	-0.40	
28	-0.08 -0.4	-0.17	-0.17	8.5	-0.6	-0.43	
28.5	-0.4	-0.12	-0.12	9	-0.31 -0.2	-0.55	
29	-0.18 -0.3	-0.16	-0.16	9.5	-0.6	-0.30	
29.5	-0.4	-0.09	-0.09	10	-0.30 -0.5	-0.2	
30	-0.17 -	-0.23	-0.23	10.5	-0.5	-0.35	
30.5	-0.3	-0.17	-0.17	11	-0.25 -0.2	-0.10	
31	-0.21 -0.3	-0.19	-0.19	11.5	-0.5	-0.44	
31.5	-0.2	-0.13	-0.13	12	-0.24 -0.5	-0.23	
Febr. 1	-0.28 -0.2	-0.33	-0.33	12.5	-0.5	-0.35	
1.5	-0.4	-0.45	-0.45	13	-0.15 -0.3	-0.18	
2	-0.11 -0.2	-0.10	-0.10	13.5	-0.1	-0.14	
2.5	-0.4	-0.37	-0.37	14	-0.06 -0.2	+0.09	
3	-0.10 -0.5	-0.17	-0.17	14.5	-0.3	+0.07	
3.5	-0.6	-0.16	-0.16	15	-0.08 -0.1	-0.06	
4	-0.09 -0.4	-0.13	-0.13	15.5	-0.2	-0.13	
4.5	-0.4	-0.02	-0.02	16	+0.17 -0.1	+0.15	
5	-0.14 -0.3	-0.07	-0.07	16.5	-0.1	+0.13	
5.5	-0.4	-0.47	-0.47	17	+0.19 0.0	+0.14	
6	-0.21 -0.5	-0.47	-0.47	17.5	-0.1	+0.24	

¹⁾ Sehr unsicher; nur 2 Signale registriert.

²⁾ Norddeich wird völlig durch eine nahegelegene Station mit $\lambda = 1640$ m übertönt.

Datum 1914	Eiffelturm		Nord- deich 1h p. m. (1h a. m.)	Datum 1914	Eiffelturm		Nord- deich 1h p. m. (1h a. m.)
	11h 0m a. m. (12h 45m a. m.)	11h 45m a. m.			11h 0m a. m. (12h 45m a. m.)	11h 45m a. m.	
Febr. 18	+0°21	+0°1	+0°32	März 9	+0°03	0°0	+0°05
18.5	+0°1	+0°20	+0.20	9.5	-0°1	-	-
19	+0.18 0.0	+0.08	+0.08	10	+0.04 -0.2	+0.07	+0.07
19.5	0.0	+0.21	+0.21	10.5	-0.3	+0.14	+0.14
20	+0.15 0.0	+0.04	+0.04	11	+0.06 -0.3	+0.19	+0.19
20.5	-0.1	+0.28	+0.28	11.5	-0.3	+0.03	+0.03
21	+0.11 0.0	+0.24	+0.24	12	+0.06 -0.1	-0.01	-0.01
21.5	-0.2	+0.14	+0.14	12.5	-0.3	+0.18	+0.18
22	-0.11 0.0	+0.08	+0.08	13	-0.02 -0.3	-0.14	-0.14
22.5	-0.2	-0.07	-0.07	13.5	-0.3	+0.02	+0.02
23	-0.10 -0.2	+0.02	+0.02	14	0.00 -0.2	-0.03	-0.03
23.5	-0.2	+0.09	+0.09	14.5	-0.2	-0.23	-0.23
24	-0.04 -0.1	-0.04	-0.04	15	+0.08 -0.2	-0.23	-0.23
24.5	-0.2	-0.04	-0.04	15.5	-0.2	-0.09	-0.09
25	+0.01 -0.1	+0.17	+0.17	16	+0.01 0.0	-0.12	-0.12
25.5	-0.2	-0.01	-0.01	16.5	-0.1	-0.25	-0.25
26	-0.02 0.0	-0.03	-0.03	17	-0.01 -0.2	+0.01	+0.01
26.5	-0.2	-0.03	-0.03	17.5	-0.1	+0.08	+0.08
27	0.00 -0.3	+0.20	+0.20	18	+0.04 -0.2	+0.10	+0.10
27.5	-0.2	+0.08	+0.08	18.5	-0.2	-0.03	-0.03
28	0.00 0.0	+0.06	+0.06	19	-0.01 -0.2	+0.07	+0.07
28.5	-0.3	+0.26	+0.26	19.5	-0.3	-0.06	-0.06
März 1	-0.02 -0.1	+0.24	+0.24	20	+0.07 -0.1	-0.08	-0.08
1.5	-0.2	+0.20	+0.20	20.5	-0.2	+0.13	+0.13
2	+0.03 -0.2	-0.09	-0.09	21	+0.06 -0.1	+0.14	+0.14
2.5	-0.2	-0.02	-0.02	21.5	-0.2	+0.17	+0.17
3	+0.03 0.0	+0.04	+0.04	22	+0.07 -0.2	+0.19	+0.19
3.5	-0.3	-0.18	-0.18	22.5	-0.2	+0.16	+0.16
4	+0.09 -0.3	-0.32	-0.32	23	+0.02 -0.2	+0.29	+0.29
4.5	-0.3	- ¹⁾	- ¹⁾	23.5	-0.1	+0.30	+0.30
5	+0.02 -0.1	-0.02	-0.02	24	-0.03 -0.1	+0.25	+0.25
5.5	-0.1	+0.12	+0.12	24.5	-0.1	+0.05	+0.05
6	+0.04 +0.1	+0.13	+0.13	25	-0.06 -0.2	+0.09	+0.09
6.5	-0.2	+0.02	+0.02	25.5	-0.1	-0.13	-0.13
7	+0.07 -0.3	+0.10	+0.10	26	-0.12 -0.1	+0.24	+0.24
7.5	-0.3	+0.11	+0.11	26.5	-0.4	+0.13	+0.13
8	0.00 -0.2	+0.07	+0.07	27	-0.08 -0.2	+0.02	+0.02
8.5	-0.2	+0.16	+0.16	27.5	-0.2	+0.06	+0.06

¹⁾ Norddeich meldet: „Zeitsignal fällt aus“.

Datum 1914	Eiffelturm		Nord- deich	Datum 1914	Eiffelturm		Nord- deich
	11 ^h 0 ^m a. m. (12 ^h 45 ^m a. m.)	11 ^h 45 ^m a. m.	1 ^h p. m. (1 ^h a. m.)		11 ^h 0 ^m a. m. (12 ^h 45 ^m a. m.)	11 ^h 45 ^m a. m.	1 ^h p. m. (1 ^h a. m.)
März 28	-0°09	-0°3	+0°09	April 15	-0°01	-0°1	+ 0°27
28.5	-0°3		+0.15	15.5	-0°2		+ 0.35
29	-0.14	-0.4	+0.02	16	-0.26	-0.3	+ 0.24
29.5	-0.2		+0.26	16.5	-0.3		+83.11 ²⁾
30	-0.18	-0.1	-0.05	17	-0.06 ³⁾	-0.3	- 0.07
30.5	-0.2		-0.10	17.5	-0.3		- 0.03
31	-0.06	-0.2	-0.21	18	-0.03	-0.2	- 0.14
31.5	-0.3		-0.07	18.5	-0.2		+ 0.02
April 1	-0.14	-0.4	-0.09	19	+0.01	-0.2	+ 0.16
1.5	-0.1		-0.15	19.5	-0.3		+ 0.13
2	-0.06	-0.4	-0.12	20	-0.32	-0.3	- 0.03
2.5	-0.5		-0.29	20.5	-0.1		- 0.06
3	-0.11	-0.5	-0.27	21	-0.26	-0.2	+ 0.44
3.5	-0.3		-0.17	21.5	-0.4		+ 0.21
4	-0.11	-0.3	-0.09	22	-0.10	-0.1	+ 0.24
4.5	-0.4		-0.01	22.5	-0.1		- 0.07
5	-0.15	-0.3	-0.12	23	-0.12	-0.1	+ 0.10
5.5	-0.4		-0.20	23.5	-0.2		+ 0.01
6	-0.24	-0.5	-0.12	24	-0.13	-0.2	- 0.04
6.5	-0.4		-0.08	24.5	-0.2		- 0.12
7	-0.28	-0.4	-0.17	25	-0.08	-0.1	+ 0.05
7.5	-0.3		-0.22	25.5	-0.3		+ 0.15
8	-0.14	-0.2	-0.17	26	-0.12	-0.3	+ 0.17
8.5	-0.3		+0.02	26.5	-0.2		+ 0.24
9	-0.12	-0.3	+1.22 ⁴⁾	27	-0.09	-0.2	- 0.03
9.5	-0.4		+0.02	27.5	-0.1		- 0.04
10	-0.42	-0.2	-0.04	28	-0.01	-0.3	- 0.12
10.5	-0.3		+0.15	28.5	-0.1		+ 0.03
11	-0.12	-0.2	+0.16	29	+0.01	-0.2	- 0.28
11.5	-0.3		+0.17	29.5	-0.1		- 0.02
12	-0.01	-0.3	+0.16	30	+0.48 ⁴⁾	-0.1	- 0.13
12.5	-0.1		+0.20	30.5	-0.3		- 0.13
13	-0.04	0.0	-0.06	Mai 1	+0.22	-0.1	- 0.06
13.5	-0.3		+0.27	1.5	-0.2		- 0.01
14	+0.03	-0.1	+0.22	2	+0.13	-0.1	+ 0.10
14.5	0.0		+0.33	2.5	0.0		+ 0.19

1) Norddeich meldet: „Zeitsignal ungültig“.

2) „ „ : „Zeitsignal ungültig“.

3) Unsicher; eine nahe Station stört stark.

4) Nur Vorsignale!

Datum 1914	Eiffelturm		Nord- deich	Datum 1914	Eiffelturm		Nord- deich
	11 ^h 0 ^m a. m. (12 ^h 45 ^m a. m.)	11 ^h 45 ^m a. m.	1 ^h p. m. (1 ^h a. m.)		11 ^h 0 ^m a. m. (12 ^h 45 ^m a. m.)	11 ^h 45 ^m a. m.	1 ^h p. m. (1 ^h a. m.)
Mai 3	+0°07	-0°2	-0°06	Mai 9	-0°16	-0°2	-0°03
3.5	-0°2		-0.03	9.5	-0°5		+0.10
4	-0.08	-0.1	+0.25	10	-0.20	-0.3	+0.20
4.5	-0.1		+0.04	10.5	-0.3		+0.16
5	-0.12	-0.3	-0.07	11	-0.11	-0.3	-0.01
5.5	-0.2		-0.05	11.5	-0.5		-0.02
6	-0.13	-0.1	+0.02	12	-0.12	-0.3	-0.05
6.5	-0.2		+0.01	12.5	-0.3		-0.10
7	-0.02	-0.1	0.00	13	-0.12	-0.3	+0.07
7.5	-0.2		+0.05	13.5	-0.4		-0.02
8	-0.06	-0.2	+0.04	14	-0.12	-0.3	-0.13
8.5	-0.3		-0.08	14.5	-0.2		-0.11

Potsdam, Mai 1914.

B. Wanach.