

MITTEILUNGEN
des Zentralbureaus
der Internationalen Seismologischen Assoziation
Nr. 3.

Übersicht über die Tätigkeit des Zentralbureaus
der Internationalen Seismologischen Assoziation
vom Herbst 1911 bis zum April 1913.

Von
O. Hecker.

Das Personal des Zentralbureaus bestand während der angegebenen Zeit außer dem Direktor aus dem ständigen Mitarbeiter Herrn Dr. Szirtes, der Hilfsarbeiterin Fr. Pietzsch und der Sekretärin Fr. Schweickard.

Außerdem war Herr R. Lais bis zum 1. Oktober 1912 am Zentralbureau tätig. Er verließ dasselbe, um eine für ihn günstigere Staatsstellung anzunehmen.

Sein Ausscheiden bewirkte eine unliebsame Unterbrechung in der Bearbeitung der makroseismischen Kataloge. Im Einverständnis mit dem Herrn Präsidenten, Fürst B. Galitzin, wurden diese Arbeiten Herrn A. Sieberg übertragen, der eine besondere Erfahrung gerade auf diesem Gebiete besitzt.

Wie früher war der Mechaniker Kayser für das Zentralbureau tätig.

Anfang November 1912 trat Fr. Reinfeld ein zunächst in privater Eigenschaft als Mitarbeiterin des Unterzeichneten bei der deutschen Bearbeitung des Werkes: Fürst B. Galitzin „Vorlesungen über Seismometrie“, die im Spätsommer dieses Jahres erscheinen wird. Von Mitte Januar 1913 ab beteiligte sie sich an den Arbeiten des Zentralbureaus.

Von den Erdbebenkatalogen kam der makroseismische „Catalogue régional“ für 1907, bearbeitet von den Herren E. Scheu und R. Lais, im Oktober 1912, der „Catalogue général“ für 1907, bearbeitet von R. Lais, im Februar 1913 zur Versendung. Der „Catalogue régional“ für 1908, bearbeitet von A. Sieberg, liegt zum größten Teil gedruckt vor. Er wird 6 farbige tektonische Übersichtskarten der Kontinente mit Einzeichnung der hauptsächlichsten Bruchlinien enthalten. Ganz fertig gestellt hat der Katalog nicht werden können, da vom Oktober 1908 ab wichtiges Material fehlt, das bisher noch nicht veröffentlicht wurde und von dem auch handschriftliche Mitteilungen nicht zu erhalten waren.

Damit die Kataloge wirklich ein abgeschlossenes Bild der seismischen Tätigkeit der Erdrinde für jedes Jahr geben, muß die größtmögliche Vollständigkeit angestrebt werden, die natürlich nicht erreicht werden kann, wenn das entsprechende Material nicht zur Verfügung steht. Nachträge, die sich nie ganz vermeiden lassen werden, erschweren die Benutzung der Kataloge sehr erheblich, wenn sie einen größeren Umfang erhalten müssen.

Das Zentralbureau befindet sich also in einer unangenehmen Zwangslage, da der Abschluß des Druckes der Kataloge, der entsprechend den Beschlüssen

jährlich erfolgen sollte, nur auf Kosten ihrer Vollständigkeit erreicht werden könnte. Es wird beabsichtigt, den Druck nicht abzuschließen, aber jetzt schon die Drucklegung der Teile der makroseismischen Kataloge für 1909 und 1910 vorzunehmen, für die das Material vollständig vorliegt. Mit der Bearbeitung ist bereits begonnen worden.

Von den mikroseismischen Katalogen erschienen im Jahre 1912 der „Katalog der im Jahre 1907 registrierten seismischen Störungen“, bearbeitet von Dr. Szirtes, und weiter der Katalog Teil II, die Registrierungen der besser ausgeprägten seismischen Störungen des Jahres 1907 enthaltend, bearbeitet von demselben.

Im Anfange des laufenden Jahres erschienen weiter der „Katalog der im Jahre 1908 registrierten seismischen Störungen“, bearbeitet von Dr. Szirtes. Hier hat eine Vollständigkeit wie für das Jahr 1907 nicht erreicht werden können, da, wie oben erwähnt, von einigen Staaten das Material nicht zu erlangen war. Der Katalog ist jedoch abgeschlossen, weil sich bei diesem ein Nachtrag relativ leicht berücksichtigen läßt.

Ein Abschluß des Druckes des, soweit möglich, fertig vorliegenden Kataloges der besser ausgeprägten Störungen für das Jahr 1908 hat dagegen nicht herbeigeführt werden können. Vom Oktober 1908 ab fehlt hier Material, das zur Epizentralbestimmung usw. durchaus notwendig ist. Bis zu dem angegebenen Zeitpunkt liegt der Katalog gedruckt vor. Auf Wunsch des Unterzeichneten hat Herr Dr. Szirtes ein besonderes Gewicht auf eine möglichst genaue Bestimmung der Epizentren gelegt und die Abweichungen, die die Angaben der einzelnen Stationen bei Annahme der Wiechertschen Laufzeitkurve zeigen, abgeleitet.

Das Material für den mikroseismischen Katalog für 1909 ist, soweit vorhanden, bereits von Herrn Dr. Szirtes zusammengestellt worden.

Weiter wurde von demselben in Gemeinschaft mit Herrn Prof. Dr. Rudolph der dritte Teil der Bearbeitung des Kolumbianischen Erdbebens vom 31. Januar 1906 veröffentlicht (Beiträge zur Geophysik, Band XI, 1912), der eine eingehende Untersuchung des mikroseismischen Beobachtungsmaterials von 73 Stationen enthält. Im Druck erschienen ferner von demselben eine Arbeit: „Die geographischen Koordinaten der seismischen Stationen nebst Hilfstabellen“ (Beiträge zur Geophysik, Band XI, 1912), sowie eine Reihe von Besprechungen in verschiedenen Zeitschriften.

Für die Ableitung einer Laufzeitkurve wurde eine eingehende Bearbeitung der Erdbebenregistrierungen der letzten Jahre vorgenommen. Für das Jahr 1911 kommen hierbei 16, für 1912 im ganzen 13 größere Beben in Betracht; ein Teil des Materials dieser beiden Jahre ist durch Fr. Reinfeld bereits bearbeitet. Es werden weiter auch aus den früheren Jahren Beobachtungen herausgezogen werden. Leider zeigen sich häufig große Unstimmigkeiten in den Angaben der verschiedenen Stationen, die den Wert der Beobachtungen stark herabdrücken.

Der Bitte um Ausmessung der Größe der mikroseismischen Bodenbewegungen an bestimmten Tagen der Wintermonate 1911/12 haben eine größere Reihe von europäischen Stationen in dankenswertester Weise entsprochen. Die Ablesungen, die teilweise in mm der Amplitude auf dem Seismogramm angegeben waren, wurden von Fr. Reinfeld unter Berücksichtigung der Konstanten der Instrumente umgerechnet. Etwas verzögert wurde die (jetzt druckfertige) Be-

arbeitung dadurch, daß das Material einiger Stationen erst nach längerer Zeit einlief.

Von den Ergebnissen sei nur eins hervorgehoben, daß nämlich an einem Tage ein Anwachsen der mikroseismischen Bewegungen gleichzeitig an einer größeren Reihe von Stationen festgestellt werden konnte, das sich im Verlauf weniger Stunden vollzog und für das eine Erklärung vorläufig nicht gegeben werden kann.

Für einen der Tage konnten auch die Registrierungen des auf Veranlassung von Herrn Prof. Schuster konstruierten und von Herrn Morris-Airy vereinfachten Wellenmessers zum Vergleich herangezogen werden, die der letztere freundlichst übersandte.

Auf der Konferenz in Manchester wurde beschlossen, die Gründung geeigneter Stationen zur Anstellung von Beobachtungen über die durch die Attraktion von Sonne und Mond verursachte Deformation des Erdkörpers anzuregen und diese zu subventionieren.

Es war hierbei besonders an je eine Station im Innern Rußlands, im Innern des Nordamerikanischen Kontinentes, in Paris und auf der Südhalbkugel gedacht.

Es wurden darauf hin zunächst in dem sehr günstig gelegenen Tomsk in Sibirien von Herrn A. Orlov mit gleichzeitiger Unterstützung durch die russische seismische Zentralkommission die nötigen Einrichtungen für die Organisation der Beobachtungen getroffen. Da ein Instrument vorhanden war, konnte nach dem Bau des Beobachtungshäuschens bald mit den Beobachtungen begonnen werden.

Die zweite Station wurde unter Leitung des Herrn Direktor Angot mit Genehmigung des Direktors des Pariser Observatoriums, Herrn Baillaud, in dem fast 30 m tiefen Keller des genannten Observatoriums eingerichtet. Das erforderliche Instrument wurde im Dezember 1911 abgesandt; die Aufstellung und die Einrichtung erfolgten im Januar 1912. Infolge einer Reihe von besonderen Schwierigkeiten, wie der außerordentlich großen Feuchtigkeit im Raume, entstanden jedoch große Lücken in den Beobachtungsreihen, sodaß die Ableitung des Mondeinflusses sich nicht ermöglichen läßt. Dank den Bemühungen des Herrn Eblé, der von Herrn Angot mit der Ausführung der Beobachtungen beauftragt wurde, ist aber nach gefälliger Mitteilung des Herrn Angot eine Besserung erzielt worden. Eine vorläufige Reduktion der Beobachtungen Juli, November und Dezember zeigt, daß die Station an sich für solche Beobachtungen geeignet sein dürfte.

Für die Beobachtungen im Innern Nordamerikas kam besonders Winnipeg in Kanada in Frage. Dank den Bemühungen der Herren Dr. King und Dr. Klotz konnte hier für diese Beobachtungen mit einer namhaften Unterstützung seitens der kanadischen Regierung ein besonderer Kellerraum unter der Normal School gebaut werden¹⁾. Das Horizontalpendel nebst Zubehör ist fertig gestellt, und inzwischen nach Kanada abgesandt, sodaß in kurzem die Beobachtungen aufgenommen werden dürften.

Beobachtungen auf der Südhalbkugel werden demnächst seitens der Internationalen Erdmessung, und zwar in Australien, ausgeführt werden. Auf der

¹⁾ Nach den neuesten Mitteilungen hat sich leider herausgestellt, daß der Kellerraum wegen der Grundwasserverhältnisse nicht für den gedachten Zweck zu benutzen ist.

Konferenz der Internationalen Erdmessung in Hamburg im September 1912, an der der Unterzeichnete teilnahm, herrschte jedoch die Ansicht vor, daß eine Ausdehnung der Beobachtungen dieser Art auf mehrere Stationen wegen andrer dringenderer Aufgaben jetzt nicht durchzuführen sei.

Auf Anregung des Herrn Direktor Helmert wurde zunächst seit November 1912 eine Reihe von Parallelbeobachtungen von Apparaten mit Pendeln mit Drahtaufhängung und solchen, deren Pendel auf Spitzen aufgehängt sind, zum Zwecke des Vergleichs ausgeführt und zwar in Freiburg i. B. Anfang Juli wird das Instrument nach Sydney an den Direktor des Riverview-Observatoriums, Herrn Pigot, abgesandt werden, der in sehr dankenswerter Weise die Aufstellung und Durchführung der Beobachtungen übernommen hat. Die Aufstellung des Instrumentes erfolgt in einem verlassenen Bergwerk bei Cobar (New South Wales), gegen 700 km von der Küste entfernt.

Mit der Bearbeitung der in Freiburg erhaltenen Registrierungen ist begonnen worden.

Das mitteleuropäische Erdbeben vom 16. November 1911 wird in sehr eingehender Weise bearbeitet werden. Was die makroseismischen Beobachtungen anlangt, so konnten bisher für nicht weniger als etwa 8600 verschiedene Orte, aus deren jedem zum Teil mehrere Einzelmeldungen vorliegen, die Bearbeitung erledigt werden. Die Ergebnisse sind in Form eines Zettelkataloges zusammengestellt.

Eine vorläufige Übersicht über die Intensitäten des Bebens im pleistoseisten Gebiet, besonders mit Rücksicht auf den geologischen Aufbau Süddeutschlands, ist bereits von den Herren R. Lais und A. Sieberg gegeben worden (Beiträge zur Geophysik, Band XII, 1912).

Mit der Bearbeitung des mikroseismischen Materials ist ebenfalls begonnen worden. Eine größere Reihe von Registrierungen der verschiedenen Stationen ist bereits nach einem besonderen Verfahren für die Reproduktion umgezeichnet worden.

Die Bearbeitung der Registrierungen der internationalen Station Reykjavik, die Herr Dr. Mainka übernommen hatte, ist infolge Arbeitsüberhäufung etwas in Rückstand geblieben, wird aber in Kürze nachgeholt werden. Da es sich wegen der vielen dort auftretenden Nahbeben als erwünscht erwies, eine zweite Seismometer-Komponente dort aufzustellen, wurde für die Station ein vollständiges bifilares Kegelpendel mit einer Masse von 135 kg von dem Mechaniker Kayser fertig gestellt (inzwischen abgesandt). Von der Hauptstation wurde ihr ein registrierender Windrichtungsmesser leihweise zur Verfügung gestellt.

Herr Dr. Mainka hat ferner, zum Teil unter Benutzung der Untersuchungsplattform, etwa 15 bifilare Kegelpendel, die u. a. für Chile, Argentinien, Brasilien, Kanada, England, Österreich und die Schweiz bestimmt waren, einer genauen Untersuchung unterzogen und für Abhilfe der etwa vorhandenen Fehler Sorge getragen.

Es sei schließlich noch bemerkt, daß die Bibliothek der Internationalen Seismologischen Assoziation auf 690 Nummern angewachsen ist, für die ein vollständiger Zettelkatalog angelegt ist.

Das mikroseismische Beobachtungsmaterial des Kurilen-Bebens am 19./20. Januar 1913.

In der Nacht vom 19./20. Januar 1913 zeigten die Apparate einer großen Zahl von Stationen eine ziemlich heftige Störung an, deren mikroseismische Fortpflanzung sich über eine Schütterfläche mit einem Radius von etwa 11000 km erstreckte. Dem Zentralbureau ist hierüber von 44 Stationen das Beobachtungsmaterial bzw. die zeitliche Analyse der ersten und zweiten Phase eingesandt worden. Die Zusammenstellung desselben legt nahe, daß das Epizentrum in der Nähe der Insel Jesso zu suchen ist. Zur näheren Bestimmung sind in eine stereographische Projektion um die Stationen Kreise mit ihrer Epizentralentfernung als Radien gezogen worden, was jedoch zu keinem sicheren Resultat geführt hat. Das Epizentrum kann aus der Graphik nur dann entnommen werden, wenn der Ablesung der Station Baku ein größeres Gewicht beigelegt wird. Hierdurch würde das Epizentrum durch die geographischen Koordinaten $\varphi = 47^{\circ} 52' N$ und $\lambda = 149^{\circ} 5' E$ bestimmt sein. Dieses Resultat würde sich wesentlich ändern, wenn statt des Schnittpunktes mit dem um Baku geschlagenen Kreis derjenige mit Tiflis genommen wird. Das unbestimmte Ergebnis wird dadurch bedingt, daß die zur Verfügung stehenden Stationen für die Bestimmung des Epizentrums sehr ungünstig verteilt sind.

Die seismischen Wochenberichte der Stationen Irkutsk und Pulkovo geben die Lage des Herdes, wie er nach der Methode des Fürsten B. Galitzin bestimmt worden ist. Pulkovo hat als Azimut des Epizentrums $37^{\circ} 14' NE$ berechnet, dem die geographischen Koordinaten $\varphi = 49^{\circ} 1' N$ und $\lambda = 155^{\circ} 3' E$ entsprechen; in Irkutsk ist das Azimut $A = 75^{\circ} 6' NE$, hieraus die geographische Breite des Epizentrums $\varphi = 49^{\circ} 5'$ und die Länge $\lambda = 152^{\circ} 9' E$. Zwischen den obigen zwei Epizentren besteht also ein Unterschied in der Breite $\Delta\varphi = 0^{\circ} 4'$ und in der Länge $\Delta\lambda = 2^{\circ} 4'$. Der japanische Staatsanzeiger enthält über das Kurilen-Beben nur wenige makroseismische Angaben. Am stärksten wurde der Ort Shana um $23^h 52^m 00^s$ erschüttert, wo dem Beben eine Intensität III der fünfteiligen japanischen Intensitätsskala beigelegt worden ist. Das Beben wurde außerdem in Nemuro $23^h 47^m 00^s$ mit der Intensität II und in Akita um $23^h 51^m 16^s$ ebenfalls mit der Intensität II gefühlt. Der Tabelle 1 wurde ein Epizentrum mit den geographischen Koordinaten $\varphi_b = 44^{\circ} 09' N$, $\lambda_b = 150^{\circ} 02' E$ zugrunde gelegt. Die Stoßzeit t_0 wurde aus den abgeleiteten Epizentralzeiten folgender Stationen bestimmt:

Irkutsk	47 ^m 23 ^s	aus dem ersten Vorläufer			
Pulkovo	47 34	"	"	"	"
Upsala	47 28	"	"	"	"
Graz	47 30	"	"	"	"
Jena	47 31	"	"	"	"
Wien	47 31	"	"	"	"
Heidelberg	47 31	"	"	"	"
Zagreb	47 27	"	"	"	"
Straßburg	47 28	"	"	"	"
Triest	47 26	"	"	"	"

Hieraus ergibt sich die Stoßzeit 23^h 47^m 29^s mit einem durchschnittlichen Fehler von etwa ± 3 Sekunden, und einem mittleren Fehler von ± 1 Sekunde. Diese Fehlergrößen dürfen jedoch nur als Rechnungsergebnis angesehen werden.

Tabelle 1.

Epizentrum: $\varphi_b = 44^\circ 09' N$ $\lambda_b = 150^\circ 02' E$ Stoßzeit: $t_0 = 23^h 47^m 29^s$

Station	Epizentral- entfernung in km	Vorläufer						Epizentral- zeit nach		Abweich. von der Stoßzeit t_0	
		P			S			P	S	Δ'_0	Δ''_0
		h	m	s	h	m	s	m	s	s	s
Tokio	1310	23	51	28	23	52	57	48 33	47 43	-64	-14
Osaka	1620	23	51	52	—	—	—	48 19	—	-50	—
Zi-ka-wei	2880	23	53	37i	23	58	17i	47 50	47 56	-21	-27
					58	37v					
Irkutsk	3440	23	54	00i	23	59	08	47 23	47 18	+06	+11
Manila	4320	23	55	49	—	—	—	48 04	—	-35	—
Batavia	7100	23	58	36	0	07	10	47 59	47 59	-30	-30
Pulkovo	7230	23	58	18i	0	06	43i	47 34	47 18	-5	+11
Bombay	7550	23	58	7	—	—	—	47 39	—	-10	—
Balakhany	7690	23	58	35e	0	07	29	47 24	47 14	+5	+15
				38i			35i				
Upsala	7760	23	58	43	0	07	29	47 28	47 06	+1	+23
							30i				
Makejevka	7810	23	58	32	0	07	48	46 55	47 21	+34	+8
Tiflis	7910	23	59	01i	0	08	07i	47 38	47 29	-9	0
							53i				
Lemberg	8330	23	58	54e	—	—	—	47 08	—	+21	—
Czernowitz	8380	23	59	23i	0	09	23i	47 34	47 55	-5	-26
Kriatern	8500	23	59	16	0	09	09e	47 20	47 28	+9	+1
Hamburg	8500	23	59	33	0	08	58i	47 37	47 17	-8	+12
					17.8	r ₁					
Leipzig	8660	23	59	26e	0	09	22e	47 21	47 24	+8	+5

Station	Epizentral- entfernung in km	Vorläufer						Epizentral- zeit nach		Abweich. von der Stoßzeit t_0	
		P			S			P	S	Δ'_0	Δ''_0
		h	m	s	h	m	s	m	s	s	s
Güttingen	8700	23	59	39i	0	09	19	47 32	47 17	-3	+12
Jena	8710	23	59	38	0	09	49	47 31	47 46	-2	-17
Budapest	8750	23	59	37	0	09	45	47 27	47 37	+2	-8
Wien	8790	23	59	43i	0	09	22e	47 31	47 10	-2	+19
							25i				
Bochum	8790	23	59	40	0	09	23	47 29	47 12	0	+17
Stonyhurst	8810	23	50	-e	—	—	—	48 47	—	-60	—
Bidston	8870	—	—	—	0	19.5	—	—	—	—	—
Aachen	8900	0	00	15	0	09	36	47 57	47 13	-28	+16
Uccle-Bruxelles	8950	23	59	48i	0	09	36i	47 28	47 08	+1	+21
Heidelberg	8960	23	59	52i	0	09	38i	47 31	47 09	-2	+20
Graz	8970	23	59	51	0	09	41	47 30	47 11	-1	+18
							10 06i				
München	8980	23	59	46e	0	09	59i	47 24	47 28	+5	+1
Hohenheim	9000	23	59	53	0	09	23	47 30	46 50	-1	+39
Zagreb	9040	23	59	52i	0	09	44i	47 27	47 06	+2	+23
Straßburg	9070	23	59	55e	0	09	55i	47 28	47 14	+1	+15
				57i							
				00 20i							
				33i							
				54i							
				01 27i							
				01 53i							
Innsbruck	9080	23	59	55i	0	09	55e	47 28	47 13	+1	+16
Ottawa	9110	—	—	—	(0	09	48e)	—	47 03	—	+26
					15	20?					
Sarajevo	9120	0	00	00e	0	09	54	47 30	47 07	-1	+22
					10	00					
Triest	9140	23	59	56i	0	09	56i	47 26	47 08	+3	+21
Parc Saint-Maur	9220	0	00	02i	0	10	03i	47 28	47 08	+1	+21
Besançon	9250	0	00	04	0	10	05	47 28	47 06	+1	+23
Puy de Dôme	9500	0	00	09	0	09	50	47 20	45 26	+9	+123
Rocca di Papa	9560	0	00	18	0	10	35	47 26	47 05	+3	+24
Cairo	9700	0	00	—	—	—	—	47 01	—	+28	—
Alger	10420	0	00	54e	0	11	18i	47 18	46 25	+11	+64
				57i							
Cartuja	10600	0	00	50e	0	11	28i	47 05	46 19	+24	+70
San Fernando	10740	—	—	—	0	10.3	—	—	44 56	—	+153

Tabelle 2.

Station	Entfernungen nach		Abweichen der Entfernungen in km	Station	Entfernungen nach		Abweichen der Entfernungen in km
	P	S			P	S	
	in km	in km			in km	in km	
Tokio	1020	920	-100	Bochum	8760	8600	-160
Zi-ka-wei	3100	3030	-70	Aachen	9420	8720	-700
Irkutsk	3360	3360	0	Heidelberg	8980	8740	-240
Batavia	7600	7360	-240	Graz	8960	8760	-200
Pulkovo	7300	7100	-200	München	8870	8940	+170
Balakhany	7590	7530	-60	Hohenheim	9000	8600	-400
Upsala	7730	7510	-220	Zagreb	8980	8790	-190
Makejevka	7530	7700	+170	Straßburg	9040	8900	-140
Tiflis	8050	7960	-90	Innsbruck	9040	8900	-140
Czernowitz	8450	8600	+150	Sarajevo	9140	8890	-250
Krietern	8320	8470	+150	Triest	9060	8900	-160
Hamburg	8630	8360	-270	Parc Saint-Maur	9170	8980	-190
Leipzig	8500	8590	+90	Besançon	9210	8990	-220
Göttingen	8740	8500	-240	Puy de Dôme	9300	8850	-450
Jena	8720	8840	+120	Rocca di Papa	9480	9290	-190
Budapest	8700	8800	+100	Alger	10180	9720	-460
Uccle-Bruxelles	8900	8720	-180	Cartuja	10100	9220	-880
Wien	8810	8590	-220				

Tabelle 2 enthält die Epizentralentfernungen von 35 Stationen, wie sie sich aus den Zeitangaben der ersten und zweiten Phase ergeben. Bei der Ableitung derselben wurde als Ausgangsstation Irkutsk angenommen, weil sie dem vermutlichen Herd nahe liegt und die Apparate den Anfang der Störung mit einem Impetus wiedergegeben haben. Die auf diese Weise gewonnenen Epizentralentfernungen sind miteinander verglichen worden und das Resultat ist in der vierten Spalte dieser Tabelle übersichtlich zusammengestellt. Auf die gefundenen Abweichungen wollen wir nicht eingehen, aber das eine wollen wir feststellen, daß die Größe und Vorzeichen derselben in keiner Gesetzmäßigkeit mit der Herdentfernung und Lage der Stationen steht. Daher wird auch der Schluß nicht von der Hand zu weisen sein, daß die abgeleiteten Abweichungen teilweise auf Beobachtungsfehler zurückzuführen sind.

Tabelle 3.

Station	Laufzeit der P-Welle in Sek.	Epizentralentfernung in km nach			Abweichung	
		P	S-P	Berechn.	(S-P)-P	Ber.-P
					in km	in km
Tokio	138	1020	820	1310	-200	+290
Osaka	182	1370	—	1620	—	+250
Zi-ka-wei	367	3100	2960	2880	-140	-220
Irkutsk	390	3360	3360	3440	0	+80

Station	Laufzeit der P-Welle in Sek.	Epizentralentfernung in km nach			Abweichung	
		P	S-P	Berechn.	(S-P)-P	Ber.-P
					in km	in km
Manila	499	4810	—	4320	—	-490
Batavia	666	7600	7100	7100	-500	-500
Pulkovo	648	7300	6920	7230	-380	-70
Bombay	672	7710	—	7550	—	-160
Balakhany	665	7590	7480	7690	-110	+100
Upsala	673	7730	7330	7760	-400	+30
Makejevka	662	7530	7920	7810	+490	+280
Tiflis	691	8050	7720	7910	-330	-140
Lemberg	744	9020	—	8330	—	-690
Czernowitz	713	8450	8790	8380	+340	-70
Krietern	706	8320	8650	8500	+330	+180
Hamburg	723	8630	8100	8500	-530	-130
Leipzig	716	8500	8710	8660	+210	+160
Göttingen	729	8740	8390	8700	-350	-40
Jena	728	8720	9010	8710	+290	-10
Budapest	727	8700	8950	8750	+250	+50
Wien	733	8810	8380	8790	-430	-20
Bochum	730	8760	8450	8790	-310	+30
Stonyhurst	—	—	—	8810	—	—
Aachen	765	9420	8020	8900	-1400	-520
Uccle-Bruxelles	738	8900	8550	8950	-350	+50
Heidelberg	742	8980	8510	8960	-470	-20
Graz	741	8960	8590	8970	-370	+10
München	736	8870	9040	8980	+170	+110
Hohenheim	743	9000	8200	9000	-800	0
Zagreb	742	8980	8630	9040	-350	+60
Straßburg	745	9040	8790	9070	-250	+30
Innsbruck	745	9040	8790	9080	-250	+40
Sarajevo	750	9140	8670	9120	-470	-20
Triest	746	9060	8790	9140	-270	+80
Parc Saint-Maur	752	9170	8820	9220	-350	+50
Besançon	754	9210	8820	9250	-390	+40
Puy de Dôme	759	9300	8420	9500	-880	+200
Rocca di Papa	768	9480	9120	9560	-360	+80
Cairo	801	10120	—	9700	—	-420
Alger	804	10180	9280	10420	-900	+140
Cartuja	800	10100	9560	10600	-540	+500

Tabelle 3 enthält die Laufzeiten der Longitudinalwelle mit den zugehörigen Herdentfernungen, wobei Irkutsk als Ausgangsstation gedient hat. Die letzten zwei Spalten enthalten das Ergebnis, welches einen Vergleich zwischen den auf verschiedenem Wege gewonnenen Herdentfernungen gestattet. Die Zahl der Punkte, welche in der vierten Kolonne über den Zehnern der Zahlen steht, deutet an, daß die Epizentralentfernung auch einen um 10 bzw. 20 km höheren Wert haben kann.

Tabelle 4.

Station	Laufzeit der S-Welle in Sek.	Epizentralentfernung in km nach			Abweichung	
		S	S-P	Berechn.	(S-P)-S	Ber.-S
					in km	in km
Tokio	225	920	820	1310	-100	+ 390
Zi-ka-wei	645	3030	2960	2880	- 70	- 150
Irkutsk	696	3360	3360	3440	0	+ 80
Batavia	1178	7360	7100	7100	- 260	- 260
Pulkovo	1151	7100	6920	7230	- 180	+ 130
Balakhany	1197	7530	7480	7690	- 50	+ 160
Upsala	1195	7510	7330	7760	- 180	+ 250
Makejevka	1216	7700	7920	7810	+ 220	+ 110
Tiflis	1245	7960	7720	7910	- 240	- 50
Czernowitz	1311	8600	8790	8380	+ 190	- 220
Krietern	1297	8470	8650	8500	+ 180	+ 30
Hamburg	1286	8360	8100	8500	- 260	+ 140
Leipzig	1310	8590	8710	8660	+ 120	+ 70
Göttingen	1301	8500	8390	8700	- 110	+ 200
Jena	1337	8840	9010	8710	+ 170	- 130
Budapest	1333	8800	8950	8750	+ 150	- 50
Wien	1310	8590	8380	8790	- 210	+ 200
Bochum	1311	8600	8450	8790	- 150	+ 190
Aachen	1324	8720	8020	8900	- 700	+ 180
Uccle-Bruxelles	1324	8720	8550	8950	- 170	+ 230
Heidelberg	1326	8740	8510	8960	- 230	+ 220
Graz	1329	8760	8590	8970	- 170	+ 210
München	1347	8940	9040	8980	+ 100	+ 40
Hohenheim	1311	8600	8200	9000	- 400	+ 400
Zagreb	1332	8790	8630	9040	- 160	+ 250
Straßburg	1343	8900	8790	9070	- 110	+ 170
Innsbruck	1343	8900	8790	9080	- 110	+ 180
Ottawa	1336	8830	—	9110	—	+ 280
Sarajevo	1342	8890	8670	9120	- 220	+ 230
Triest	1344	8900	8790	9140	- 110	+ 240
Parc Saint-Maur	1351	8980	8820	9220	- 160	+ 240
Besançon	1353	8990	8820	9250	- 170	+ 260
Puy de Dôme	1338	8850	8420	9500	- 430	+ 650
Rocca di Papa	1383	9290	9120	9560	- 170	+ 270
Alger	1426	9720	9280	10420	- 440	+ 700
Cartuja	1376	9220	9560	10600	+ 340	+ 1480
San Fernando	1366	9120	—	10740	—	+ 1620

Das Schema der Tabelle 4 ist dasselbe, wie das der dritten Tabelle. Die letzten zwei Spalten geben gleichfalls den in km ausgedrückten Unterschied, welcher zwischen den auf verschiedenem Wege erhaltenen Herdentfernungen besteht. Die zweite Kolumne enthält die Laufzeit der Transversalwelle und die dritte die der Laufzeit entsprechende Herdentfernung in km.

Tabelle 5.

Station	S-P in		Epizentralentfernung in km		Ab- weichung in km	Ab- weichung in Sek.
	m	s	beobachtet	berechnet		
Zi-ka-wei	4	40	2960	2880	- 80	+ 6
Irkutsk	5	08	3360	3440	+ 80	- 5
Batavia	8	34	7100	7100	0	0
Pulkovo	8	25	6920	7230	+ 310	- 6
Balakhany	8	54	7480	7690	+ 210	- 10
Upsala	8	46	7330	7760	+ 430	- 22
Makejevka	9	16	7920	7810	- 110	+ 26
Tiflis	9	06	7720	7910	+ 190	- 9
Czernowitz	10	00	8790	8380	- 410	+ 21
Krietern	9	53	8650	8500	- 150	+ 8
Hamburg	9	25	8100	8500	+ 400	- 20
Leipzig	9	56	8710	8660	- 50	+ 3
Göttingen	9	40	8390	8700	+ 310	- 15
Jena	10	11	9010	8710	- 300	+ 15
Budapest	10	08	8950	8750	- 200	+ 10
Wien	9	39	8380	8790	+ 410	- 21
Bochum	9	43	8450	8790	+ 340	- 17
Aachen	9	21	8020	8900	+ 880	- 44
Uccle-Bruxelles	9	48	8550	8950	+ 400	+ 20
Heidelberg	9	46	8510	8960	+ 450	- 22
Graz	9	50	8590	8970	+ 380	- 19
München	10	13	9010	8980	- 60	+ 4
Hohenheim	9	30	8200	9000	+ 800	- 40
Zagreb	9	52	8630	9040	+ 410	- 21
Straßburg	10	00	8790	9070	+ 280	- 14
Innsbruck	10	00	8790	9080	+ 290	- 15
Sarajevo	9	54	8670	9120	+ 450	- 23
Triest	10	00	8790	9140	+ 350	- 18
Parc Saint-Maur	10	01	8820	9220	+ 400	- 20
Besançon	10	01	8820	9250	+ 430	- 22
Puy de Dôme	9	41	8420	9500	+ 1080	- 114
Rocca di Papa	10	17	9120	9560	+ 440	- 21
Alger	10	24	9280	10420	+ 1140	- 53
Cartuja	10	38	9560	10600	+ 1040	- 46

Während bei der Zusammenstellung der Tabellen 3 und 4 die Eintrittszeiten der Station Irkutsk eine wesentliche Rolle gespielt haben, ist die Tabelle 5 nur auf Grund der zeitlichen Analyse der Vorläuferwellen der angegebenen Stationen entworfen worden. Die zweite Spalte der Tabelle 5 enthält den Zeitunterschied der Vorphasen, die dritte die entsprechende Herdentfernung. Die Differenz zwischen beobachteter und berechneter Epizentralentfernung ist in den zwei letzten Spalten

zusammengestellt. Die erstere von diesen enthält die in km, die zweite die in Sekunden ausgedrückte Abweichung.

Tabelle 6.

Station	Azimut der Station \mathcal{A}	Richtungswinkel α	Azimut des Epizentrums A	Epizentrum	
				nördliche Breite φ_b	östl. Länge von Gr. λ_b
Tokio	109° 24'	18° 22'	91° 04'	42° 40'	147° 27'
Osaka	64 00	24 40	88 40	42 45	147 33
Zi-ka-wei	142 37	62 07	80 30	47 14	151 16
Manila	154 22	78 13	76 09	49 13	152 51
Pulkovo	49 05	141 17	92 12	42 11	145 56
Balakhany	85 42	169 44	84 02	45 17	149 42
Upsala	44 42	135 41	90 59	42 42	147 29
Makejevka	68 23	144 44	76 21	49 07	152 39
Tiflis	80 30	153 12	72 42	50 48	153 45
Lemberg	59 02	151 20	92 18	44 04	147 21
Czernowitz	62 00	149 49	87 49	44 03	148 40
Krietern	54 13	137 18	83 05	46 06	150 22
Hamburg	48 18	141 19	93 01	41 51	146 41
Leipzig	51 38	135 54	84 26	45 47	149 37
Göttingen	50 13	140 19	90 06	43 05	147 49
Jena	51 37	140 55	89 18	43 25	148 00
Budapest	58 51	146 19	87 28	44 11	146 25
Uccle-Bruxelles	48 16	135 12	86 56	44 25	149 00
Wien	56 40	146 54	90 14	43 01	147 46
Bochum	48 51	136 28	87 37	44 07	148 44
Aachen	48 56	158 45	109 49	35 23	139 48
Heidelberg	51 31	141 18	89 47	43 12	147 57
Graz	57 17	147 37	90 20	42 58	147 43
München	54 12	139 36	85 24	45 05	149 34
Hohenheim	52 26	141 14	88 48	43 27	148 17
Zagreb	58 44	146 05	87 21	44 14	148 51
Straßburg	51 43	139 41	87 58	43 57	148 33
Innsbruck	58 02	156 12	98 10	39 38	144 34
Sarajevo	61 57	152 56	90 59	42 42	147 29
Triest	57 38	143 51	86 13	44 44	149 15
Parc Saint-Maur	48 41	136 14	87 33	44 10	148 46
Besançon	42 06	139 14	97 08	40 11	145 06
Puy de Dôme	56 30	149 51	93 21	41 43	146 34
Rocca di Papa	59 46	144 44	84 58	45 45	150 05
Alger	51 02	139 20	88 18	43 50	148 28
Cartuja	53 23	128 45	85 22	45 06	149 22

Es ist bereits darauf hingewiesen worden, daß in Irkutsk aus den Amplituden der Longitudinalwelle das Azimut des Epizentrums zu 75°6 NE bestimmt

worden ist. Um eine Bestätigung dieses Wertes zu finden, haben wir das Azimut zunächst aus den Zeitangaben der Longitudinalwelle der verschiedenen, in der Tabelle 6 angegebenen Stationen berechnet. Als Ergebnis hat sich herausgestellt, daß der obigen Größenordnung das berechnete Azimut nur in wenigen Fällen entspricht. Nach den Berechnungen auf Grund der zeitlichen Analyse ist das Azimut A des Epizentrums bedeutend größer, als das nach der dynamischen Analyse berechnete. Das Azimut des Epizentrums in Irkutsk ist in der vierten Spalte der Tabelle 6 zusammengestellt. Die fünfte und sechste Spalte enthält die geographischen Koordinaten des Epizentrums, wie sie sich mit Hilfe des berechneten Azimuts ergeben.

Tabelle 7.

Station	Richtungswinkel α	Azimut des Epizentrums A	Epizentrum	
			nördliche Breite φ_b	östliche Länge λ_b
Tokio	16° 25'	93° 00'	41° 52'	146° 42'
Zi-ka-wei	60 31	82 06	46 32	147 52
Pulkovo	133 55	84 50	45 19	148 52
Balakhany	163 03	77 21	48 39	152 18
Upsala	107 29	62 47	55 30	156 30
Makejevka	153 04	84 41	45 23	149 49
Czernowitz	166 26	104 26	37 21	142 05
Krietern	165 11	120 48	31 43	134 49
Hamburg	132 44	84 26	45 31	149 52
Leipzig	138 50	87 12	44 18	148 54
Göttingen	133 55	83 42	45 51	148 16
Jena	145 27	93 51	41 30	146 24
Budapest	151 27	92 36	42 01	146 53
Uccle-Bruxelles	130 04	91 48	42 22	147 10
Wien	131 58	75 18	41 25	146 18
Bochum	131 44	82 53	46 11	150 25
Aachen	132 12	85 16	45 08	151 36
Heidelberg	133 59	82 28	46 22	150 35
Graz	140 17	83 00	46 08	150 24
München	141 57	87 45	44 04	148 41
Hohenheim	129 11	76 45	48 57	152 31
Zagreb	139 17	82 37	46 18	150 32
Straßburg	135 36	83 53	45 44	150 04
Innsbruck	151 36	96 32	40 25	145 20
Sarajevo	142 21	80 24	47 17	151 18
Parc Saint-Maur	146 58	93 08	44 27	149 01
Besançon	132 40	89 34	43 17	148 02
Puy de Dôme	134 28	77 58	48 23	152 07
Rocca di Papa	138 25	78 40	48 04	151 52
Alger	127 17	76 16	49 09	152 40
Cartuja	105 30	52 07	60 24	158 34

Die Berechnung des Azimuts des Epizentrums ist auch mit Hilfe der aus den *S*-Wellen ermittelten Daten ausgeführt und das Resultat ist in der dritten Spalte der Tabelle 7 niedergelegt. Der Winkel *A* hat einen kleineren Wert, als nach der ersten Berechnung, aber immerhin größer als derjenige, welcher von Irkutsk angegeben worden ist. Demzufolge erfährt auch die Länge des Epizentrums, dessen geographische Koordinaten in den zwei letzten Spalten der Tabelle 7 angegeben sind, eine nicht unmerkliche Veränderung.

Tabelle 8.

Station	Richtungswinkel		Azimut des Epizentrums <i>A</i>	Epizentrum			
	α			nördliche Breite φ_b		östliche Länge λ_b	
Tokio	40°	35'	68° 49'	52°	38'	154°	54'
Zi-ka-wei	56	29	86 04	44	48	149	19
Batavia	96	02	80 29	47	15	151	16
Pulkovo	127	54	78 49	47	59	151	49
Balakhany	158	55	73 12	48	48	152	24
Upsala	123	35	78 53	47	58	151	49
Makejevka	171	46	103 21	38	08	143	11
Tiflis	157	40	77 03	48	48	153	33
Czernowitz	179	16	117 33	26	10	119	27
Krietern	148	39	94 28	41	15	146	08
Hamburg	118	04	69 47	52	10	154	37
Leipzig	142	42	91 05	42	40	147	27
Göttingen	129	40	79 28	47	43	152	37
Jena	147	40	96 04	40	36	145	30
Budapest	158	29	99 29	39	15	144	08
Uccle-Bruxelles	125	34	77 34	48	35	152	14
Wien	133	35	76 54	48	52	152	30
Bochum	127	40	78 48	48	00	151	51
Aachen	114	43	65 48	54	04	155	44
Heidelberg	127	18	75 47	49	22	152	48
Graz	134	49	77 33	48	34	152	14
München	145	16	91 04	46	26	148	15
Hohenheim	119	05	66 46	44	49	149	21
Zagreb	134	01	75 17	49	36	152	59
Straßburg	132	09	81 19	46	52	150	59
Innsbruck	145	15	87 11	44	19	148	55
Sarajevo	135	30	73 33	50	24	153	31
Triest	135	10	77 32	48	35	152	14
Parc Saint-Maur	126	32	77 53	48	25	152	09
Besançon	127	58	76 05	49	14	152	43
Puy de Dôme	116	02	62 51	55	29	156	29
Rocca di Papa	133	25	73 59	50	13	153	23
Alger	117	08	59 24	57	10	158	17
Cartuja	155	22	62 00	55	53	156	42

Fürst B. Galitzin hat in seiner Arbeit „Über die Schwingungsrichtung eines Bodenteilchens in den transversalen Wellen der zweiten Vorphase eines Bebens“ (Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg. St. Petersburg 1911) gezeigt, wie man aus den beiden Azimuten der wahren Bodenverschiebung beim Eintreffen von *P* und *S* den Winkel β , welchen die Polarisationsebene mit der Hauptebene bildet, bestimmen kann. Nach der von Fürst B. Galitzin vorgeschlagenen Methode spielt die Bodenverschiebung der vertikalen Komponente bei der Bestimmung des Quadranten des Azimuts eine wesentliche Rolle. Bei dem von uns angewendeten Verfahren wird die Zweideutigkeit in der Bestimmung des Azimuts durch Anwendung mehrerer Stationen behoben. Eben aus diesem Grunde ist es nicht mit Sicherheit zu entscheiden ob A_1 und A_2 in demselben Quadranten liegen, und daher ist auch die Bestimmung des Winkels β auf diesem Wege mindestens zweifelhaft.

Tabelle 8 enthält das Azimut und die geographischen Koordinaten des Epizentrums, so wie sie sich aus den Zeitunterschieden der Vorläuferwellen ergeben. Es muß betont werden, daß das in der dritten Spalte aufgeführte Azimut des Epizentrums der Station Irkutsk dem Werte von 75°6 am nächsten kommt.

Als Ergebnis dieser Berechnung können wir feststellen, daß sowohl für die erste, wie auch die zweite Phase ein besonderes Epizentrum gefunden worden ist. Die verschiedenen Phasen sollten danach von verschiedenen Epizentren ausstrahlen. R. von Küvesligethy hat in seiner Arbeit „Vorläufige Elementenbestimmung des Cerambebens“ (Beiträge zur Geophysik, Leipzig 1906, Bd. VIII, S. 400ff) das gleiche Ergebnis, nämlich, daß alle bearbeiteten fünf Phasen von wesentlich verschiedenen Epizentren ausstrahlen, gefunden. Dieses Resultat ist auf die Zeitanalyse der Stationen zurückzuführen und erst die späteren Untersuchungen werden den Nachweis erbringen können, ob diesem eine gewisse Realität zukommt.

In der gleichen Arbeit fand R. von Küvesligethy weiterhin, daß jeder Phase eine besondere Stoßzeit zukommt. Bei diesem Beben würde sich ebenfalls eine von der abgeleiteten Stoßzeit $t_0 = 23^h 47^m 29^s$ abweichende Bebenzeit ergeben, wenn zur Ermittlung derselben nur die aus dem zweiten Vorläufer gewonnenen Epizentralzeiten gedient hätten.

S. Szirtes.

Korrekturen der funkentelegraphischen Zeitsignale von Norddeich und dem Eiffelturm.

(Fortsetzung von S. 42 in Nr. 2.)

Wie schon auf S. 42 gesagt wurde, gibt der Eiffelturm seit Anfang Juli d. J. neben den bisherigen Zeitsignalen noch um 11^h a. m. M.E.Z. Signale nach dem internationalen Schema. An Sonntagen und in einigen seltenen Fällen an Wochentagen (15., 16. Aug., 18. Sept., 2. Okt.) sind sie ausgefallen. Die Aufnahme erfolgte durch Registrierung mit dem Handtaster auf dem Chronographen, ähnlich wie bei den Norddeichsignalen; die Genauigkeit der Aufnahme ist von derselben Größenordnung, d. h. mit Berücksichtigung der Veränderlichkeit der persönlichen Gleichung etwa $\pm 0^{\circ}05$, also wesentlich höher als die Genauigkeit der Aufnahme der alten Eiffelturmsignale.

Da sich im Laufe des Jahres herausgestellt hat, daß die persönliche Gleichung zwischen v. Flotow und mir zwar durchschnittlich $\pm 0^{\circ}04$, und zwischen Boltz und mir $\pm 0^{\circ}07$ für Norddeich, und $\pm 0^{\circ}2$ für die alten Eiffelturmsignale beträgt im Mittel aber Null ist, gaben wir im Juli d. J. die gleichzeitige Aufnahme der Signale durch zwei Beobachter auf; ein systematischer persönlicher Einfluß ist offenbar nicht vorhanden. In der folgenden Tabelle finden sich daher keine getrennten Kolonnen mehr für die Beobachter; in den wenigen Fällen von Doppelaufnahmen in den ersten Tagen des Juli sind die Mittelwerte aus den Aufnahmen beider Beobachter eingetragen.

Potsdam, Oktober 1913.

Berichtigungen:

Auf S. 9 ist für 25. Febr. unter F zu lesen: $-0^{\circ}03$ (statt $+0^{\circ}07$).

„ S. 10 „ „ 14. April „ F „ „ $+0.26$ („ -0.26).

Datum 1913	Eiffelturm		Nord- deich 1 ^h p. m.	Datum 1913	Eiffelturm		Nord- deich 1 ^h p. m.
	11 ^h 0 ^m a. m.	11 ^h 45 ^m a. m.			11 ^h 0 ^m a. m.	11 ^h 45 ^m a. m.	
Juli 3	+0 ^o 07	0 ^o 0	-0 ^o 08	Juli 9	—	—	-0 ^o 20
4	+0.07	-0.3	-0.14	10	-0 ^o 02	—	-0.33
5	-0.08	-0.3	-0.12	11	-0.07	-0 ^o 04	-0.32
6	—	-0.4	-0.48	12	+0.04	-0.02	-0.19
7	-0.03	-0.2	-0.42	13	—	-0.03	-0.37
8	—	—	-0.27	14	—	-0.04	-0.31

Datum 1913	Eiffelturm		Nord- deich 1 ^h p. m.	Datum 1913	Eiffelturm		Nord- deich (1 ^h a. m.)
	11 ^h 0 ^m a. m.	11 ^h 45 ^m a. m.			11 ^h 0 ^m a. m.	11 ^h 45 ^m a. m.	
Juli 15	-0 ^o 04	-0 ^o 4	-0 ^o 24	Aug. 19	-0 ^o 34	-0 ^o 3	-0 ^o 52
16	-0.04	-0.3	-0.17	20	-0.07	-0.2	-0.46
17	+0.03	-0.6	-0.21	21	-0.29	-0.5	-0.46
18	-0.06	-0.5	-0.23	22	-0.37	-0.3	-0.47
19	-0.07	-0.5	-0.29	22.5	-0.5	—	-0.48
20	—	-0.7	-0.57	23	-0.24	-0.3	-0.65
21	-0.08	-0.4	-0.37	24	—	-0.3	-0.68
22	-0.16	-0.6	-0.18	25	-0.14	-0.2	-0.55
23	+0.02	-0.4	-0.19	26	-0.12	-0.4	-0.59
24	-0.02	-0.7	-1)	27	-0.16	-0.3	-0.42
25	(-0.7) ²⁾	-0.4	-0.30 ³⁾	28	-0.18	-0.2	-0.41
26	+0.13	+0.1	0.00	29	-0.21	-0.4	-0.41
27	—	-0.3	+0.23	30	+0.09	-0.5	-0.40
28	+0.21	-0.4	+0.05	30.5	—	—	-0.49
29	+0.13	—	+0.14	31	—	-0.3	-0.54
30	+0.34	—	+0.16	31.5	-0.3	—	-0.45
31	+0.45	-0.3	-0.10	Sept. 1	-0.23	-0.4	-0.53 ⁴⁾
Aug. 1	+0.41	-0.3	-0.32	1.5	-0.3	—	-0.14
2	+0.33	-0.3	-0.08	2	-0.22	-0.3	-0.41
3	—	—	-0.03	3	-0.15	-0.3	-0.54
4	+0.27	-0.2	-0.25	4	-0.09	-0.2	-0.57
5	+0.40	-0.3	-0.38	5	-0.15	-0.4	-0.56
6	—	-0.3	-0.42	6	-0.20	-0.2	-0.28
7	+0.11	-0.4	-0.54	6.5	-0.3	—	-0.33
8	+0.11	-0.5	-0.66	7	—	-0.1	-0.55
9	+0.02	-0.5	-0.11	8	-0.28	-0.3	-0.29
10	—	-0.4	-0.14	9	-0.31	-0.3	-0.23
11	-0.02	-0.5	-0.23	10	-0.26	-0.6	-0.30
12	—	-0.6	-0.43	11	-0.33	-0.4	-0.38
13	-0.45	-0.5	-0.28	12	-0.26	-0.4	-0.46
14	-0.47	-0.7	-0.28	13	-0.20	-0.4	-0.60
15	—	-0.6	-0.48	14	—	-0.3	-0.72
16	—	-0.6	-0.48	14.5	-0.4	—	-0.83
17	—	-0.6	-0.41	15	-0.23	-0.4	-0.83
18	-0.46	-0.6	-0.45	16	-0.18	-0.4	-0.48

1) Keine Signale.

2) Sehr unsicher; nur mit Taschenuhr aufgenommen.

3) Durch benachbarte Station gestört; nur 2 Signale erhalten.

4) Signale gleich nach der ersten Gruppe abgebrochen; nachher für un-
gültig erklärt.

Datum 1913	Eiffelturm		Nord- deich	Datum 1913	Eiffelturm		Nord- deich
	11h 0m a. m.	11h 45m a. m.	1h p. m. (1h a. m.)		11h 0m a. m.	11h 45m a. m.	1h p. m. (1h a. m.)
Sept. 17	-0°20	0°0	-0:35	Okt. 3	+0°06	-0°1	-0°15
17.5	-0.1		-0.77	4	-	-0.1	-0.21
18	-	-0.2	-0.76	5	-	0.0	-0.26
19	-0.09	-0.2	-0.14	6	-0.77	-0.1	-0.01
20	-0.13	0.0	-0.31	7	0.00	-0.2	-0.03
21	-	-0.2	-0.51	7.5		0.0	+0.70
22	-0.17	-0.3	-0.09	8	-0.05	-0.1	-0.06
23	-0.20	-0.2	-0.20	9	+0.08	0.0	-0.09
23.5	-0.2		+0.07	10	+0.02	-0.1	-0.04
24	-0.19	-0.3	-0.23	10.5	-		+0.03
25	-0.19	-0.2	-0.25	11	-0.02	-0.2	-0.03
26	-0.07	-0.2	-0.59	11.5	-0.1		+0.19
26.5	-0.2		-0.42	12	-	-0.3	+0.04
27	-0.10	-0.1	-0.22	12.5	-0.3		+0.14
27.5	-0.1		-0.25	13	-0.09	-0.2	+0.10
28	-	-0.1	-0.33	14	-0.09	-0.2	-0.10
29	+0.01	-0.1	-0.23	15	-0.09	-0.2	-0.13
30	-0.04	-	-0.23	16	-0.11	-0.1	-0.15
30.5	0.0		-0.41	17	-0.02	-0.1	-0.06
Okt. 1	-0.06	-0.1	-0.10	17.5	-0.1		-0.05
1.5	-0.1		+2.68	18	-0.23	-0.3	+0.11
2	-	-0.1	-0.09	18.5	-0.1		+0.38
2.5	-0.1		+0.69				

B. Wanach.

Neue britische Erdbebenstationen.

Das britische Beobachtungsnetz hat eine wesentliche Erweiterung durch die Gründung der folgenden Stationen erfahren: 1. Woodbridge Hill, Guilford, England, 2. Cork in Irland, 3. St. Vincent auf den Kap Verde-Inseln, 4. Rio Tinto-Minen bei Huelva in Spanien, 5. St. Helena, 6. Ascension, 7. Fernando Naronha, 8. Mahé auf den Seychellen, 9. Cocos- oder Kiling-Inseln. In der unten stehenden Tabelle sind die geographischen Koordinaten und der Zeitpunkt des Beginns der Registrierung bei jeder Station angegeben. Zu den genannten kommen in allernächster Zeit die Stationen 1. in Cardiff, 2. auf den Fidschi- und 3. den Fanning-Inseln (etwa 3° 20' n. Br. und 159° 10' w. L. von Gr.), auf denen die Apparate schon aufgestellt sind. Der Direktor des meteorologischen Amtes in Argentinien, W. Davis, beabsichtigt ferner, mindestens drei neue Stationen zu errichten, und außerdem ist Aussicht vorhanden, daß eine Reihe von Stationen zu beiden Seiten des Atlantischen Ozeans in den Gebieten der britischen Kolonien Neu-Fundland, Bermuda, Barbados, Jamaica, Turks Island (Bahama-Inseln), Br.-Guayana und -Honduras, Falkland-Inseln und an der Gold-Küste errichtet wird. Für Bermuda ist bereits ein entsprechender Beschluß gefaßt. Als eine dankenswerte Verbesserung ist es endlich zu bezeichnen, daß die Instrumente der bereits bestehenden Stationen in Edinburgh, Lima, Stonyhurst, San Fernando und Adelaide mit neuen Registrierapparaten ausgestattet sind, bei denen sich das Papier mit 240 mm Geschwindigkeit in der Stunde fortbewegt.

Tabelle.

Station	Koordinaten		Beginn der Registrierung
	φ	λ	
1. Woodbridge Hill, Guilford, England . .	51° 15' N	0° 35' W	Januar 1., 1910
2. Cork, Irland	51 53 ..	8 28 ..	„ 4., 1912
3. St. Vincent, Kap Verde-Inseln	16 30 ..	24 — ..	November 15., 1910
4. Rio Tinto-Minen, Huelva, Spanien . . .	37 46 ..	6 38 ..	Januar 1., 1911
5. St. Helena	15 59 S	5 43 ..	Februar 18., 1911
6. Ascension	7 57 ..	14 21 ..	November 9., 1910
7. Fernando Naronha	3 50 ..	32 25 ..	März 24., 1911
8. Mahé, Seychellen . .	4 05 ..	55 05 E	Juni 1., 1911
9. Cocos, Kiling-Inseln	12 12 ..	96 54 ..	Januar 1., 1911

E. Rudolph.

Bemerkenswerte Erdbeben.

Die Erdbeben in Deutsch-Südwestafrika während der Zeit vom Juni bis September 1913. Die Organisation des Erdbebenbeobachtungsdienstes in diesem seismisch wichtigen Gebiete hat einen sehr erfreulichen Aufschwung genommen, indem der Kaiserl. Gouverneur von Deutsch-Südwestafrika nicht allein eine Seismometerstation in Windhuk einrichtete, sondern auch zahlreiche Beobachter im ganzen Lande gewann. Alle diese Beobachtungen werden nach dem von der Kaiserl. Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg ausgearbeiteten Schema angestellt und diesem Institute sogleich abschriftlich mitgeteilt. Wie wichtig ein solcher gut organisierter Dienst gerade in Deutsch-Südwestafrika ist, geht am besten aus der nachfolgenden Bebenliste hervor:

15. Juni, 17^h 20^m Greenw. Zeit: Omaruru V—VI; Otne V; Etendero (Omaruru) IV—V; Eausiro, Otjompaue IV; Karibib, Onguati (Karibib) schwach; Ombu, Okombahe nicht gefühlt, nur gehört; Kalkfeld nicht gefühlt.
15. „ 22^{1/4}^h : Omaruru IV; Otjompaue schwach.
20. „ 4^h : Ojimbingwe (Karibib) IV.
20. „ 17^h 03^m: Nakob (Warmbad) und Nachbarorte III—IV.
2. Juli, 21^{1/4}^h : Waldau (Okahandja) IV—V; Okokoara (Karibib).
3. „ ca. 4^h : Waldau (Okahandja), Omaruru ca. IV—V.
7. „ 10^h 04^m: Seßfontein (Outjo).
7. „ 12^h 14^m: Seßfontein.
29. „ 10^h 19^m: Omaruru III.
29. „ 11^h 26^m: Warmbad III—IV.
1. August, 19^h : Ernsthausen (Waldau), Osona (Okahandja), Waldau (Okahandja), Ojimbingwe, Gochayanas (Rehoboth) VI.
- „ „ Okapehuri, Otjosazu, Okasise, Otjiamongambe N, (Okahandja), Karibib, Okapaue Khan (Karibib), Windhuk V.
- „ „ Okanakondie, Salem, Erova, (Karibib), Otjisanona (Windhuk), Ongongbomber ombugongga, Komarani, Otutundu, Otjihavera, Onguati, Gr. Barmen, Okawaijo IV—V.
- „ „ Pristelwitz, Okombahe (Omaruru), Dunkerhuk, Ukuib, Kaldenhausen, Usakos, (Karibib), Okabjemiss (Okahandja), Keres, Otjesewa, Okatumba, Paulinenhof (Windhuk), Kupferberg, Aub (Rehoboth) IV.
- „ „ Blohmtal (Karibib), Brakwater (Windhuk), Duesterbrock, Otjozonyati (Okahandja), Okahandja, Donkersand III—IV.

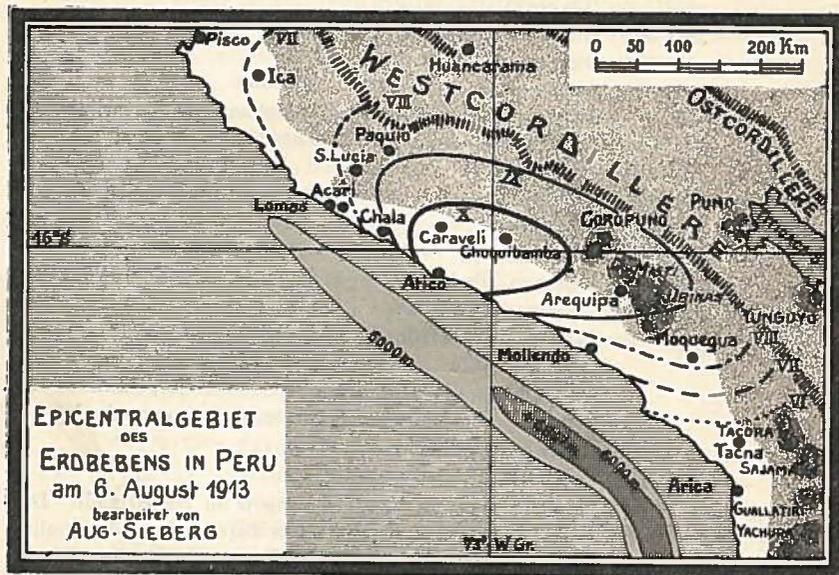
1. August, 19^h : Us (Rehoboth), Okakoara, Erongo, Ameib b. Usakos (Karibib), Neudamm, Darisberg b. Duesterbrock, Teufelsbuch, Brakwater, Hohewarte, Goldücker b. Ojimbingwe, Lievenberg.
2. August, 5^h 20^m: Okapaue Khan III; Windhuk, Ojimbingwe.
2. „ 17^{3/4}^h : Okapehuri (Okahandja), Pristelwitz (Omaruru) III; Ukuib, Kaldenhausen II—III; Gr. Barmen, Okahandja, Okakoara, Okanakondie.
2. „ 18^{3/4}^h : Dunkerhuk (Karibib).
2. „ 22^{1/2}^h : Okapehuri.
3. „ 22^h : Salem (Karibib) IV; Okakoara.
6. „ 9^h : Okakoara.
7. „ 10^h : Okakoara.
7. „ 14^h 50^m: Gr. Barmen schwach; Okakoara.
7. „ 16^h 20^m: Okakoara.
7. „ 16^h 40^m: Okakoara.
7. „ 19^{1/2}^h : Rüdenu (Okahandja) IV—V; Kaldenhausen (Karibib) IV; Gr. Barmen schwach; Okakoara.
15. „ 2^h 40^m: Okakoara.
15. „ 2^h 43^m: Okakoara.
15. „ 3^h 00^m: Okakoara.
15. „ 4^h 13^m: Okakoara.
31. „ ca. 11^h : Rüdenu (Okahandja) V; Ernsthausen (Waldau) IV; Osona (Okahandja) III—IV.
2. September, 20^{1/2}^h: Wittesheim (Windhuk) VI; Windhuk V—VI; Usakos, Otjosazu, Rüdenu, Osona, Ukuib (Karibib) IV—V; Okasise, Okahandja, Ojimbingwe, Paulinenhof, Günthers Au, Karibib, Okatjemise, Hohewarte, Otjiamongombe N., Onguati IV; Wilhelmstal stark.
2. „ 21^{1/2}^h: Gr. Barmen.

Wie man sieht, handelt es sich um Erschütterungen im Damarlande. Das Grundgebirge, also der Sockel des südwestafrikanischen Tafellandes, vornehmlich Gneis und kristalline Schiefer unbestimmten Alters, die man unter dem Namen südafrikanische Primärformation zusammenfaßt, sind im Damarlande von tiefgreifenden Störungen betroffen. Allerdings sind heutzutage diese Störungen kaum im einzelnen bekannt, ausgenommen eine der Küste annähernd gleichlaufende Spalte, auf der im Omarururevier und bei Windhuk zahlreiche heiße Quellen emporsteigen. Es hat sich bereits gezeigt, daß bei Erdbeben im allgemeinen die Intensität mit der Annäherung an diese Quellspalte zunimmt.

Zerstörendes Erdbeben im mittleren Peru am Abend (etwa 17^h 20^m) des 6. August 1913. Über dieses Erdbeben, das von den Seismometern der europäischen Stationen kurz vor 22^{1/2}^h Greenwichzeit gut aufgezeichnet wurde, sind der Kaiserl. Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg i. E. seitens der deutschen Konsularbehörden genaue Nachrichten aus 34 Orten zugegangen. In der Hauptsache beziehen sich die Beobachtungen auf

das stark erschütterte Gebiet; doch liegen auch einzelne Angaben vor, die erkennen lassen, welche ungeheure Ausdehnung das Erdbeben hatte. Der nördlichste Ort, von dem Bebenwirkungen bekannt geworden sind, Chiclayo, ist vom Epizentralgebiet rund 1500 km entfernt, der südlichste, Taltal mit Intensität IV. Grad, 1200 km. Die Zone (siehe die beigegebene Übersichtskarte) mit Erschütterungen \geq VIII. Grad zieht sich von Santa Lucia und Paquia im NW bis Moquegua im SE hin, entsprechend einer Länge von mehr als 500 km; das pleistoseiste Gebiet mit Erschütterungen vom X. Grad mißt mindestens 200 km in der Länge.

Die am meisten betroffenen Orte waren Atico, Barranco, Caravelí, Chuquibamba, Montoya, Quicacha, San Pedro; sie sind so gut wie vollständig zerstört worden, sodaß tausende von Menschen obdachlos wurden. Sonst sind noch mehr



oder minder große Gebäudeschäden angerichtet in den Orten Acari, Arequipa, Chala, Coracora, Moquegua, Paquia, Santa Lucia.

Das Epizentralgebiet umfaßt die Ostabdachung der peruanischen Westkordillere und den ihr vorgelagerten Küstenstreifen. Über den dort herrschenden tektonischen Aufbau sind wir zwar noch völlig im Unklaren; aber soviel läßt sich wenigstens aus den Karten herauslesen, daß wir es hier mit einem gewaltigen Bruchgebiet zu tun haben. Die jungen Falten der Westkordillere, die hier im Cerro de Ampato fast 7000 m Seehöhe erreichen und mit Gipfeln von etwa 5000 m in nordwestlicher Richtung weiterziehen, senken sich in den breiten Stufen der Pampas allmählich zur Küste ab. Dicht vor der Küste liegt ein schmaler ozeanischer Graben mit Tiefen von mehr als 4000 m, die stellenweise fast 7000 m erreichen. Wir haben hier, auf dem Bruchrande des Pazifischen Beckens, die ganz enormen Niveauunterschiede von 11–13 km auf etwa 150 km Horizontalabstand. Daß die Herausbildung derartiger Niveauunterschiede nur bei

völliger Schollenzerstücklung des dazwischen liegenden Landes möglich ist, leuchtet ohne weiteres ein. Den augenfülligen Beweis für diese Annahme haben wir in den beiden isolierten Vulkanbezirken von Arequipa und Coropuno, die nach A. Stübel 5 bzw. 2 Eruptionszentren besitzen, darunter als tätige den Misti (5800 m) und den Ubinas; weiter landeinwärts, gleichfalls parallel der Gebirgsachse streichend, befinden sich am Titicaca-See noch die Vulkangebiete von Puno und Yunguyo. Die Bruchlinien, denen die beiden zuerst genannten Vulkangebiete aufsitzen, gehören dem Epizentralgebiete an. Auf ihnen haben schon mehrfach verheerende Erdbeben stattgefunden, so diejenigen, die 1868 und 1877 Arequipa in Trümmer legten. Auch in diesem Falle dürfte es sich, trotz der großen Nähe der Vulkane, lediglich um tektonische Erdbeben gehandelt haben, zumal sich die Vulkane völlig ruhig verhielten. In den Erdbebenberichten heißt es ausdrücklich, daß man vom Pic des Misti und des Charchani „inmensas nubes de tierra“ aufsteigen sah, begleitet von kanonendonnerartigem Lärm, der 13 Minuten anhält; es handelte sich also zweifellos um Erdbeben, die Staubwolken aufwirbelten. Dem Hauptstoß folgten noch eine Reihe von Nachbeben, darunter nicht weniger als 125 innerhalb 48 Stunden in Caravelí.

A. Sieberg.

John Milne.

Mit John Milnes Hinscheiden gehört der Beginn der modernen Erdbebenforschung der Geschichte an.

Das grundlegende Werk Robert Mallets, „The great Neapolitan Earthquake of 1857“, welches 1862 erschien, enthält bereits alle Elemente der wissenschaftlichen Seismologie, aber besonders beachtenswert, weil dem neuen Wissenszweige den Stempel selbständiger Wissenschaft aufprägend, macht es der große Ausblick, der in den Worten ausgedrückt erscheint: „Seismology is chiefly to be viewed and valued as the instrument by which a knowledge of the deep interior of our planet will be attained.“

Das „Wort“ war da, aber es fehlt noch an geeigneten Instrumenten, welche zuverlässiger, als geistreiche Folgerungen aus zufälligen, plumpen Spuren vergangener Beben, berichten, und vornehmlich an der Erkenntnis, daß die werdende Wissenschaft aus dem engeren Rahmen regionalen Interesses herausgehoben werden kann, um Weltbedeutung zu gewinnen.

Milne war es vergönnt, dies reiche Erbe anzutreten und Mallets herrliches Programm bis zu Ende zu führen.

Antrieb und die noch fehlende Erkenntnis kommen dem 25jährigen Milne schon am Beginne seiner Lehrtätigkeit als Professor des Bergwesens und der Geologie am Imperial College of Engineering in Tokio. Zunächst mit mineralogischen, kristallographischen und geologischen Arbeiten beginnend, wendet er seinen Blick bald auf die Vulkanologie, und durch vorhergehende Reisen in recht unwirtlichen Gegenden geschult, unternimmt er vulkanologische Expeditionen nach Japans Nachbarinseln.

Doch waren es die im Tagesdurchschnitt auf vier steigenden Beben Tokios, welche über Milnes wissenschaftliche Tätigkeit, der er 35 Jahre lang treu bleiben sollte, entschieden. Schon um 1880 werden mustergültige und sehr vollständige

Fragebogen versendet und so der Grund eines ausgedehnten Erdbebennetzes und der Japanischen Seismologischen Gesellschaft gelegt. Jahrelang freilich mußte Milne von sich sagen: „I am the Seismological Society, and I write, as well as edit, the Journal“, aber seine Willensstärke siegte über jedes Hindernis. In einem geschichtlichen Rückblicke auf die Tätigkeit Japans im Erdbebenwesen schildert Baron Kikuchi Milne mit Worten, wie man sie nicht besser wählen könnte, als den Mann, „who by his infectious enthusiasm and untiring energy has done more than any other to stimulate interest in, and to advance the systematic study of the phenomena“. Eine kleine Garde japanischer Beobachter und Gelehrter wuchs heran, welche der Ausbreitung der Erdbebenkunde auch vom fernen Osten her Anstoß gab.

Nun entstehen auch an Stelle veralteter und der erforderlichen Genauigkeit nicht mehr gewachsener Instrumente eine Folge neuer Apparate, und Milne konnte aus deren Aufzeichnungen schon 1883, mehrere Jahre vor der Entdeckung Rebeur-Paschwitzs, voraussehen, daß Erdbebenstöße bis zum Antipodenpunkte des Herdes fühlbar sein werden.

Hiermit war Mallets Werk zur Weiterbildung reif, und man darf glauben, daß Mallet nicht ohne diese Hoffnung im Jahre 1881 verschied. Milne schreibt wenigstens im Vorworte seiner „Earthquakes and other Earthmovements“ (London 1883), das 1880 wiedergesetzt wurde: „the writer to whom I am chiefly indebted is Mr. Robert Mallet“.

Das nahe tausendmaschige makroseismische Netz Japans und einige instrumentell gut bedachte Erdbebenwarten lieferten zunächst Milne das Beobachtungsmaterial, an der Hand dessen er den meisten, zum Teil auch heute nicht gelösten Fragen der Erdbebenforschung näher trat. Wenn das Ergebnis seiner Untersuchungen, entsprechend dem Lose jeder menschlichen Tätigkeit, auch nicht immer endgültige Lösung ist, enthält es doch vieles, was die Frage klärt und späteres Gelingen hoffnungsvoll in Aussicht stellt.

Japan verdankt ihm gute Erdbebenkarten des Landes, ja sogar Karten des seismischen Verhaltens sehr beschränkter Bezirke, zum Beispiel der verschiedenen ausgesetzten Stadtteile Tokios. Seine selbstverfaßten japanischen Kataloge ergeben die Verteilung der seismischen Tätigkeit im Inselreiche nach Raum und Zeit, von der säkularen bis zur täglichen Periode untersucht. Die Bebenhäufigkeit wird gegen die meteorologischen Elemente abgewägt, mit einer Vollständigkeit, welche selbst die Luftelektrizität mitumfaßt. Ihr Zusammenhang mit der Tektonik des Landes führt ihn auf vulkanische Ansichten, denen er lebenslang treu bleibt, aber auch zu der Erkenntnis, daß Orte starker säkularer Senkung oder Hebung bebenreicher sind. Untersuchungen über Kabelbrüche geben nicht minder wertvolle Aufschlüsse über den Brütöfen der Beben.

Alle Begleiterscheinungen der Beben werden sorgfältig gesammelt, gesichtet und sogleich für geologische Schlüsse verwertet: Erdbebengeräusche, angebliche Lichterscheinungen, sichtbare Bodenwellen, Beeinflussung magnetischer Elemente. Die Folgerung, daß Einwirkungen nur dort nachweisbar sind, wo starke Schwereanomalien vorkommen, ist auch für die Zukunft bedeutungsvoll, und gleicherweise die aus künstlichen Erdbeben gewonnene Erkenntnis, daß Erdströme beeinflusst werden.

Da in makroseismischen Beobachtungen viel Subjektives mit unterläuft, versucht Milne in seinen „Earthquake Effects, Emotional and Moral“ unter an-

dem auch die Zuverlässigkeit der Zeugenaussagen zu untersuchen. Einige Gedanken widmet er auch dem Einfluß häufiger Erdbeben auf den Nationalcharakter und die Nationalökonomie.

Daß in einem Lande wie Japan die Erdbebenforschung von Anbeginn ab ins praktische Leben übergreift, ist selbstverständlich. So finden wir denn Milne schon recht bald mit ausgedehnten Studien befaßt, welche den Einfluß der Erdbeben und in Erdbebenländern auch der Tektonik des Bodens auf Baulichkeiten darlegen. Von tieferem Interesse sind hierbei die Erkenntnis verschiedener Bewegungsphasen in engbeschränkter Nachbarschaft, der Abnahme der Intensität mit der Tiefe, daher Notwendigkeit tiefer Fundierung, die Detailuntersuchungen des Tokioer Bodens und die Wahrnehmung des Gürtels des „gefährlichen Emergenzwinkels“. Ein nahe verwandter Gedanke führte später zu Duttons Herdtiefebestimmung. In diesen Kreis von Untersuchungen gehören auch die von Milne angebahnten Eisenbahnstudien.

Die auf Mikroseismologie Bezug habenden Arbeiten Milnes sind nicht weniger mannigfaltig und fruchtbar; sie werden eingeleitet durch Erfindung oder Verbesserung von empfindlichen Seismographen. Der Typus, bei welchem Milne stehen bleibt, ist das Horizontalpendel, welches später mit Unterstützung der British Association for the Advancement of Science in etwa vierzig Erdbebenwarten britischer Kolonien eingeführt wird. Dieses wundervoll organisierte und sozusagen unter Milnes persönlicher, wachsamer Aufsicht stehende Netz ermöglichte es allein, daß die Internationale Seismologische Association so bald nach Rebeur-Paschwitzs von Gerland wiederaufgenommenem Vorschlage ins Leben treten konnte.

Der einzige Vorwurf, den man diesen weitverbreiteten Instrumenten heute, da uns nach Erkenntnis der Natur der fortgepflanzten Wellen bereits Einzelheiten des Seismogramms interessieren, machen kann, ist die geringe Registriergeschwindigkeit und der Mangel einer Dämpfungsvorrichtung. Milne verschloß sich keineswegs dem Gedanken einer Abänderung: bereits im Report of the British Association 1895 weist er auf den ersteren Mangel hin, und gerade in letzter Zeit, besonders nach der in Manchester stattgehabten Tagung der Internationalen Seismologischen Association, beschäftigte ihn auch die Frage der Dämpfung seiner Pendel.

Die erste Lesung und Analyse eines Seismogramms gibt harte Rätsel auf. Und doch beschäftigt sich Milne bereits mit der Natur der auftretenden Wellen, mit der schwierigen Frage der Neigungswellen, der durchdringenden und Oberflächenwellen, Interferenz- und Reflexionserscheinungen. Die Abnahme der Amplitude mit wachsender Epizentralentfernung führt ihn bereits in das Gebiet der dynamischen Seismologie hinüber, und die unter denselben Umständen zunehmende Dauer der Erschütterung berührt die Erklärung der Kontinuität des Seismogramms, vielleicht sogar die Frage der Dispersion seismischer Strahlen. Er findet Methoden zur Bestimmung des Epizentrums, und schließt aus der nahen Gleichzeitigkeit des Eintreffens der Wellen im Epizentralgebiete auf Bewegung ganzer Schollen. Heute wissen wir wohl, daß diese nahe Gleichzeitigkeit wohl auch aus einer Grundgleichung der Seismologie selbst für den Fall punktförmiger Herde eintritt.

Rege Aufmerksamkeit schenkt er den mikroseismischen Bewegungen und ihren Beziehungen zu meteorologischen Elementen und dem Untergrunde, auf

dessen Natur er geschickt auch durch Vermittelung anderer seismischer Daten, zum Beispiel der Richtung der Ausbiegung der Erdteilchen, schließt.

Eine seiner schönsten Entdeckungen ist aber wohl der schon 1893 erkannte Zusammenhang der Polbewegung mit der Häufigkeit großer Beben, ein Gedanke, auf den zwei Jahre später aus theoretischen Gründen auch ich verfiel. Wenn es gelingt, den auf Erdbeben entfallenden Bewegungsteil, sei es Größe oder Richtung der Bewegung, von dem normalen Gange abzutrennen, dann hat man ein hübsches Mittel zur Bestimmung der absoluten Stärke des Bebens gewonnen. Mein in dieser Richtung gemachter erster Versuch ist nicht aussichtslos geblieben.

Und so nähert sich Milne immer mehr und mehr dem der Seismologie von Mallet gesteckten Ziele. Die Diskussion der Seismogramme der Fernbeben führt zum Abschätzen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen in verschiedenen Tiefen, und hiermit, dank der Elastizitätslehre, zu der Kenntnis zweier wichtigen Konstanten, das heißt zur Kenntnis des Zustandes des Erdinneren selbst.

Wenn man vor Augen behält, daß das Eintreffen der Bebenwellen durch fast jedwede Theorie gleich gut dargestellt wird, wird man die Schlüsse Milnes, sowie die analogen Folgerungen anderer Forscher nicht als endgültig betrachten. Erst die direkte Beobachtung des Emersionswinkels wird in dieser Frage Klarheit schaffen. Dies aber zieht nichts ab von dem Verdienste Milnes, als erster der Lösung dieser überaus schweren Frage näher getreten zu sein.

Milne zog sich von seiner Lehrtätigkeit in Tokio im Alter von 45 Jahren zurück, um wieder in die Heimat zurückzukehren. Er gründet in Shide, auf der Insel Wight, nahe einer alten Bebenlinie, sein berühmt gewordenes Observatorium, und von seiner unermülichen Tätigkeit legen die Reports der British Association beredtes Zeugnis ab. Seine letzte Schrift war vielleicht ein Nachruf, den er seinem nur wenige Monate vor ihm verblichenen treuen Mitarbeiter Shinobu Hirota weihte.

Milne nahm an der im Jahre 1903 zu Straßburg gehaltenen zweiten Internationalen Seismologischen Konferenz persönlich Teil und hat daher mit vollem Rechte als Mitbegründer der Internationalen Seismologischen Assoziation zu gelten. Seine bescheidene Zurückhaltung verschaffte wenig Auserlesenen das Glück engerer Berührung, und doch entzückte seine ungesuchte Lebenswürdigkeit selbst Kinder, die seine Warte nicht selten besuchten. Die im Jahre 1911 in Manchester gehaltene vierte Tagung der Internationalen Seismologischen Assoziation, der er mit dem größten Interesse beiwohnte, suchte ihn seiner Bescheidenheit angemessen zu ehren, und seine Ansprache, die während des Abschiedsmahles unser Aller Herzen gewann, wird allen Teilnehmern im Gedächtnis bleiben.

Am 31. Juli schloß ein Leben ab, welches — eine seltene Gabe des Schicksals — eine neue Wissenschaft entstehen sah, dieselbe großzog, deren Weltverbreitung möglich machte und deren Weltverbreitung sich in voller Geisteskraft noch freuen durfte.

R. von Kövesligethy.