## MITTEILUNGEN

des Zentralbureaus der Internationalen Seismologischen Assoziation Nr. 4.

# Allgemeines Nomogramm für die Bestimmung des Epizentrums.

Von

E. Rudolph und S. Szirtes.

Mit 3 Figuren im Text und Tafel III-V.

Die Bestrebungen, welche sich in der jüngsten Zeit in der Seismologie geltend gemacht haben, gehen einerseits dahin, die geographische Verteilung der Epizentren von Großbeben kartographisch darzustellen, die einen Zusammenhang zwischen der Lage der Epizentren und dem Bau der Erdrinde erschließen läßt, andererseits eine Laufzeitkurve zu konstruieren, welche auf besseren Beobachtungen beruht als die bisher bestehenden. Beide Bemühungen haben zur Voraussetzung, daß für eine große Zahl von Störungen die Lage des Epizentrums nach den geographischen Koordinaten möglichst genau bestimmt wird. Das bisher allein übliche rechnerische Verfahren zur Bestimmung des Epizentrums ist sehr zeitraubend, ihre Anwendung würde sich nur bei einem Beobachtungsmaterial von einer Genauigkeit lohnen, wie sie beim gegenwärtigen Stande der Seismologie nicht erreicht werden kann. Es hat sich daher seit einiger Zeit das Bestreben geltend gemacht, die Berechnungsmethoden durch graphische zu ersetzen, welche einen geringeren Aufwand an Zeit erfordern und deren Ergebnis dem an Genauigkeit nicht nachsteht, welches man auf rechnerischem Wege erlangt. Unter den graphischen Methoden selber besteht natürlich ein Unterschied hinsichtlich der erreichbaren Genauigkeit und es ergibt sich daraus von selber, daß man für den gewünschten Zweck dasjenige graphische Verfahren anwendet, welches auf Grund des gegebenen Beobachtungsmaterials das beste Resultat liefert.

Am einfachsten gestaltet sich die Ermittlung der Lage des Epizentrums auf einem Globus, dessen Größe und Herstellung derart sein müssen, daß eine hinreichende Genauigkeit beim Messen gesichert ist. Die Stationen, deren Beobachtungen am meisten zur Verwendung kommen sollen, sind ihrer Lage nach durch kleine Löcher markiert, in welche man einen Stellzirkel stecken kann. Um diese Stationen schlägt man mit den gefundenen Epizentralentfernungen als Radien Kreise, deren Schnittpunkt das Epizentrum ist; sollte sich kein Schnittpunkt ergeben, so wird der Schwerpunkt der Schnittflüche als Epizentrum angenommen. Die geographischen Koordinaten dieses Punktes bestimmt man aus

dem Gradnetz, welches auf dem Globus gezeichnet ist. Bei diesem Verfahren werden die Epizentralentfernungen in der Weise gefunden, daß man aus einer Laufzeitkurve die der Differenz S-P entsprechende Entfernung entnimmt. Da bekanntlich das Eintreffen der Transversalwellen S bei vielen Störungen sich nicht mit hinreichender Sicherheit dem Seismogramm entnehmen läßt, so kann man mit Vorteil auch die Eintrittszeiten der longitudinalen P-Welle für den genannten Zweck verwenden, wenn für eine der benutzten Stationen die Epizentralentfernung bekannt ist. Selbstverständlich macht sich der eventuelle Fehler, welcher dieser einen Epizentralentfernung zukommt, bei allen weiteren Ableitungen von Epizentralentfernungen bemerkbar. Um dies zu vermeiden, führt C. Zeißig1) die Konstruktion des Epizentrums für zwei Näherungswerte der Epizentralentfernung aus, nämlich für einen größeren und einen kleineren als die wahrscheinliche, dadurch erhält man zwei Punkte, auf deren Verbindungslinie das Epizentrum liegen muß. Verwendet man ein zweites Paar von Stationen. so erhält man eine zweite Linie, deren Schnitt mit der ersteren das Epizentrum eindeutig liefert. Zur Erleichterung dieses Verfahrens hat C. Zeißig Tabellen entworfen, welche die Differenzen der Epizentralentfernungen für je zwei Stationen enthält; die Argumente, mit denen man in die Tabelle einzugehen hat, sind einerseits die Differenzen der Eintrittszeiten und andererseits der kleinere Wert der Epizentralentfernungen.

Sehr geeignet für unseren Zweck ist auch die stereographische Polarprojektion, deren Vorteil darin besteht, daß alle Kreise bei ihr wieder als Kreise
dargestellt werden. Diese Methode ist von E. Rosenthal<sup>2</sup>) und O. Klotz<sup>3</sup>)
ausgebildet und hat zur Voraussetzung die Kenntnis derselben Elemente wie die
eben besprochene Methode. Denken wir uns den mit einer beliebigen Epizentralentfernung um eine Station auf dem Globus geschlagenen Kreis in eine stereographische Polarprojektion übertragen, so ist die Frage, wo der Mittelpunkt des
Kreises auf dieser zu suchen ist und mit welchem Radius der Kreis geschlagen
werden muß. Der Mittelpunkt des Kreises liegt auf dem Meridian der betreffenden

Station und der Abstand d vom Pol ergibt sich aus der Formel  $d = \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi + \cos \varDelta}$ 

Der Radius r des Kreises wird nach der Formel  $r=\frac{\sin \varDelta}{\sin \varphi + \cos \varDelta}$  gefunden. Hierin bedeuten  $\varphi$  die geographische Breite der Station und  $\varDelta$  die Epizentralentfernung. Sind in dieser Weise für drei Stationen drei Kreise geschlagen, so verbindet man den Pol mit dem gewonnenen Schnittpunkt und liest an dem in Grade eingeteilten Rande der Projektion die geographische Länge des Epizentrums ab. Die Entfernung des Schnittpunktes vom Pol gibt nach dem Ausdruck tg  $(45^{\circ} - \frac{1}{2} \varphi_{\theta})$  die geographische Breite des Epizentrums. Mit den genannten Formeln hat O. Klotz für eine Reihe von wichtigen Stationen die Werte von

d und r zu verschiedenen Epizentralentfernungen berechnet, wodurch die Benutzung der Methode wesentlich erleichtert wird.

von der Kenntnis des sphärischen Abstandes zweier Stationen und entweder der

Ein anderes graphisches Verfahren, welches von C. Zeißig1 herrührt, geht

Epizentralentfernung dieser Stationen aus, oder benutzt die Eintrittszeiten der Longitudinalwellen auf diesen Stationen zur Ermittlung der Herdentfernungen, wenn die Entfernung einer Station vom Epizentrum bekannt ist. Aus diesen Größen können mit Hilfe der Laufzeitkurve für die ersten Vorläuferwellen die Epizentralentfernungen gefunden werden. Aus dem Dreieck, dessen Ecken durch die beiden Stationen und das Epizentrum bestimmt werden, läßt sich der Winkel α an der einen Station, Richtungswinkel genannt, weil er die Richtung des Epizentrums von der einen Station in bezug auf die andere angibt, durch folgende Formel finden:  $\cos \alpha = \frac{\cos \mathcal{L}_2}{\sin \mathcal{L}_1 \sin e} - \cot \mathcal{L}_1 \cot \mathcal{L}_2$ . Hierin bedeuten  $\mathcal{L}_1$  und  $\mathcal{L}_2$ die Entfernung der Stationen vom Epizentrum und e den sphärischen Abstand der Stationen von einander. Um den Richtungswinkel sofort entnehmen zu können, hat Zeißig für Jugenheim und mehrere Stationen Tafeln entworfen, welche sowohl von Jugenheim aus, als auch von einer der andern Stationen, aber in diesem Falle nur in Verbindung mit Jugenheim, benutzt werden können. Aus dem Richtungswinkel sowie dem berechneten, alsdann ein für allemal bekannten Azimut der benutzten Station ergibt sich das Azimut des Epizentrums, und zwar eindeutig, wenn mit mehreren Stationen gerechnet ist, dagegen zweideutig, wenn nur eine Station berücksichtigt wird. Für die notwendige Verwandlung des für das Azimut und die Epizentralentfernung gefundenen Wertes in geographische Koordinaten hat Zeißig wieder die graphische Methode verwendet und zwei weitere Tafeln entworfen, von denen die eine zum Aufsuchen der geographischen Breite, die andere zum Bestimmen der geographischen Länge des Epizentrums dient. Es muß aber ausdrücklich bemerkt werden, daß die beiden zuletzt genannten Tafeln zum Aufsuchen der geograhpischen Koordinaten des Epizentrums nur für Jugenheim benutzt werden können, während die erstgenannten nicht bloß für Jugenheim, sondern auch für diejenige Station Gültigkeit haben, welche für den Zweck herangezogen wird. Die Umwandlung der Polarkoordinaten des Epizentrums in geographische Koordinaten kann auch erfolgen unter Benutzung einer Weltkarte in Merkatorprojektion, in welche die Azimute und gleiche Entfernungen für die in Betracht kommende Station eingetragen sind. Eine derartige Karte im Maßstabe 1:140 Millionen hat zuerst G. Grablovitz für mehrere Stationen entworfen. Um eine größere Genauigkeit der Orientierung zu ermöglichen, hat E. Tams2) für Hamburg in eine Merkatorkarte mit dem Äquatorialmaßstabe 1:80 Millionen die Linien gleicher Azimute von 10 zu 10° und gleicher Entfernung von 1000 zu 1000 km eingetragen und außerdem die ganze Karte mit 2° Feldern versehen. Für die Bestimmung des Epizentrums von Beben mit einer Epizentralentfernung

<sup>1)</sup> Tabelle zum Bestimmen der Epizentren von Erdbeben aus den Ankunftszeiten mehrerer Stationen. Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Großh. Geolog. Landesanstalt zu Darmstadt. IV. 1912, 33. S. 68.

<sup>2)</sup> Bestimmung des Epizentrums des nordpazifischen Bebens vom 17. Aug. 1906. Nachr. der Seism. Kommission. II (2). Nr. 2. St. Petersburg.

<sup>3)</sup> Über die stereographische Methode zur Herdbestimmung von Erdbeben. Gerlands Beitr. zur Geophysik, Bd. XI. Leipzig 1912.

<sup>1)</sup> Zwei graphische Methoden der Herdbestimmung von Erdbeben. Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. XI, Heft 2/4. Leipzig 1912.

Die seismischen Registrierungen in Hamburg vom 1. Januar 1910 bis zum
 Dezember 1911. Mit 3 Tafeln. Jahrbuch der Hamburgischen wissenschaftlichen Anstalten. XXIX, 1911. Hamburg 1912.

Mitteilungen.

von nur 3-4000 km hat Tams ebenfalls für Hamburg eine Karte in Lamberts flüchentreuer Azimutalprojektion im Maßstabe von 1:15 Millionen benutzt, in welche die Azimute von 10 zu 10° und die Äquidistanten von 500 zu 500 km eingetragen sind. Zur raschen Lokalisierung des Epizentrums ist die Karte mit 1° Feldern versehen.

In der Merkatorprojektion sind bekanntlich sowohl die Azimute wie die Äquidistanten Kurven, welche teilweise mehrfach gekrümmt sind. Die Unbequemlichkeiten, welche hierdurch mit der Benutzung der Karte verbunden sind, haben uns veranlaßt, eine mittabstandstreue Azimutalprojektion mit Straßburg als Mittelpunkt zu konstruieren, in welcher die Azimute als gerade Linien von 10 zu 10° und die Äquidistanten als konzentrische Kreise von 1000 zu 1000 km erscheinen. Siehe Taf. III und IV. Um eine Verwirrung bei den Messungen zu vermeiden, sind die Azimute durch — • — bezeichnet und von Nord = 0° über Ost und West nach Süd = 180° gezählt, die Äquidistanten sind dagegen gestrichelt ---- und auf dem Ostazimut von 1—10 Megameter unterschieden; das Gradnetz ist in ausgezogenen feinen Linien dargestellt und nur der Äquator und der Nullmeridian sind stärker ausgezogen. Die wichtigsten Stationen sind durch Anfangsbuchstaben bezeichnet.

So unstreitig die Vorteile sind, welche die drei im Vorstehenden skizzierten graphischen Methoden für die Bestimmung des Epizentrums bieten, so läßt sich doch nicht verkennen, daß ihnen auch ein Nachteil anhaftet, welcher ihre praktische Verwendung erschwert, und darin zu sehen ist, daß Tabellen und Tafeln für die Stationen entworfen werden müssen, ohne welche eine Lösung der Aufgabe umständlich ist. Im folgenden wollen wir daher ein Verfahren 1) beschreiben. welches von allen Berechnungen absieht und das von jeder Station in gleicher Weise benutzt werden kann, ohne daß die Genauigkeit der Bestimmung derjenigen der andern Methoden nachsteht. Als Vorzug dieses neuen Verfahrens kann ferner die Tatsache hingestellt werden, daß, während die Methoden von Rosenthal-Klotz und Zeißig nur die Epizentrumsbestimmung zulassen, dieses außerdem die Messung der Epizentralentfernungen von beliebig viel Stationen gestattet, ein Vorzug, welcher besonders in den Fällen von unschätzbarem Nutzen ist, wo es sich um die Konstruktion von Laufzeitkurven handelt. Das Verfahren stützt sich auf die Benutzung des Nomogramms, welches zuerst von Maurice d'Ocagne<sup>2</sup>) konstruiert worden ist und dessen Prinzip hier kurz dargelegt werden soll.

Die Aufgabe geht dahin, die trigonometrische Lüsung dreier sphärischen Dreiecke zu liefern, von denen das erste gebildet wird durch zwei Stationen und den Pol, das zweite durch zwei Stationen und das Epizentrum und das dritte durch eine dieser Stationen, Pol und Epizentrum. Im ersten Dreieck sind gegeben die zwei Seiten zwischen dem Pol und Stationen und der eingeschlossene Winkel, d. h. der Längenunterschied der Stationen; gesucht wird die dritte Seite, d. i. die Entfernung der Stationen von einander, und die beiden andern Winkel, wovon der eine als Kontrolle benutzt werden kann. Im zweiten Dreieck wird aus den bekannten drei Seiten der Winkel an der einen Station

gesucht. Das dritte Dreieck liefert aus dem jetzt bekannten Azimut das Epizentrum und aus den Entfernungen zwischen Pol-Epizentrum und Pol-Station den Winkel am Pol und die dritte Seite, d. h. die Lünge und Breite des Epizentrums. Aus dem ersten Dreieck ergibt sich die Entfernung e der beiden Stationen von einander durch die Gleichung  $\cos e = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos t_e$ . Hierin bedeutet  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$  die geographische Breite der beiden Stationen,  $\cos t_e$  die Lüngendifferenz der Stationen. Diese Gleichung läßt sich durch das erwähnte Nomogramm lösen. Setzt man nämlich in die Gleichung  $\cos e = y$ ,  $\cos t_e = x$ ,  $\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 = b$  und  $\cos \varphi_1 \cos \varphi_2 = a$ , so geht die Gleichung über in die andere y = ax + b. Lassen wir den Wert von x zwischen +1 und -1 variieren, so wird für x = +1,  $y = \cos (\varphi_1 - \varphi_2)$ . Setzen wir x = -1, so wird  $y = \cos (\varphi_1 + \varphi_2)$ . Dadurch sind zur Konstruktion des Nomogramms zwei Argumente gegeben, zu denen als drittes  $\cos t_e = x$  tritt.

Das Nomogramm, von welchem Taf. V eine verkleinerte Wiedergabe enthält, stellt in Originalgröße ein Quadrat von 60 cm Seitenlänge dar, dessen vier Seiten den eingeschriebenen Kreis tangieren. Der Kreis ist in 360 Grade geteilt und die einander entsprechenden Grade je zwei benachbarter Quadranten sind durch eine Linie verbunden, welche über den Kreis nach beiden Seiten hinaus bis zum Schnittpunkt mit den Seiten des Quadrats verlängert ist. Auf diese Weise entsteht ein Netz von rechtwinklig sich schneidenden Linien, dessen Maschen nach den Rändern zu immer kleiner werden. An der oberen und unteren Quadratseite läuft die Gradzählung von links nach rechts von 0-180°, an dem rechten Rande von oben nach unten und am linken Rande von unten nach oben ebenfalls von 0-180°. Auf der senkrechten Mittellinie läuft die Zühlung vom Kreismittelpunkt nach oben und nach unten von 0-90°. Zu beiden Seiten dieser Mittellinie und ebenso senkrecht dazu bis zu 60° Abstand sind zum Zwecke einer genaueren Messung zwischen den Gradlinien auch noch im Abstande von je zwanzig Minuten feinere Linien gezogen. Um das Auffinden der Gradeinteilung in dem Netz zu erleichtern, ist jede fünfte Gradlinie stürker ausgezogen. In dem engeren Netzteil nach den Ründern hin ist in den nüchsten zehn Gradfeldern der halbe Grad noch durch eine Linie bezeichnet, in den weiter folgenden zehn nur der ganze Grad und endlich nur der fünfte.

Was die Benutzung des Nomogramms angeht, so wollen wir nicht unterlassen, auf eine Schwierigkeit aufmerksam zu machen, welche damit verbunden ist, die aber durch Übung zum großen Teil überwunden werden kann. Wie nämlich ein Blick auf das Nomogramm erkennen läßt, hat man es bei jeder Messung mit einer wechselnden Teilung zu tun, welche eine stets verschiedene Schätzung des abzulesenden Wertes zur Folge hat. Die Fehler, welche man bei der Benutzung des Nomogramms unter Umständen begeht, sind jedoch für seismologische Zwecke nicht so schwerwiegend, da zu bedenken ist, daß beim gegenwärtigen Stande der Seismologie überhaupt noch keine große Genauigkeit sowohl bei der Bestimmung der Epizentralentfernung als auch des Epizentrums zu erreichen ist. Diesem Umstande gegenüber kann der Vorteil nicht hoch genug angeschlagen werden, welcher darin besteht, daß das Nomogramm von jeder Station ohne weitere Rechnung zur Bestimmung des Epizentrums und der Epizentralentfernungen benutzt werden kann.

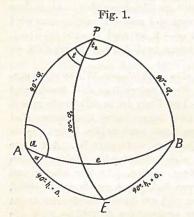
Wie wir gesehen haben, kann die Aufgabe, aus zwei Seiten und dem eingeschlossenen Winkel die dritte Seite, in unserem Falle die sphärische

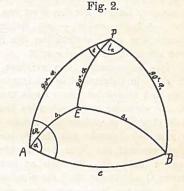
<sup>1)</sup> E. Rudolph und S. Szirtes: Nomographische Bestimmung des Epizentrums. Petermanns Geograph. Mitteil. 59. Gotha 1913. Okt.- u. Nov.-Heft.

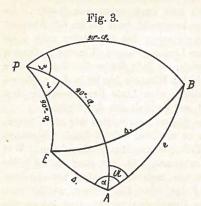
<sup>2)</sup> Traité de Nomographie, Paris 1899, S. 328.

Mitteilungen.

Entfernung e zweier Stationen, mit Hilfe des Nomogramms gelöst werden. Die nüchste Aufgabe geht nun dahin, aus dem ersten Dreieck APB das Azimut  $\mathfrak A$  der Station, und aus dem zweiten Dreieck ABE die Azimutdifferenz  $\alpha$  zu finden. Soll die Lösung dieser Aufgabe wieder durch den Kosinussatz erfolgen, so kann nach entsprechender Änderung der Argumente das Nomogramm in gleicher Weise benutzt werden. (Siehe Petermanns Geogr. Mitteilungen, 1913, H. S. 251.) Durch die beiden gefundenen Größen  $\mathfrak A$  und  $\alpha$  ist auch das Azimut A des Epizentrums gegeben, denn es ist je nach der Lage des Epizentrums relativ zu







den Stationen entweder  $A = \mathfrak{A} + \alpha$ , Fig. 1, oder  $A = \mathfrak{A} - \alpha$ , Fig. 2, oder endlich  $A = \alpha - \mathfrak{A}$ , Fig. 3. Damit wäre unsere Aufgabe soweit gelöst, als Azimut und Epizentralentfernung, d. h. die Polarkoordinaten des Epizentrums bekannt sind, es erübrigt nur noch dieselben in geographischen Koordinaten auszudrücken. Die geographischen Koordinaten des Epizentrums  $\varphi_0$  und  $\lambda_0$  erhalten wir, indem wir wiederum den Kosinussatz anwenden, aus dem dritten Dreieck AEP und deshalb gilt auch für diese das Nomogramm.

Das Messungsverfahren selber gestaltet sich zu einem rein mechanischen,

das sich auch ohne Kenntnis der vorstehenden Ableitungen ausführen läßt. Zu dem Zwecke sind auf den Kartenrand die verschiedenen Argumente geschrieben, mit denen man in das Nomogramm eingehen muß, und zwar sind diejenigen Argumente, welche zu ein und demselben Messungsverfahren gehören, mit der gleichen römischen Ziffer bezeichnet. Im ganzen sind fünf derartige Messungen erforderlich, um die geographischen Koordinaten des Epizentrums zu erhalten. Diese Zahl reduziert sich auf vier, wenn der Abstand zwischen den Stationen auf irgend eine Weise bekannt ist, auf drei, wenn auch das Azimut A der

Station, und endlich auf nur zwei, wenn das Azimut A des Epizentrums durch dynamische Analyse gefunden worden ist. An dem rechten Kartenrande steht stets bei jeder römischen Ziffer die Summe zweier bekannten Größen, ihr entspricht auf dem linken Rande die Differenz derselben Größen unter der gleichen römischen Ziffer. Außerdem steht daneben, durch ein Semikolon getrennt, eine weitere, teils bekannte, teils gesuchte Größe. Auf dem oberen und unteren Rande finden sich gleichlautend andere, teils bekannte, teils gesuchte Größen.

Es empfiehlt sich, den ganzen Verlauf des Messungsvorganges an einem Beispiel zu erläutern, welches auf dem Kartenrande mit einer kurzen Gebrauchsanweisung gegeben ist. Es gehört der neueren Zeit an und betrifft die Störungen vom 25. August 1906, welche um 11<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> und 13<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> in Addis Abeba, Abessinien, gefühlt worden sind. Erstere hatte eine mikroseismische Reichweite von 11700, letztere eine solche von 13400 km. Wir gehen von den beiden Stationen Straßburg und Taškent aus, deren geographische Koordinaten sind:

Straßburg:  $\varphi_1 = 48^{\circ}35'$   $\lambda_1 = 7^{\circ}46'$  Epizentralentfernung:  $\Delta_1 = 47^{\circ}15'$  Taškent:  $\varphi_2 = 41^{\circ}20'$   $\lambda_2 = 69^{\circ}18'$  Epizentralentfernung:  $\Delta_2 = 42^{\circ}05'$ 

I. Gegeben:  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  und  $t_e = \lambda_1 - \lambda_2$ . Gesucht: e sphärischer Abstand der beiden Stationen.

Lösung: Man bildet  $\varphi_1 - \varphi_2 = 7^{\circ}15'$ ,  $\varphi_1 + \varphi_2 = 89^{\circ}55'$  und  $t_e = -61^{\circ}32'$ , sucht die erstgenannten beiden Werte an der linken bzw. rechten Randskala auf und verbindet die erhaltenen Punkte durch eine Gerade. Dann geht man mit dem Werte von  $t_e$  in die obere oder untere Randeinteilung ein und zieht durch den erhaltenen Punkt eine Parallele zum senkrechten Kartenrand bis zum Schnitt mit der vorher gezogenen Geraden. Geht man vom Schnittpunkt parallel dem anderen Rande nach der links stehenden Skala, wo die Unbekannte e steht, so liefert die Ordinate den Wert von  $e = 42^{\circ}50'$ .

II. Gegeben: φ<sub>1</sub>, φ<sub>2</sub> und e. Gesucht: A.

Lösung: Man bildet  $\varphi_1 - (90^\circ - e) = 1^\circ 25'$ ,  $\varphi_1 + (90^\circ - e) = 95^\circ 45'$  und  $90^\circ - \varphi_2 = 48^\circ 40'$ , sucht die erstgenannten beiden Werte an der linken bzw. rechten Randskala auf und verbindet die erhaltenen Punkte durch eine Gerade. Dann geht man mit dem Werte von  $90^\circ - \varphi_2$  in die linke Randeinteilung ein und zieht durch den erhaltenen Punkt eine Parallele zum unteren oder oberen Kartenrand bis zum Schnitt mit der vorher gezogenen Geraden. Geht man vom Schnittpunkt parallel der Senkrechten nach der oberen oder unteren Skala, wo die Unbekannte  $\mathfrak A$  steht, so liefert die Abszisse den Wert von  $\mathfrak A = 75^\circ 40'$ .

III. Gegeben: e,  $\mathcal{L}_1$  und  $\mathcal{L}_2$ . Gesucht:  $\alpha$ .

Lösung: Man bildet  $(90^{\circ} - e) - (90^{\circ} - J_1) = 4^{\circ} 25'$ ,  $(90^{\circ} - e) + (90^{\circ} - J_1) = 89^{\circ} 55'$  und  $J_2 = 42^{\circ} 05'$ . Geht man auf dieselbe Weise vor wie bei II, so erhält man für  $\alpha = 60^{\circ} 40'$ .

In unserem Beispiele ist  $A = \mathfrak{A} + \alpha = 136^{\circ} 20'$ .

IV. Gegeben:  $\varphi_1$ ,  $\mathcal{A}_1$  und A. Gesucht:  $\varphi_0$ .

Lösung: Man bildet  $\varphi_1 - (90^\circ - \mathcal{A}_1) = 5^\circ 50'$ ,  $\varphi_1 + (90^\circ - \mathcal{A}_1) = 91^\circ 20'$  und  $A = 136^\circ 20'$ . Geht man auf dieselbe Weise vor wie bei I, so erhält man zunächst  $(90^\circ - \varphi_0) = 99^\circ 04'$ . Man kann aber auch den Wert für  $\varphi_0 = 9^\circ 04'$  direkt dem Nomogramm entnehmen, wenn man die Ordinate nicht an der linken Randteilung, sondern an der Mittellinie abliest.

V. Gegeben: φ1, φ0 und Δ1. Gesucht: t bzw. λ0.

Lösung: Man bildet  $(\varphi_1 - \varphi_0) = 39^\circ 31'$ ,  $(\varphi_1 + \varphi_0) = 57^\circ 39'$  und  $\Delta_1 = 47^\circ 15'$ . Geht man auf dieselbe Weise vor wie bei II, so erhält man für  $t = 30^\circ 50'$  und hieraus  $\lambda_0 = t + \lambda_1 = 38^\circ 40'$ E. Die Berechnung ergibt  $\varphi_0 = 9^\circ 04'$ N und  $\lambda_0 = 38^\circ 36'$ E.

In dem behandelten Falle ist das Epizentrum gesucht, es kommt aber auch sehr häufig vor, daß die Lage des Epizentrums aus makroseismischen Daten bekannt ist und es sich nur darum handelt, die Epizentralentfernung für eine möglichst große Zahl von Stationen zu finden; für diesen Zweck hat man dann nur nach dem unter I gegebenen Beispiele zu verfahren.

Es wird von Vorteil sein, noch einige praktische Winke für die Benutzung des Nomogramms und das Messungsverfahren zu geben. Das Lineal, welches man zum Ziehen der Linien gebrauchen will, muß mindestens 85 cm lang und auf der einen Seite so abgeschrägt sein, daß man den Bleistift unmittelbar an der Kante ansetzen kann. Um ein und dasselbe Blatt längere Zeit für eine müglichst große Anzahl von Messungen benutzen zu künnen, ist es vorteilhaft, nicht die ganze Linie auszuziehen, sondern nur eine ganz kurze Strecke an der Stelle, wo nach Schätzung der Schnittpunkt mit der zweiten Geraden zu erfolgen hat. Bei einiger Übung indessen wird man dahin kommen, nur diese erste Linie anzudeuten und auf ihr den Schnittpunkt mit der zweiten Geraden zu bezeichnen, alsdann kann man, ohne seine Ordinate bzw. Abszisse auf die Randteilung zu projizieren, dieselben d. h. das Resultat der Messung nach Augenmaß im Nomogrammnetz ablesen. Auf diese Weise beschränkt sich die Abnutzung des Netzes auf die kleine Stelle, an welcher der Strich ausradiert werden muß. Um das Liniennetz möglichst wenig anzugreifen, empfiehlt es sich, ganz weichen Bleistift und Radiergummi zu benutzen. Sollten trotzdem nach längerem Gebrauche die Linien des einen Quadranten, welcher immer nur allein benutzt wird, undeutlich geworden sein, so kann man der Reihe nach den zweiten, dritten bzw. vierten Quadranten für die Messungen anwenden, dabei ist vorausgesetzt, daß man die Randteilung und die Argumente vorher entsprechend umgestellt hat1).

Das Nomogramm ist von Herrn Lusznat, Kartographen im Reichsmarineamt zu Berlin nach den Angaben und unter Leitung des Herrn Dr. A. Wedemeyer den Zwecken entsprechend angefertigt worden. Die Reproduktion der Zeichnung ist unter Vermittlung des Herrn Dr. A. Wedemeyer durch die Firma B. Gisevius-Berlin nach dem Gisalverfahren ausgeführt worden, wobei auf die Maßhaltigkeit der Abzüge besonderes Gewicht gelegt worden ist. Es ist uns eine angenehme Pflicht, Herrn Dr. A. Wedemeyer für all seine großen Bemühungen auch an dieser Stelle unsern verbindlichsten Dank auszusprechen.

#### Anhang.

Bei der nomographischen Bestimmung des Epizentrums ist die Kenntnis der geographischen Koordinaten der seismischen Stationen und die Ermittlung der Epizentralentfernung erforderlich. Für beides wird man mit Vorteil die von S. Szirtes¹) zusammengestellten "Geographische Koordinaten der seismischen Stationen nebst Hilfstabellen" benutzen können. Die dritte nach C. Zeißig gegebene Tabelle S. 196 dient zur Ermittlung der Epizentralentfernung aus den Differenzen der Laufzeiten der beiden Vorläufer. Um eine Umrechnung der in dieser Tabelle für  $\Delta$  in km gegebenen Werte zu vermeiden, geben wir hier unten die Tabelle in der gleichen Einrichtung mit dem einzigen Unterschiede, daß den Laufzeitdifferenzen eine in Graden und Minuten ausgedrückte Entfernung entspricht.

Ermittlung der Epizentralentfernung aus den Differenzen der Laufzeiten der beiden Vorläufer:

			79		L		.6166	, A G	er n	cruc	т 4	011	auı	OI.	110						
m s	E		0		1	- 5	2		3	.4	1		5	(	3		7	1	3	9	
шв	z	0	,	0	1	0	-	0	1	0	1	0	1	0	,	0	1	0	1	0	. 1
	8		THE S	0.2	91	NT.	45		44	1 04					14		161		100		
0	0		0	6	5	10	11		16	1 2	22		24	1	27	10	32	18	38		43
1	1		49		54	165	59	1	04	1	07	1	10	1	15	1	21	1	26	1	32
2	2	1	37	1	42	1	48	1	53	1	58	2	01	2	04	2	10	2	15	2	20
3	3	2	26	2	31	2	37	2	42	2	47	2	50	2	53	2	58	3	03	3	09
4	4	3	14	3	20	3	25	3	30	3	36	3	41	3	47	3	52	3	55	3	58
5	5	4	03	4	08	4	15	4	19	4	24	4	30	4	35	4	41	4	46	4	52
10	6	4	54	4	57	5	02	5	08	5	13	5	18	5	24	5	29	5	34	5	40
1	7	5	45	5	51	5	56	6	02	6	04	6	07	6	12	6	18	6	23	6	29
2	8	6	34	6	39	6	45	6	50	6	56	7	01	7	06	7	12	7	17	7	23
3	9	7	28	7	33	7	39	7	44	7	50	7	52	7	55	8	00	8	06	8	11
4	10	8	16	8	22	8	27	8	32	8	38	8	43	8	49	8	54	9	00	9	05
5	11	9	11	9	16	9	21	9	27	9	32	9	38	9	43	9	48	9	54	9	59
	40			100			-Total	16	100		8]		3.0	de	10	10	10	4			
20	12	10	04	10	10	10	15	10	21	10	26	10	31	10	37	10	42	10	48	10	53
1	13	10	58	11	04	11	09	11	14	11	20	11	25	11	31	11	36	11	42	11	47
2	14	11	52	11	58	12	03	12	08	12	14	12	19	12	30	12	36	12	41	12	46
3	15	12	52	12	57	13	02	13	08	13	13	13	18	13	24	13	30	13	35	13	40
4	16	13	46	13	51	13	56	14	02	14	07	14	12	14	24	14	29	14	34	14	40
5	17	14	45	14	50	14	56	15	02	15	07	15	12	15	17	15	23	1õ	28	15	34
3 0	18	15	39	15	50	15	55	16	00	16	06	16	11	16	17	16	22	16	27	16	33
1	19	16	38	16	43	16	49	17	00	17	05	17	11	17	16	17	22	17	27	17	32
2	20	17	43	17	48	17	54	17	59	18	04	18	10	18	15	18	18	18	21	18	37
3	21	18	42	18	48	18	53	18	59	19	04	19	10	19	20	19	25	19	31	19	36
4	22	19	47	19	53	19	58	20	03	20	09	20	19	20	25	20	31	20	36	20	41
5	23	20	52	20	57	21	03	21	08	21	13	21	19	21	30	21	35	21	40	21	46
4 0	24	21	57	22	02	22	07	22	13	22	18	22	29	22	34	22	40	22	51	22	56
1	25	23	01	23	07	23	17	23	23	23	28	23	34	23	45	23	50	23	55	24	06

<sup>1)</sup> Gerlands Beiträge z. Geophysik. Kleine Mitteil. Bd. XI. Heft 2/4. 1912.

<sup>1)</sup> Exemplare des Nomogramms sind an die Delegierten der assoziierten Staaten verschickt worden und können weitere von dem Zentralbureau der Internationalen Seismologischen Assoziation Straßburg i. Els. bezogen werden.

m	0	E					1															
		1		0		1		2		3		Į.		5	(		18	7	8		9	
_	_	Z	0	'	0	. '	0	1	0	'	0	′	0	'	0	1	0	1	0	,	0	,
		8	01	10	04	7 Ė	0.4	00	04	00	04	ဂဂ်	04	F0	04		0=	00	05	oë	05	10
4		26	24	12 22	24	17 32	24	28	24	33	24 25	38 49	24 26	50	24 26	55 05	25 26	00	25 26	06 21	25 26	16 26
	3	27	25	37	25	43	25 26	38	25	43		04	27	00 15	27	20	27	26	27	37	27	42
	4	28	26	47	26			48	26	59	27 28		28	30	28	36	28	42	28	48	29	03
	5	29	27	41	27	53	27	58	28	14	20	20	40	50	40	90	40	44	40	40	20	05
5	0	30	29	08	29	14	29	24	29	29	29	35	29	40	29	56	30	02	30	13	30	18
	1	31	30	24	30	35	30	40	30	46	30	56	31	12	31	18	31	28	31	34	31	45
	2	32	31	50	32	01	32	06	32	12	32	17	32	28	32	33	32	50	32	55	33	11
	3	33	33	16	33	27	33	38	33	43	33	54	34	05	34	16	34	21	34	32	34	38
	4	34	34	48	34	59	35	10	35	15	35	22	35	33	35	44	35	49	36	04	36	14
	5	35	36	25	36	31	36	42	36	52	37	03	37	08	37	19	37	30	37	41	37	52
6	0	36	37	57	38	08	38	19	38	29	38	35	38	46	38	56	39	07	39	18	39	23
	1	37	39	29	39	45	39	56	40	07	40	17	40	23	40	39	40	5Ó	41	00	41	06
	2	38	41	16	41	27	41	38	41	44	41	59	42	05	42	16	42	27	42	32	42	43
	3	39	42	54	43	05	43	15	43	26	43	32	43	42	43	53	44	04	44	15	44	26
	4	40	44	36	44	42	44	52	45	03	45	14	45	25	45	36	45	41	45	52	46	03
	5	41	46	13	46	24	46	35	46	<b>4</b> 0	46	51	47	02	47	13	47	24	47	34	47	45
7	0	42	47	5i	48	0i	48	12	48	23	48	34	48	44	48	55	49	0i	49	12	49	22
	1	43	49	33	49	44	49	49	50	00	50	11	50	25	50	32	50	43	50	54	51	01
	2	44	51	10	51	21	51	32	51	42	51	53	52	05	52	16	52	27	52	38	52	48
	3	45	52	õ4	53	04	53	14	53	25	53	36	53	47	53	58	54	03	54	14	54	24
	4	46	54	35	54	46	54	57	őő	02	55	13	55	24	55	35	55	46	55	56	56	07
	5	47	56	12	56	23	56	34	56	44	56	55	57	06	57	17	57	22	57	33	56	44
8	0	48	57	55	58	06	58	16	58	27	58	38	58	43	58	54	59	05	59	16	59	27
	1	49	59	38	59	48	59	59	60	10	60	21	60	26	60	42	60	48	60	58	61	09
	2	50	61	20	61	25	61	36	61	47	61	58	62	11	62	22	62	33	62	43	62	55
	3	51	63	02	63	12	63	24	63	35	63	46	63	56	64	07	64	18	64	29	64	39
	4	52	64	5Ó	65	OÓ	65	12	65	23	65	34	65	44	65	55	66	06	66	17	66	27
	5	53	66	33	66	44	66	54	67	05	67	16	67	27	67	43	67	49	67	59	68	1Ó
9	0	54	68	21	68	32	68	42	68	53	69	04	69	15	69	25	69	36	69	47	69	58
	1	55	70	09	70	20	70	30	70	41	70	52	71	03	71	13	71	24	71	35	71	46
	2	56	71	57	72	07	72	18	72	29	72	40	72	51	73	0i	73	12	73	23	73	34
	3	57	73	45	73	55	74	06	74	17	74	28	74	39	74	49	75	OÒ	75	11	75	22
	4	58	75	27	75	43	75	48	75	59	76	10	76	21	76	32	76	48	76	54	77	04
	5	59	77	15	77	26	77	36	77	47	77	58	78	09	78	20	78	31	78	42	78	52
10	0	60	79	ÓĠ	79	19	79	24	79	35	79	46	79	57	80	08	80	19	80	29	80	40
	1	61	80	51	81	02	81	07	81	18	81	29	81	39	81	5Ó	82	0i	82	12	82	23
	2	62	82	33	82	49	83	00	83	06	83	27	83	33	83	43	83	54	84	05	84	16
	3	63	84	27	84	38	84	48	84	59	85	10	85	21	85	32	85	43	85	59	86	09
	4	64	86	20	86	31	86	42	86	52	87	03	87	14	87	30	87	41	87	52	88	02
	5	65	88	18	88	29	88	40	88	5i	88	02.		18	89	29	89	40	89	51	90	Óİ.

								- Bartin				
- 1		E	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m	8	$\mathbf{z}$	0 1	0 /	0 /	0 /	0 /	0 1	0 /	0 /	0 /	0 /
		8		00.00	90 39	00 55	91 06	91 17	91 27	91 38	91 54	92 05
11	0	66	90 17	90 28		90 55		93 15	93 31	93 42	93 53	94 09
	1	67	92 16	92 27	92 43	92 54	93 05		95 36	95 47	96 03	96 13
	2	68	94 20	94 36	94 47	94 58	95 09	95 25	95 36	98 0i	98 12	98 28
	3	69	96 24	96 40	96 51	97 07	97 18	97 34		100 21		100 38
	4	70	98 39	98 50	99 06	99 17	99 33	99 44	100 00		100 27	
	5	71	100 49	101 05	101 21	101 32	101 48	101 59	102 15	102 26	102 42	102 53
12	.0	72	103 04	103 20	103 36	103 47	104 03	104 14	104 30	104 41	104 57	105 08
	1	73	105 18	105 35	105 46	106 0i	106 12	106 29	106 45	106 55	107 12	107 22
	2	74	107 39	107 49	108 06	108 24	108 35	108 46	109 05	109 21	109 32	109 48
	3	75	109 59	110 15	110 31	110 48	110 58	111 14	111 31	111 47	112 03	112 19
	4	76	112 36	112 52	113 02	113 18	113 35	113 51	114 07	114 23	114 40	114 56
	5	77	115 12	115 28	115 44	115 55	116 11	116 28	116 49			
	U	.,	110 11	1								

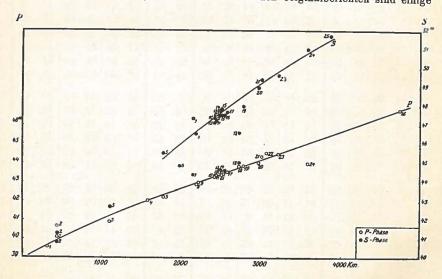
## Das mikroseismische Material des Ararat-Bebens am 27. Januar 1913.

Von

### S. Szirtes.

Mit 1 Figur im Text.

Die untenstehende Tabelle bringt das mikroseismische Beobachtungsmaterial bzw. die zeitliche Analyse der Vorläuferwellen von 26 Stationen, welches dem Zentralbureau über das Beben vom 27. Januar eingesandt worden ist. Es ist nach Herdentfernungen geordnet worden. In den Originalberichten sind einige



Zeitangaben wohl mit Druckfehlern behaftet, so hat z. B. Lemberg als erste Phase 19h 33m 50s angegeben und nicht, wie in der Tabelle steht, 43m 50s. Göttingen gibt die Zeitangaben e 7h 44.0m und i 7h 48m 58s ohne Phasenbenennung an, wir haben diese als erste und zweite Phase angesehen und statt 7h wird wohl 19h das Richtige sein. Auch in den Angaben von Alger 16h 43m 57s

usw. ist möglicherweise ein Druckfehler in der Stundenangabe enthalten, zumal die Minuten und Sekunden denselben Größen angehören, wie die der anderen in gleicher Herdentfernung liegenden Stationen. Der Anfang des Bebens ist in Kairo um 19 h 41 m bzw. 42 m aufgezeichnet worden.

Auf der Station Pulkovo ist das Epizentrum nach der Methode des Fürsten B. Galitzin berechnet worden und als Ergebnis sind die geographischen Koordinaten  $\varphi=39^\circ3$  N und  $\lambda=43^\circ0$  E im Stationsbericht mitgeteilt. Der untenstehenden Tabelle sind die geographischen Koordinaten  $\varphi=39^\circ15'$  N und  $\lambda=44^\circ10'$  E des Epizentrums zugrunde gelegt. Die Stoßzeit im Epizentrum  $t_0=19^{\rm h}38^{\rm m}27^{\rm s}$  ist aus den Epizentralzeiten  $t_0'$ ,  $t_0''$  aller aufgenommenen Stationen abgeleitet und nur diejenigen Herdzeiten sind als Beobachtungsfehler betrachtet und ausgeschaltet worden, die unter  $38^{\rm m}$  stehen.

Das in der Tabelle enthaltene Zahlenmaterial ist in der beifolgenden Figur zur Darstellung der Laufzeit der longitudinalen P-Welle und der transversalen S-Welle verwertet worden.

Epizentrum:  $\varphi_b = 39^{\circ} 15' \text{ N}$   $\lambda_b = 44^{\circ} 10' \text{ E}$ Stoßzeit:  $t_o = 19^{\circ} 38^{\circ} 27^{\circ}$ 

	-		ntral-			Vorlä	ufer			Epize zeit	ntral- nach	Abw von Stoßz	der	Station
Station	епы	1611	uung					-	11.00	P	S	- OUBZ		
		in	1		P			S		t'o	t''o	1'0	4"	Nr. der
	0 /	1	km	h	m	8	h	m	8	m s	m s	S	8	Z
Tiflis	2 2	6	270	(19	39	33i)	_	_	_	38 56		_ 29		1
Balakhany .	3 4		422	19	40	05e	19	40	49 i	39 07	39 08	- 40	- 38	2
Dalakhany .	0 1			-		39i		41	17 i					
Makejevka .	9 5	3	1099	19	40	53	19	42	41	38 12	38 02	+ 15	+ 25	3
Kairo	14 0		1568	19	42	_	_	_		38 33		- 6	_	4
Czernowitz .	15 5		1768	19	42	12i	19	45	31	38 22	38 39	+ 5	- 12	5
	1000	5	1974	19	43	50e	_	_	_	39 33		- 6	_	6
	19 1		2137	19	43	22e	19	47	20?	38 50	39 18	_ 23	- 46	7
	Control of the Contro	4	2194	19	42	52	19	46	31	38 15	38 1	+ 12	+12	8
The state of the s		2	2209	19	42	58	_	_	_	38 19		+ 8		9
Zagreb	21 4		2409	19	43	16e	19	47	08e	38 16	38 10	+11	+17	10
augros						19i			21 i					
Wien	21 5	51	2430	19	43	21 i	19	47	14i	38 19	38 13	+ 8	+14	11
Königsberg.	22 1		2472	19	43	32i	19	47	30 i	38 26	38 2	1 + 1	+ 6	12
								48.1						
Pulkovo	22 1	19	2481	19	43	35 e	19	47	38i	38 28	38 2	7 - 1	0	13
2 41110 10 1						38 i	a E							
Krietern	22 2	20	2483	19	43	34 i	19	47	42	38 27	38 3	3 0	- 6	14
Graz	22 2	29	2500	19	43	23	19	47	30	38 13	38 1	5 + 14	+12	15
									51					
Laibach	22 4	41	2522	19	43	25	19	47	30	38 13	38 1	1 + 14	+16	16

			entral-			Vorl	iufer	SHU H		-		ntra		von	eich. der	Station
Station			n		P			S		F			S	StoB	zeit to	
			п		1		-	B		t'o	,	t	0	1'0	1"	der
	0	′	km	h	m	8	h	m	8	m	8	m	8	8	S	Nr.
Triest	23	09	2574	19	43	31	19	47	39	38	14	20	11	1 40	1 10	10
Padova	0000	29	2722	19	43	49	19	45	00	38		170000000			+16	17
A STATE OF THE STA				10	10	10	10	46	35	00	10	30	UI	+ 9	+200	18
Innsbruck .	24	57	2774	19	43	51e	19	48	00	38	15	37	58	+14	1 90	19
Göttingen .	26 3	38	2960	19	44.0	e	19	48	58i	38					+ 3	20
Hamburg	27 (	00	3002	19	44	(20) e	19	49	23i	38				+14	<del>+</del> 3	21
Jugenheim .	27 (	07	3015	19	44	16	19	49	02	38					+ 9	21
			1 1 1 -			17				00		00	10	T 10	T 9	
Straßburg .	27 3	32	3062	19	44	32 i				38	28	_	_	_ 1		22
Aachen	28 8	53	3212	19	44	28i	19	49	37i	38	- 5	38	23	+19	1 4	23
Alger ·	32 1	14	3584	19	43	57	19	51.0	i	37				+ 78	- 23	24
Bidston	34 4	16	3866	_	_		19	51.7		_	_	38			_ 24	25
Irkutsk	42 8	35	4735	19	46	47	(19	56	49)	38	83	_	_	- 6		26

## Übersicht über die an der Internationalen Erdbebenstation in Reykjavik registrierten Erdbebenstörungen, 1913 Mai-Juli.

Instrument: Bifilares Kegelpendel (Masse 135 kg) eingestellt für Nahbebenregistrierungen. N-S-Komp.  $V=75,\ T_o=5$ 8,  $\varepsilon:1=4.5:1,\ \frac{r}{T_o^2}=0.006.$ 

Datum	Phase	M. Z.	Zeit Gree	nw.	Periode	Amplitude $A_N$	Bemerkungen
	Lenibria.	h	m	В	8	μ	
V. 2.	andol	15				10*	Nahbeben; Zeitmarken fehlen. * Maximum
v. 19.	Pe i i	15 15 15 15	45 45 45	35 41 52 57			Nahbeben
	i i	15 15	46 46	0	4 5	170 200	S?
	i M	15 15	46 46.3	15	5	etwa 600	bis 15h 47m
ALCOHOL:	in the	15 15	47		5 4	120 50	" 15 48 " 15 49
	12 30	15 15 15	49 50 57		4 4	20 15 10	, 15 50 , 15 57 , 15 58 , dann:
	F	16	16		4-5	4-7	E DE CASO IL
V. 30.	L. W M F	12	15 45		15, 18	25; 40	Beginn
VI. 2. VI. 14.	L. W	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 4— 9			20	50; 70	
	F	9 101/2	53		15—18	100—160	bis 9h 57m

Datam	Dhage	M O	Zeit Gree	N. T.	Periode	Amplitude AN	Bemerkungen
Datum	Phase	h. Z	m	шw. 8	8		Demerkungen
		n	Ш	В	8	μ	
VI. 14.		11	35				Beginn unsicher
11. 12.		11	37.7				Beginn von Schweb
10.00						II. model	ungen bis 11h 42.5 "
110	F	11	58		la lith ?	THE RESIDENCE	3mone and and
VI. 26.	Pi	5	19	14	District Control	SI WE W	inclane a la livi
	i	5	20	19		A STATE	
	i	5	20	32	TOWN.	TIPE TEN	ideal Elements
	S?	5	31				•
	2 By 1 Yu	5	50		25—30	50-60	bis 6h 3m
A STATE OF	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	6	5		27	150-200	,, 6 6
	THE RES	6	6		24	250	,, 6 7
	THE	6	7		27	250-200	" 6 8
		6	8		21-24	80-100	" 6 11 , dann:
	110-2	8			15-20	25-50	
	F	7.3			BECHREE		C. SING
VII. 4.	P	13	46	23	1-2	0.6-1.5	Nahbeben
	L. W	13	46	32	5; 6; 3	3-5	
	F	13	47.6				Vita de la la se
VII. 4.	P	14	8	38	-		Nahbeben
	L. W	14	8	48	5; 6; 3	3-5	
	F	14	<b>1</b> 0			The second	
VII. 4.	P	16	50	10			Nahbeben
	L. W	16	50	32	5; 6; 3	3-5	
	F	16	51.3			100	
VII. 18.	P	20	9	55			Auftauchen kleiner
						N. O.	Wellen seismische
							Ursprungs.
	i	20	10	27		12 SP	Nahbeben
	i	20	10	45			
	i	20	10	57	10.00		
	Gr of	20	11	24	5	25 IA	bis 11h 45m Schweb.
	M	20	11	49	3-4	10—15	" 12 30 , dann:
	56 85	1-10			3-4	3-5	
- cub	F	20	20.5			T CUI	
VII. 26.	Pi	20	52	17		6	
	F 300	20	52	25	3	38	
	i	20	52	36	7		dann Überlagerungen
	i	20	52	56	17.30		S?
	M <sub>1</sub>	20	53	48	3-4	220	
	$M_2$	20	54	33	4	140	
		20	55	24	5	55	
	1000	20	55	42	4	30	
		20	55	54	4	15-20	bis 21h 2.2 m

Datum	Phase	M. Z	Zeit Gree	enw.	Periode	Amplitude A <sub>N</sub>	Bemerkungen
		h	m	8	S	ļu	17-13
VII. 26.	The same	21	2.1		6	5-10	bis 21h 8.6m
		21	8.6	3	5	2.5 - 4.5	" 21 11.6
1-61		21	11.6	;	6; 9	2.5-5	" 21 16.6
100	F	21	30			THE ITS	
VII. 29.	е	5	41	51			Lokalbeben
	i	5	41	52		m Name	17 9 E E 11 12 1
	i	ō	41	õ3			
	i	5	41	55			
	M	5	51	58	0.2	20	
	F	õ	42.5	j			
VII. 31.	e	11	53	33			nahes Beben
	i	11	53	37			
	i	11	53	43			
	M	11	53	49	3	8-10	bis 11h 54m 16'
	F	11	55				

## Korrektionen der funkentelegraphischen Zeitsignale von Norddeich und dem Eiffelturm.

(Fortsetzung von S. 60 in Nr. 3.)

### Berichtigung:

Auf Seite 60 sind die Korrektionen der Eiffelturmsignale um 11<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> für Juli 11, 12, 13, 14 zu lesen: -0.4, -0.2, -0.3, -0.4 (statt -0.04 usw).

			-					
Dat	tum	Eiffe	lturm	Nord- deich	Datum	Eiffe	lturm	Nord- deich
19	13	11h 0m a. m. (12h 45	11h 45m a. m.	1h p. m. (1h a. m.)	1913	11 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m. (12 h 45	11h 45m a. m.	1 <sup>h</sup> p. m. (1 <sup>h</sup> a. m.)
Okt.	19 20		-0.4 -0.3	+0.41 -0.15	Nov. 4 4.5	- 0:12	0.1 0.3	-0°21 -0.02
	21	(-1m)1)	- 0.3	-0.11	5	- 0.09		+ 0.04
	22	- 0.25	-0.2	+0.02	6	-0.15	- 0.2	- 0.08
	23	-0.13	-0.1	-0.13	7	-0.13	- 0.2	- 0.02
	24	-0.13	-0.2	- 0.21	8	-0.13	0.0	+0.06
	25	0.20	0.0	- 0.21	8.5		0.3	+0.01
	26	_	- 0.1	- 0.31	9	-0.23	- 0.2	+0.06
	27	- 0.17	-0.1	-0.30	10	-0.28	-0.3	- 0.11
	27.5	_	0.2	- 0.15	10.5		0.1	- 0.42
	28	-0.25	-0.1	_ 0.27	11	- 0.09	-0.1	- 0.22
	29	-0.22	0.0	-0.21	11.5	_	0.2	- 0.31
	30	+0.10	0.0	- 0.40	12	-0.18	<b>—</b> 0.2	- 0.05
	31	_	- 0.1	- 0.29	13	-0.21	- 0.2	- 0.19
Nov.	1	- 0.10	- 0.2	-0.24	14	-0.12	0.0	+0.08
	1.5		_	- 0.32	15	<b>—</b> 0.08	+ 0.1	- 0.05
	2	T E	0.0	-0.31	15.5		0.0	+0.03
	2.5		0.0	- 0.57	16	+0.06		+0.07
	3	-0.16	-0.3	-0.35	17	$+0.52^{2}$	+0.1	+0.04

¹) Signale stark übertönt durch nahe Station, scheinen 1<sup>m</sup> zu früh zu kommen, was nachträglich durch Wilhelmshaven bestätigt wurde.

Datum	Eiffelturm	Nord- deich	Datum	Eiffelturm	Nord- deich
1913	11h 0m a. m. 11h 45m a. m. (12h 45m a. m.)	1 <sup>h</sup> p. m. (1 <sup>h</sup> a. m.)	1913	11h 0m 11h 45m a. m. (12h 45m a. m.)	1h p. m. (1h a. m.)
Nov. 181)			Dez. 7.5	-0 <u>.</u> 2	+0°28
18.5	0 <u>°</u> 0	+0.51	8	-0:10 0:0	+0.02
19	-   +0.3	+ 0.83	8.5	- 0.3	+ 0.25
19.5	- 0.3	+0.31	9	-0.14   -0.2	+0.21
20	$-0.03 \mid -0.1$	- 0.32	9.5	- 0.1	-0.17
20.5	-0.3	+0.14	10	-0.14   -0.2	- 0.02
21	-0.03   -0.3	- 0.01	10.5	-0.1	+ 0.06
21.5	+0.1	0.01	11	<b></b> 0.18   0.0	+0.05
22	- 0.01   0.0	+ 0.24	11.5	- 0.3	+0.18
22.5	+0.1	151-11	12	-0.14 -0.1	+ 0.06
23	+0.06   0.0	+0.25	12.5	- 0.2	0.15
24	+0.12 + 0.1	+0.04	13	-0.02   0.0	
24.5	0.0	+0.18	13.5	- 0.3	+ 0.25
25	+0.05   +0.1	+0.08	14	$-0.02 \mid -0.2$	+0.05
26	+0.03 + 0.2	+0.28	15	+0.01 $-0.1$	- 0.34
27	0.00 - 0.1	+ 0.30	15.5	-02	- 0.10
27.5	- 0.3	- 0.20	16	$+0.05 \mid -0.2$	- 0.21
28	+0.02 + 0.1	- 0.17	16.5	-0.3	- 0.15
28.5	<u> </u>	<b>—</b> 0.25	17	+0.12   0.0	- 0.03
29	<b>-0.01</b> 0.0	-0.06	17.5	- 0.2	-0.11
29.5	0.0	+0.03	18	$+0.04 \mid -0.2$	
30	+0.01 + 0.2	+0.17	18.5	-0.2	0.18
30.5	0.0	+0.24	19	$+0.06 \mid -0.3$	- 0.22
	California Calabia	A DESCRIPTION	19.5	- 0.2	- 0.24
Dez. 1	+0.20 0.0	+0.06	20	+0.08 - 0.1	0.06
1.5	<b>-</b> 0.2	+0.14	21	-0.02 $-0.1$	- 0.50
2	$+0.15 \mid -0.2$	- 0.11	22	-0.14 $-0.2$	- 0.17
2.5	<b>-</b> 0.1	- 0.27	23	+0.07 -0.2	- 0.24
3	+0.08 - 0.2	+0.10	24	+0.12 -0.1	-0.19
3.5	- 0.2	0.00	25	+0.04 0.0	- 0.30
4	+0.11 - 0.2	+0.14	26	0.00 0.0	- 0.23
4.5	0.0	- 0.29	27	+0.04 -0.2	0.23
5	+0.16   -0.1	+0.06	28	-0.06 + 0.2	- 0.12
5.5	- 0.2	+0.51	29	-0.03 $-0.2$	0.14
6	+0.15 + 0.1	+0.29	30	-0.04 + 0.2	- 0.12
6.5		+ 0.05	31	-0.08 $-0.2$	+0.20
7	+0.18   0.0	+ 0.33	31.5	- 0.2	+0.19

<sup>1)</sup> Um 11<sup>h</sup>0<sup>m</sup> kamen gar keine Signale, um 11<sup>h</sup>45<sup>m</sup> nur die Vorsignale, aber keins von den drei eigentlichen Zeitsignalen, und Norddeich gibt auch keine Signale, sondern meldet bloß "Zeitsignal ungültig".

<sup>2)</sup> Unsicher; die einzelnen Signale stimmen schlecht untereinander.

$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Datum	Eiffelturm	Nord- deich	Datum	Eiffelturm	Nord- deich
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		a. m. a. m.			a. m. a. m.	1 <sup>h</sup> p. m. (1 <sup>h</sup> a. m.)
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	2 3 4 5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10 10.5 11 11.5	$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	$\begin{array}{c} -0.18 \\ -0.04 \\ -0.06 \\ +0.01 \\ -0.83! \\ -0.28 \\ -0.17 \\ -0.02 \\ -0.11 \\ -0.30 \\ -0.11 \\ -0.17 \\ -0.25 \\ +2.68 \\ -0.04 \\ -0.09 \\ -0.12 \end{array}$	15 16.5 16.5 17 17.5 18 18.5 19 19.5 20 21 21.5 22 22.5 23 23.5	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	- 0534 - 0.16 - 0.05 - 0.10 + 0.05 + 0.01 + 0.05 - 0.34 + 0.10 - 0.06 - 0.21 - 0.10 - 0.13 - 0.15 - 0.04 - 0.19 - 0.08 - 0.16
14 - 0.10 - 0.1 + 0.01 = 25.5 = -0.4 = -0.72		$-0.10 \mid -0.4$	- 0.26	24.5	- 0.3	- 0.21 - 0.47

<sup>1)</sup> Soll laut brieflicher Mitteilung aus Wilhelmshaven für ungültig erklärt worden sein.

Potsdam, Januar 1914.

B. Wanach.

#### Bemerkenswerte Erdbeben.

Zerstörendes Erdbeben in Panamá am 1. Oktober 1913. Schon häufig ist auf die Geführdung des Panamakanals durch Erdbeben hingewiesen worden, und auch die Erdbeben vom Anfang Oktober 1913 wurden zunächst in diesem Sinne gedeutet. Aber die eingehende Untersuchung der letzteren durch D. F. Mc Donald, Geologe der Isthmian Canal Commission, und W. C. Johnston, stellvertretender Chefingenieur der Republik Panamá, haben gezeigt, daß der Herd und das pleistoseiste Gebiet dieser Beben weitab von der Kanalzone gelegen war, wie denn auch der Kanalbau in keiner Weise durch dasselbe gelitten hat. Der Bericht über diese Untersuchungen, soweit er in der Zeitschrift "The Canal Report", Volume VII, Nr. 7 und 16 zur Kenntnis gebracht ist, lieferte das Beobachtungsmaterial für die nachstehenden Zeilen.

Der erste Stoß machte sich bemerkbar am 1. Oktober 1913 um 13h 48m (18h 48m Greenwich-Zeit), das zerstürende Hauptbeben folgte um 23h 25m (4h 25m am 2.), und leichte Nachstüße wurden noch gefühlt um 23h 43m des gleichen Tages, sowie um 17h 06m am 4. Hingegen verzeichnete die mit einem Bosch-Omori-Pendel ausgerüstete Seismische Station Ancon noch weitere 36 Stüße vom gleichen Herde im Laufe des Oktobers, von denen 20 auf den 1.—4. Monatstag entfielen.

Das Schüttergebiet (Fig. 1) des Hauptstoßes, mit dem wir uns allein beschäftigen wollen, hat, soweit sich aus den spärlichen Nachrichten ersehen läßt, den ganzen Isthmus umfaßt, soll aber nicht auf Costa Rica übergegriffen haben; in Panama City betrug die Intensität etwa VI Grad der zwölfteiligen Intensitätsskala, während sie zu Bocas del Toro und David in der Provinz Chiriqui den V. Grad nicht erreichte. Das pleistoseiste Gebiet lag in der Osthälfte der Halbinsel Azuero. Dort wurde am stürksten in Mitleidenschaft gezogen die Stadt Macaracas, wo nicht nur der 25 m hohe Kirchturm zusammenfiel und dadurch das Dach und die Mauern so stark beschädigte, daß sie größtenteils abgetragen werden mußten, sondern auch an Lehmhäusern erhebliche Beschädigungen angerichtet und fast alle Dachziegel von den Häusern herabgeworfen wurden; dies entspricht einer Intensität von etwa VII-VIII Grad. VII. Grades war die Bebenstärke in den Städten Tonosí, Las Tablas und Los Santos, desgleichen in den Dörfern Cacao, Joaquin, Flores, Olivita, El Bebedero, Mogollon und in denjenigen bei Canajagua, VI. Grades in Guararé. Mc Donald und Johnston haben festgestellt, daß oft dicht bei den heftig erschütterten Orten solche mit erheblich geringerer Intensität lagen, was sie auf Verschiedenheit in den Untergrundsverhältnissen zurückführen konnten. Los Santos im Norden sowohl wie im Süden Tonosi und die Mehrzahl der oben genannten Dörfer liegen in den Gebieten lockeren und meist stark durchfeuchteten Alluvialbodens, der von Flüssen aufgeschüttet worden ist und an den Küsten in Sumpf übergeht. In diesen Alluvialgebieten haben sich auch viele Bodenspalten geöffnet (so zu Bucaro, Pajanosa, Tonosí, Cacao, Las Huertas, nahe dem Cerro Bonito und am Rio Viejo), meist in der Nühe der Flußufer und parallel zu diesen; manche derselben sind über 30 m lang, bis zu fast 2 m breit und haben Wasser und Sand austreten lassen. Alle diese Erscheinungen lassen lediglich ein Sacken des lockeren

Fig. 1.



Übersichtskarte des Erdbebens in Panamá am 1. Oktober 1913.

Materials durch die Bodenbewegungen und damit zusammenhängende Rutschungen an den Flußufern erkennen, können also kein Kriterium für eine besonders große Bebenstärke abgeben, wie man es meist zu tun gewohnt ist. Auch die zahlreichen Bergrutsche im Gebirgslande, namentlich bei Bucaro, zeigen, daß nur die lockere Verwitterungsdecke der ungemein steilen Hänge infolge der Bodenschwingungen den Zusammenhang mit dem festen Gesteinsuntergrund (Diabas und andere plutonische Gesteine) verlor.

Das Epizentrum des Bebens ist meines Erachtens in der Gegend von Macaracas zu suchen; denn diese Stadt hat nicht nur die höchste unter den für mich bestimmbaren Intensitäten aufzuweisen, sondern liegt auch auf bebensicherern Sedimentgesteinen (oligozänen Alters) als die anderen Orte, die trotz ihres unsicherern Untergrundes geringere Bebenstärke zeigen. Dazu kommt noch, daß die heftigen seismischen Geräusche, die jeden fühlbaren Stoß begleiteten und auch sonst gehört wurden, nachgewiesenermaßen ihren Ursprung in dem Macaracas benachbarten Berglande von Canajagua-Quema genommen haben; man wird ja wohl kaum fehl gehen, wenn man diese unterirdischen Detonationen mit dem Brechen tieferer Gesteinsmassen in Zusammenhang bringt. Hingegen glauben Mc Donald und Johnston das Beben auf eine Senkung des Meeresbodens südlich der Halbinsel und der Bai von Panamá zurückführen zu sollen. wobei sie den steilen Abfall vom Kontinentalschelf zum Pazifik als Verwerfung auffassen; ein Kabelbruch in der Nähe der kleinen Insel North Fraile Island scheint, im Verein mit der etwa 8 m betragenden Küstenhebung seit dem Pleistozän, das einzige Beweismittel zu sein.

Über die Eruption des südjapanischen Vulkans Sakurashima am 12. Januar 1914 liegt der Kaiserl. Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg i. Els. neben den dürftigen und einander widersprechenden Zeitungsnachrichten ein Bericht des Kaiserl. Deutschen Konsulats in Nagasaki vor. Diesen Berichten zufolge hat sich der ganze Vorgang etwa wie folgt entwickelt:

Schon seit 1908 verzeichnet Japan eine Reihe zum Teil starker Vulkanausbrüche, die ihren Schauplatz allmählich von Norden nach Süden verlegten: es sind dies die Eruptionen des Komagatake und Usu in Hokkaido im Jahre 1908, des Asamayama 1910 und 1911, sowie des auf Kyushu gelegenen Kirishima 1912 und 1913. Dazu gesellt sich jetzt, noch weiter im Süden, der dem Kirishima benachbarte Vulkan Sakurashima. In seiner Umgegend fanden bereits seit November 1913 von Zeit zu Zeit kleinere Erderschütterungen statt; aber die ersten wirklichen Anzeichen der kommenden Eruption bildeten Erdbeben, die vom 10. Januar ab in fast ununterbrochener Folge die Gegend um die Bucht von Kagoshima herum erschütterten. Gegen 101/2h am Morgen des 12. kam im Inselvulkan Sakurashima das Magma zum Durchbruch; dem ersten Hauptausbruch folgten bald weitere, und zwar an vier deutlich verschiedenen Stellen, darunter am stärksten am (Süd-?) Fuße des Berges. In der Hauptsache, wenn nicht ausschließlich, hat es sich um die Förderung von Lockermaterialien, also Aschen, Lapilli und Bomben in ungeheuerer Menge gehandelt, die weithin das Land eindeckten; bis nach Miyazaki (90 km) an der Ostküste und Nagasaki (150 km) im Nordwesten soll sich der Aschenfall bemerkbar gemacht haben. Nicht nur die ganzen Zuckerrohrflanzungen und Dörfer auf der Vulkaninsel selbst, sondern auch die benachbarte Provinzhauptstadt Kagoshima sind dadurch verwüstet worden und eine Anzahl Menschen verlor das Leben. Am Abend des 13. brach der ausgeräumte Krater in sich zusammen; die Folge der Verstopfung des Eruptionskanals war eine besonders heftige Explosion, die ihn wieder frei machte. Die damit verbundene ungemein starke Bodenerschütterung zerstörte in Kagoshima viele Häuser, unterbrach die Bahn- und Telegraphen-Verbindungen dieser Stadt mit der Umgegend und zwang auch die

wenigen noch zurückgebliebenen Ortsinsassen zur Flucht. Am folgenden Morgen um 8<sup>h</sup> scheinen die Eruptionen ihren Hühepunkt erreicht zu haben. Jedoch erfolgten weitere starke Ausbrüche am Abend des 14. unter Abnahme der Bodenerschütterungen, sowie am 17. und während der ganzen folgenden Nacht.

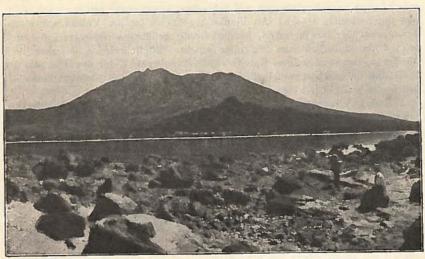
Das ist ungeführ alles, was wir zurzeit mit Sicherheit über den Verlauf der Eruption wissen, und die meisten und für die Beurteilung interessantesten Fragen stehen noch offen. So entzieht es sich unserer Kenntnis, ob auch Lavaströme dem Berge entflossen sind, ob vielleicht erstickende Gase oder Glutwolken vom Pelétypus mit an den Menschenverlusten Schuld trugen u. a. m.; für alles dieses scheinen Anhaltspunkte vorzuliegen. Ferner ist die Stellung starker Erdbeben in Südjapan während der Eruption noch unklar. Weitere unbestimmte Nachrichten beziehen sich auf das Auftreten von Flutwellen in den Küstengebieten und gesteigerte Tätigkeit der benachbarten Vulkane Kirishima und Aso auf dem Festlande von Kyushu, die mit dem Sakurashima auf der gleichen Spalte liegen. Schließlich erwähnt der Konsularbericht noch, am 12. habe auch der Berg Takuma, der auf Kyushu 40 km südöstlich des Sakurashima gelegen ist und bisher nicht als Vulkan angesehen war, eine heftige Eruption gehabt. Auf alle diese Fragen soll noch näher eingegangen werden, sobald zuverlässige Nachrichten vorliegen.

Einstweilen wollen wir uns damit begnügen, einen kurzen Blick auf die geologischen Verhältnisse des Eruptionsgebietes zu werfen.

Im stidlichen Teile von Kyushu teilt sich der Grundbau der Insel, bestehend aus kristallinen Schiefern, Gneisen, Glimmerschiefern und mächtigen Ablagerungen des Paläozoikums in zwei Aste, die die langgestreckte, meridional verlaufende Bucht von Kagoshima einschließen. Über diese sedimentüre Unterlage haben sich nach Abschluß der Gebirgsfaltung, also seit dem Tertiär, gewaltige Massen junger Eruptivgesteine, hauptsächlich Andesite, ergossen. Wir haben es hier mit einem jungen Faltengebirgszuge zu tun, der, in Kyushu entspringend, sich durch die Riukiu-Inseln nach dem Norden Formosas und den Pescadores-Inseln erstreckt. In seinem westlichen Teile, der zusammengebrochenen Innenzone, besitzt er zahlreiche junge Vulkane, wie den Aso, Kirishima, Kaimon, Iwoshima u. a. Zu diesen gehört auch der Inselvulkan Sakurashima, der im nördlichen Teil der Kagoshima-Bucht, üstlich der Stadt Kagoshima, liegt. Nach J. Milne 1) bildet er einen Doppelvulkan, indem ein tätiger Feuerberg der Stidflanke eines alten, erloschenen Vulkanbaues aufgesetzt ist. In seinem unteren Teile ist er mit dichten Wäldern und sorgfältig gepflegten Feldern bedeckt, und etwa 18000 Menschen haben sich auf ihm angesiedelt.

Entstanden<sup>2</sup>) ist der Sakurashima im Jahre 718 durch eine submarine Eruption, und zwar soll sich, was allerdings nicht sonderlich glaubwürdig erscheint, der Inselberg im Verlaufe eines einzigen Abends aufgeschüttet haben. Von weiteren Eruptionen zählen J. Milne und I. Friedländer<sup>4</sup>) die folgenden auf: Im Dezember 764 großer Aschenausbruch mit siebentägiger Dunkelheit; Bildung von 3 neuen Inseln im Meer bei Kagoshima. Im Jahre 1468, im Oktober 1471 und im Mai 1473 kleine Ausbrüche. Im September 1475 starke Eruption mit fünftägigem Aschenfall. Im Juni 1476 starker Aschenauswurf. Im September 1476 starker Aschenausbruch mit Lavaerguß, sowie Neubildung von Land (8 km Umfang) im Südwesten der Insel. Im September 1478 wurde die Ebene bei Fukuyama (in Osumi) durch ausgeworfene Lockermassen in eine Wüste verwandelt. Kleine Gipfeleruptionen im April 1642, Februar 1678, Januar 1706,

Fig. 2.



Der südjapanische Inselvulkan Sakurashima vor der Eruption vom Januar 1914, von Westen aus gesehen. Photographie von I. Friedländer.

April 1742 und September 1749. Am 20. Mai 1766 fand eine Überschwemmung vom Gipfel des Vulkans her statt; vermutlich hat eine Explosion den Inhalt eines Kratersees plötzlich hinausgeschleudert. In der Zeit vom 26. Oktober 1779 bis 11. April 1781 fand die bedeutendste Eruptionsperiode des Vulkans statt mit enormem Auswurf von Bimssteinen und Aschen; auch bildeten sich 7 neue Inseln. Am 3. September 1783 und am 20. November 1785 erfolgten große Ausbrüche, wobei der Aschenfall des zuerst genannten sich bis nach Kyoto hin erstreckte. Kleinere Eruptionen gab es am 29. Juli 1790, 11. September 1791, 11. Oktober 1792, in den Jahren 1794 und 1797, am 28. März 1799 und im Jahre 1860. Schließlich beobachtete man noch stärkere Rauchentwicklung zu Ende Winter 1878 und im März 1879, worauf bis in die Gegenwart hinein die ganze vulkanische Tätigkeit auf Fumaralentätigkeit im Südkrater beschränkt blieb.

<sup>&</sup>lt;sup>1)</sup> J. Milne: "The Volcanoes of Japan. General Descriptions (historical, geological etc.) of the more important Volcanoes". Transactions of the Seismological Society of Japan, Vol. IX, Part II. Yokohama 1886.

<sup>2)</sup> E. Naumann: "Über Erdbeben und Vulkanausbrüche in Japan." Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens, 15. Heft. Yokohama 1878. — Andere Quellen geben neben diesem Jahre für die Entstehung noch an 708, 716 oder 717.

<sup>1)</sup> I. Friedländer: "Über einige japanische Vulkane." Ebenda, Bd. XII, Teil Iu. II. Tokyo 1909 und 1910.

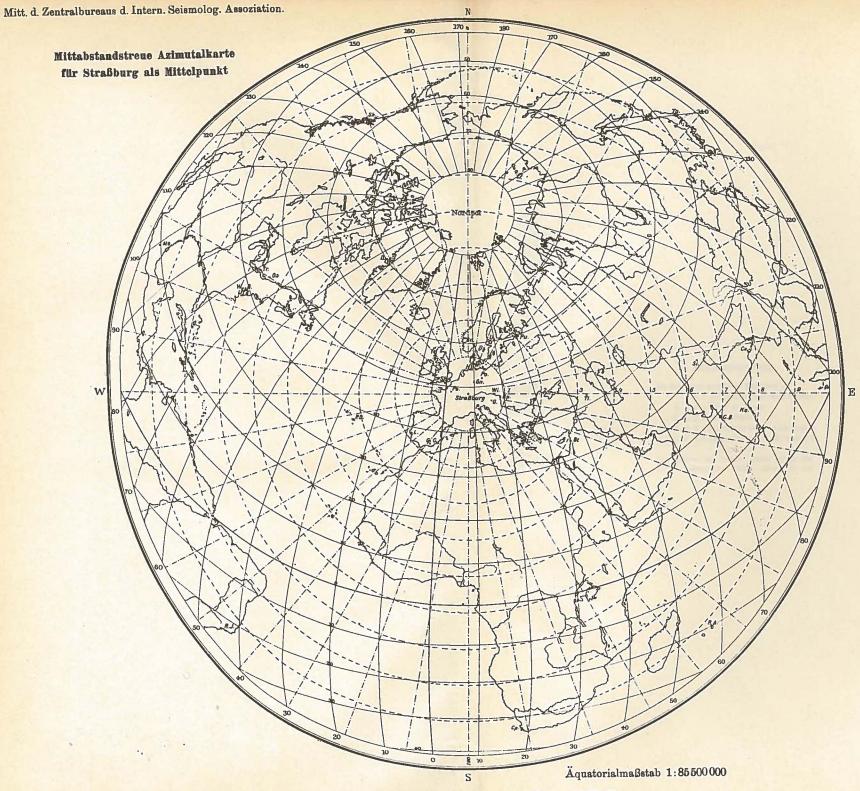
Gerlands Beiträge zur Geophysik. XIII. Beilage-Mitteilungen zu Heft 4.

Nach I. Friedländer, der den Vulkan (Fig. 2) vor wenigen Jahren untersuchte, besitzt die Insel schwach elliptische Gestalt mit Achsen von 8 und 10 km Länge. Auf dem Gipfel befanden sich damals 3 Krater, die, entsprechend dem Verlaufe der großen Vulkanspalte, in N-S Richtung angeordnet waren. Der Nordkrater von 500 m Durchmesser und 100 m Tiefe, dessen Kegel 1133 m Höhe erreichte, war gut erhalten. Dagegen zeigte der mittlere Krater, der eine Seehühe von etwa 1000 m besaß, als der älteste eine schlechte Erhaltung und war fast bis zum Rande ausgefüllt. Als am besten erhalten erwies sich der Minamidake genannte Südkrater, zweifellos der jüngste, der seine jetzige Form wahrscheinlich der Eruption von 1779 verdankt. Sein Rand war etwa 1050 m über dem Meere gelegen und der Kraterboden lag rund 250 m tiefer; die Wünde zeigten neben Laven auch Agglomerate und Schlacken, sowie einige den ganzen Schichtbau durchsetzende Gänge. An Flankenkegeln besitzt der Vulkan nur einen, den etwas über 300 m hohen, hufeisenförmig geöffneten Nabeyama, der sich etwa 3 km südöstlich vom Südkrater erhebt. Möglicherweise ist aber auch die flache, ringförmige Insel Kamise ein Flankenkegel. Unter den Thermen der Insel sind die stark schwefelhaltigen zu Furosato und am Badeort Arimura die bedeutendsten.

Es ist zu erwarten, daß die letzte Eruption das im vorstehenden skizzierte topographische Bild des Vulkanbaues nicht unerheblich verändert hat.

A. Sieberg.





Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig und Berlin.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig und Berlin.

Tafel IV.

