

## Die Seismizität der Arktis

Von Prof. Dr. E. T a m s , Hamburg.

Seit mit Beginn dieses Jahrhunderts die instrumentelle Erdbebenforschung durch Vervollkommnung der Seismographen mehr und mehr an Bedeutung gewonnen hat, ist auch unsere Kenntnis von dem seismischen Verhalten unmittelbarer Beobachtung nur unzureichend zugänglicher Gegenden wie der Polargebiete erheblich gewachsen. So zeigte sich denn bald, wie der Verfasser zuerst dartun konnte, daß z. B. der Boden des Europäischen Nordmeeres oder des Skandik zwischen Skandinavien und Grönland von Island bis nach Spitzbergen in seiner zentralen Zone eine rege seismische Tätigkeit entfaltet, die sich bis in die Region des Arktik selber verfolgen läßt, und daß auch der Bezirk der Nordenskiöld-See zwischen der Taimyr-Halbinsel und den Neusibirischen Inseln beachtenswerte Erdbeben aufweist.

Die umfassende jüngste Darstellung der Seismizität der Erde von B. Gutenberg und C. F. Richter 1949 hat dann dieses Bild weiter vervollständigt, so daß diese beiden Autoren unter Mitverwertung neuerer Literatur und Beobachtungen nunmehr von einem zusammenhängenden arktischen Erdbebengürtel sprechen, der sich als Fortsetzung der seismischen Zone im Nordatlantik von Island über das Europäische Nordmeer, die Grönland-See und Spitzbergen nördlich am Fridtjof-Nansen-Land vorbei bis nach dem Gebiet der Lena-Mündung und den Neusibirischen Inseln erstreckt.

Als sehr nützlich für die instrumentelle Erfassung der Erdbeben dieses Gebietes haben sich (neben ferner gelegenen Stationen bei stärkeren Beben) insbesondere die Erdbebenwarten an seinem Rande wie Reykjavik auf Island, Scoresby-Sund und Ivigtut an der Ost- bzw. Südwestküste von Grönland, Upsala in Schweden und Eskdalemuir in Schottland gezeigt. Es sei aber außerdem bemerkt, daß vorübergehend (1911/12) auch eine deutsche Station in der Adventbay auf Spitzbergen tätig war, deren von C. Mainka veröffentlichte Ergebnisse dem Verfasser seinerzeit auch Unterlagen für seine Untersuchung lieferten. In einer näheren Erläuterung von Spitzbergens Erdbeben und Tektonik stellt A. Sieberg dieses Gebiet in seismischer Hinsicht dem süddeutschen Schollensystem an die Seite. Ferner war durch einige Jahre eine Erdbebenwarte mit der dänischen biologischen Station auf der Disko-Insel an der Westküste Grönlands verbunden, über deren Beobachtungen in der Zeit von Oktober 1907 bis Mai 1912 bei freilich erheblichen Unterbrechungen E. G. Harboe berichtete. [Siehe Gerlands Beiträge zur Geophysik Bd. XI (1912), Bd. XIII (1914) und Bd. XIV (1915—18)].

Die Umrandung des Arktik in Nordamerika und Grönland sowie im nordöstlichen Sibirien ist, soweit bei der eingeschränkten Beobachtungsmöglichkeit geschlossen werden kann, seismisch gar nicht oder nur wenig bewegt. Vom kanadischen Rand sind Erschütterungen aus dem Mündungsgebiet des Mackenzie und aus der Beaufort-See sowie aus dem Bezirk der Davis-Straße und dem Baffin-Meer bekannt. Letzteren entsprechen auch schwache Schüttergebiete an der gegenüberliegenden grönländischen Küste. Aus Grönland wird außerdem noch von seiner Ostküste in der Breite des nur durch die Dänemark-Straße von ihm getrennten, im Südwesten und Nordosten oft stark erschütterten Island gelegentlich über schwache Erdstöße berichtet.

In dem sibirisch-alaskaschen Übergangsgebiet zwischen Asien und Nordamerika liegt dann noch, wie weiter der Arbeit von Gutenberg und Richter zu entnehmen ist, durchaus außerhalb der zum zirkumpazifischen Erdbebengürtel gehörenden Aläuten- und Alaskazone neben einigen anderen Bebenherden ein beachtlicher Herd in rd.  $67^{\circ}$  N,  $172^{\circ}$  W. Gr. unweit der Bering-Straße. Hier werden besonders die Beobachtungen der seit 1935 in Tätigkeit befindlichen Warte in College bei Fairbanks in Alaska mehr Aufklärung verschaffen können.

Ein erheblicher Fortschritt in der Beurteilung der Seismizität einer Region wurde seitdem dadurch erzielt, daß es Gutenberg und Richter gelang (1935 und später), ein bestimmtes Maß für die „Größe“ („Magnitude“, M) eines Bebens als eines Ganzen zu prägen, das zugleich eine Abschätzung der in ihm zur Auslösung

gelangten Energie gestattet und somit wesentlich über die üblichen Intensitätsabschätzungen nach einer empirischen Stärkeskala auf Grund der unmittelbar sichtbaren Wirkungen einer Erschütterung hinausführt. Auch hat man im letzten Vierteljahrhundert weit vollständigere Vorstellungen über die Herdtiefe gewonnen als früher.

Nach der von den beiden eben genannten Autoren getroffenen Einteilung und ihren Ermittlungen handelt es sich in dem ganzen hier besprochenen Gebiet ausschließlich um Erdbeben mit „flach“ gelegenen Herden (Herdtiefe nicht größer als 60 km). Es waren weder eigentliche Tieferdbeben mit Herdtiefen über 300 km (bis zu rd. 700 km) noch auch Erdbeben mit den Zwischenherdlagen von 70 bis 300 km Tiefe nachweisbar.

Die Bestimmung der „Größe“ eines Erdbebens und des Betrages der ihr entsprechenden Energie beruht bei umfassender Anwendung auf nicht einfachen theoretischen Überlegungen bezüglich der Ausbreitung der elastischen Erdwellen sowie auf empirischen Festsetzungen und Ableitungen nach den seismometrischen Aufzeichnungen einzelner Beben, welche bekanntlich zuverlässigen Aufschluß über die verschiedenen Wellengruppen nach Art, Amplitude und Periode gewähren. So hat sich z. B. gezeigt, daß nach der auf diese Weise ausgearbeiteten Skala den bisher bedeutendsten daraufhin untersuchten Erdbeben eine Größe  $M$  von rd.  $8\frac{1}{2}$  zukommt und daß sämtliche Beben der Größenklasse gleich oder größer als 7,0 überall auf der Erde seismographisch erfassbar sind, während Beben, welche nicht über rd. 1000 km Entfernung hinaus registriert werden, eine Größe kleiner als 5,3 besitzen. Dem großen Lissaboner Beben von 1755 mag vielleicht eine Größe  $M$  von  $8\frac{3}{4}$  bis 9 zuzuschreiben sein. Die Energiebeträge ergeben sich sodann aus einer in vorläufiger Weise theoretisch und empirisch gestützten, einfach zu handhabenden Beziehung zwischen Energie  $E$  (in erg) und Größe  $M$ :  $\log E = 12 + 1,8 M$ , die jedoch den Wert von  $\log E$  höchstens bis auf eine Einheit genau liefert. Da es sich bei  $\log E$  um den dekadischen Logarithmus handelt, ist der so ermittelte Betrag von  $E$  selber damit höchstens bis auf eine Zehnerpotenz genau bestimmt.

In Anwendung auf die Erdbeben der Arktis seien nun nach den in der angeführten Arbeit von Gutenberg und Richter sehr vollständig enthaltenen Unterlagen zur weiteren Charakterisierung ihrer Seismizität abschließend noch die folgenden Angaben gemacht. Von den im Zeitraum 1908 bis 1945 nördlich von  $65^\circ$  n. Br. festgestellten 29 stärkeren Beben der Größenklassen größer oder gleich 6,0, die im allgemeinen noch gute Aufzeichnungen in mindestens 10 000 km Epizentraldistanz liefern, gehören rd. zwei Drittel dem oben angeführten arktischen Erdbebengürtel an. Unter den drei bedeutendsten Beben hatte außerdem eines (21. Februar 1928;  $M = 6,9$ ) seinen Herd in der an der Bering-Straße gelegenen Randzone der Tschuktschen-Halbinsel ( $67^\circ$  N,  $172^\circ$  W) und ein anderes (20. November 1933,  $M = 7,3$ ) im Baffin-Meer ( $73^\circ$  N,  $70\frac{1}{2}^\circ$  W). Bei dem dritten Beben (22. Januar 1910,  $M = 7,1$ ) handelt es sich um ein Epizentrum rd. 200 km nördlich von Island, dessen geographische Koordinaten der Verfasser gleich damals (abgerundet) zu  $68^\circ$  N und  $17^\circ$  W errechnete (Beiträge zur Geophysik Bd. X, 1910, Kl. Mitteilg. S. 250 ff.). Wie das Ausgangsgebiet dieses Bebens nebst weiterer Umgebung, das demnach in die seismische Hauptzone der Arktis fällt, immer wieder mehr oder weniger bedeutende Erschütterungen ausstrahlen läßt, so erwies sich aber auch die Region des Baffin-Meeres in der bezeichneten Gegend nach dem Großbeben von 1933 gewiß bis 1945 als seismisch recht unruhig. Und das bedeutende Beben an der Bering-Straße vom 21. Februar 1928 leitete hier ebenfalls in Bestätigung einer alten Erfahrung eine Periode regerer seismischer Aktivität ein. Wenigstens folgten ihm mit gleichem oder nahe benachbartem Epizentrum und der Größe  $M = 6\frac{1}{4}$  bis  $6\frac{1}{2}$  noch in demselben Monat zwei und bis zum 1. Mai d. J. ein weiteres Beben. — Fünfzehn Beben konnten bisher einigermaßen sicher mit einer Poldistanz ihrer Epizentren gleich bzw. kleiner als  $10^\circ$  festgestellt werden; und fünf von diesen ( $M = 5,3$  bis  $5,9$ ) näherten sich dem Pol mit ihren Ausgangsgebieten bis auf 5 bis  $3^\circ$ .

Die Energiebeträge der oben angeführten drei bedeutendsten Beben dürften sich auf Grund der angegebenen Beziehung zwischen Energie  $E$  und Größe  $M$  schätzungsweise auf die folgenden Werte belaufen: Erdbeben vom 21. Februar 1928 (Bering-

Straße,  $M = 6,9$ )  $3 \cdot 10^{24}$  erg; Erdbeben vom 22. Januar 1910 (nördlich von Island,  $M = 7,1$ )  $6 \cdot 10^{24}$  erg und Erdbeben vom 20. November 1933 (Baffin-Meer,  $M = 7,3$ )  $13 \cdot 10^{24}$  erg. Zum Vergleich sei das schwere Erdbeben vom 28. Dezember 1908 herangezogen, dem Messina und Reggio di Calabria zum Opfer fielen; es hatte auch einen „flach“ gelegenen Herd. Bei einer Größe  $M = 7\frac{1}{2}$  dürfte in ihm eine Energie von etwa  $32 \cdot 10^{24}$  erg zur Entfaltung gekommen sein, das ist also größenordnungsmäßig der gut fünffache Betrag wie bei dem Beben im Januar 1910 nördlich von Island. Bei Anwendung der obigen Beziehung zwischen „Energie“ und „Größe“ darf allerdings nicht vergessen werden, daß sie mit einem beträchtlichen Unsicherheitsfaktor behaftet ist. Für die Energie einer Atombombe wird als Größenordnung  $10^{21}$  erg angegeben.

#### Literatur.

- B. Gutenberg u. C. F. Richter: Seismicity of the Earth and associated Phenomena. (Princeton, New Jersey, 1949.)  
 A. Sieberg: Erdbebengeographie. Abschnitt VI im Handbuch der Geophysik von B. Gutenberg. Bd. IV. (Berlin, 1932.)  
 E. Tams: Die seismischen Verhältnisse des Europäischen Nordmeeres und seiner Umrandung. (Mitteilungen d. Geograph. Gesellsch. in Hamburg Bd. XXXIII, S. 37 ff., 1921.) Die Ergänzung hierzu im Centralblatt für Mineralogie etc. Jahrg. 1922, Nr. 13, S. 385 ff. Ferner: Erdbeben im Gebiet der Nordenskiöld See. (Gerlands Beitr. zur Geophysik Bd. XVII, S. 325 ff., 1927.)

#### Nachschrift.

In einer nach Fertigstellung dieser Übersicht erschienenen Abhandlung von Th. Stocks über „Die Tiefenverhältnisse des Europäischen Nordmeeres“ (Deutsche Hydrographische Zeitschr. Bd. III, S. 93 ff., 1950) haben insbesondere noch die seismischen Verhältnisse dieses Gebietes eine interessante Beleuchtung erfahren. Es erweist sich auf Grund der Verarbeitung eines umfangreichen neuen Lotmaterials, daß der Boden dieses Meeresraumes ein viel gegliedertes Relief besitzt, als bisher auf Karten zur Darstellung kam. Namentlich die Region von Island in der Richtung auf Jan Mayen und über diese Insel hinaus zeigt ausgeprägte Schwellenbildungen, mit denen, wenn auch nicht ausnahmslos, ein großer Teil der Bebenherde hier in Beziehung gebracht werden konnte. Ein sehr bewegtes Relief findet sich auch in dem mit vielen Epizentren besetzten Meeresgebiet vor der Westküste Spitzbergens. Die seismische Ruhe oder doch Erdbebenarmut des südöstlichen Teils des Europäischen Nordmeeres (des Norwegischen Beckens), auf die Verfasser dieser Zeilen seiner Zeit schon aufmerksam machte, harmoniert ganz mit der nun auch in Übereinstimmung mit dem vermutlich höheren geologischen Alter festgestellten wesentlich einförmigeren submarinen Bodengestaltung. — In einer Arbeit „Topographie and Sediments of the Arctic Basin“ (The Journal of Geology (Chicago) Vol. 57, 1949, S. 512 ff.) schließt K. O. Emery für das noch wenig bekannte arktische Becken mit einiger Wahrscheinlichkeit umgekehrt aus dem Verlauf der seismischen Zone hier, wie wir sie oben kurz beschrieben haben, auf eine unregelmäßige submarine Topographie in dem von ihr überstrichenen Gebiet.

## Ausrüstungserfahrungen von einer Grönlandexpedition

Von Dr. Gottfried Weiß, Hehlen/Weser.

Während des Krieges ist unendlich viel geplant und überlegt worden, wie die damals entsandten arktischen Wetterdienst-Expeditionen am zweckmäßigsten auszurüsten seien. War das doch für uns Deutsche völliges Neuland. Aus den Expeditionen der Kriegsjahre ist dann viel praktische Erfahrung gesammelt worden. Damit das alles nicht der Vergessenheit anheimfällt, soll im folgenden der Versuch gemacht werden, einiges über Ausrüstung und Überwinterungstechnik von der Nordostgrönland-Expedition 1942/43 festzuhalten. Das hier Gesagte bezieht sich auf eine ortsgebundene Überwinterung, nicht auf Reisen. Ich schildere einfach, wie wir uns eingerichtet haben, ohne daß es in jedem Fall ideal war. Andere Expeditionen mögen ganz abweichende Erfahrungen gemacht haben. Gerade darum wäre es gut, wenn auch die Überwinterungsmethoden von den übrigen Arktisunternehmungen der Kriegszeit geschildert würden, vor allem auch von denen der Luftwaffe. Uns kam zugute, daß der Expeditionsleiter Hermann Ritter mit der Lebensweise der norwegischen Fänger auf Spitzbergen wohlvertraut war.

Als Unterkünfte sollten ursprünglich fertige, zerlegbare Hütten mitgenommen werden. Das erwies sich 1942 als unmöglich, und wir nahmen daher leichte Bretter mit Nut und Feder, fertige Fenster sowie Balken und Pfosten mit und haben uns draußen unsere Behausungen selbst gezimmert. Sie waren doppelwandig und hatten leicht geneigte Dächer, mit Pappe beschlagen, geteert und mit Kies bestreut. Der Segeltuchbezug, den wir außen anbrachten, dürfte Luxus gewesen sein. Die Norweger erreichen absolute Winddichtigkeit, indem sie die Wände von außen mit