

## Werk

**Titel:** Die Erdbeben in ihrer Beziehung zum Aufbau der Erdrinde

**Autor:** Frech , Fritz

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1907

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110\\_0022](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0022) | LOG\_0466

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

# Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXII. Jahrg.

21. November 1907.

Nr. 47.

## Die Erdbeben in ihrer Beziehung zum Aufbau der Erdrinde.

Von Prof. Fritz Frech (Breslau).

(Vortrag, gehalten in der allgemeinen naturwissenschaftl. Sitzung d. Versamml. deutsch. Naturf. u. Ärzte zu Dresden am 19. Sept. 1907.)

1. Man glaubte lange Zeit, daß die Erde ihre Sturm- und Drangperiode endgültig überwunden habe und daß in den Gebirgen, d. h. in den emporgewölbten Zonen der Oberfläche unseres Planeten nur noch das letzte Nachsickern ehemaliger Massenbewegungen fühlbar sei. Die Erdbeben stellten — so meinte man — hier wie auf dem Grunde des Ozeans nur das letzte Nachklingen gewaltiger Ereignisse dar, wären aber nicht mehr imstande, ihrerseits merkbare Verschiebungen des Felsgerüstes hervorzurufen. Vielmehr kehre der bewegte Teil des Erdgerüstes wieder in seine Lage zurück. Ältere Nachrichten über Hebungen der Küsten Südamerikas schienen zu wenig verbürgt oder zu allgemein gehalten, um Glauben zu verdienen. Eine genau beobachtete Ortsveränderung in Neuseeland schien einem vulkanischen Zentrum anzugehören, also den räumlich wenig ausgedehnten Bodenbewegungen des sogenannten Serapeum bei Pozzuoli zu entsprechen.

Jedoch wurde schon 1891 nach dem großen zentraljapanischen Erdbeben in der Gegend von Midor eine mehrere Meter betragende Verschiebung, sowie ein gleichzeitiger 6 m messender Abbruch in einer neu erbauten Kunststraße gemessen und photographiert.

Daß jedoch die Erdbeben nicht nur die letzten Nachwirkungen der Gebirgsbildung sind, sondern auch erhebliche Massenverschiebungen hervorbringen, lehrte vor allem ein Beispiel aus der jüngsten Vergangenheit: An dem Yakutatfjord in Alaska wurden als Folge eines Anfang September 1899 erfolgten Erdbebens ausgedehnte Hebungen im Höchstbetrage von 47 engl. Fuß und gleichzeitig in den seewärts gelegenen Küstenstrecken Senkungen von 6 bis 9 engl. Fuß beobachtet und gemessen. Diese Niveauveränderungen entsprechen genau dem ziemlich gradlinigen Verlauf der Küsten und sind also auf Verschiebungen der Erdrinde zurückzuführen, wie sich in ähnlicher Weise die Westküste Süditaliens oder der Südabsturz des sächsischen Erzgebirges oder der Monte Rosa-Gruppe gebildet haben. Die Yakutatbai liegt etwa 10 geographische Meilen von der höchsten Berggruppe Nordamerikas, den Eliasbergen,

entfernt, deren Erhebung nicht durch vulkanische Aufschüttung wie sonst in den Cordilleren, sondern ausschließlich durch tektonische Kräfte erfolgt ist. Eine Wiederholung der seewärts gelegenen Abbrüche und der landeinwärts erfolgenden Hebungen könnte also allmählich die gewaltigen Höhenunterschiede zwischen Gebirgen und Meerestiefen bedingen, welche Ostasien und die Westküsten der amerikanischen Kontinente auszeichnen.

Auch nach dem großen Erdbeben von San Francisco wurden im April 1906 horizontale Verschiebungen im Betrage von mehreren Metern gemessen, welche die kalifornische Küste in einer Länge von Hunderten von Kilometern betroffen haben und von lokalen Senkungen begleitet wurden. Lücken und Unterbrechungen in den Höhenzügen sind in dem kalifornischen Küstengebiet schon lange sichtbar gewesen und im Jahre 1900 lediglich erweitert worden. Wenn nun auch derartige Massenbewegungen glücklicherweise zu den Ausnahmen gehören, so sind doch starke, weithin verfolgbare Beben, sogenannte „Fernbeben“ (oder Weltbeben), verhältnismäßig häufig. 100 bis 150 mal im Jahre erfolgen an irgend einem Punkte der Erde Beben von solcher Heftigkeit, daß die von ihnen ausgehenden Stöße durch die ganze Erdkruste hindurch fühlbar sind; d. h. die Stöße können bei genügender Feinheit der modernen, selbstregistrierenden Instrumente noch in Abständen von einigen tausend Kilometern aufgezeichnet werden.

2. Eigentliche oder tektonische Beben. Die Erdbebenkunde oder Seismologie hat somit in den letzten zwei Jahrzehnten ungeahnte — an die Röntgenstrahlen oder das lenkbare Luftschiff erinnernde — Fortschritte gemacht. An die Stelle der Annahme, daß die Beben von einzelnen Punkten (Zentren) im Innern der Erde ihren Anstoß empfangen, trat der Nachweis, daß unterirdische Dislokationszonen, Faltungen und Brüche vorhanden sind, die vielfach mit den jüngeren Hochgebirgen zusammenfallen. Der tektonische Ursprung der meisten Beben oder, genauer gesagt, aller Erschütterungen, welche den Namen Erdbeben verdienen, wurde allgemein angenommen.

Erderschütterungen von allgemein wahrnehmbarer Verbreitung wurden dagegen niemals als die Folgen der Einstürze unterirdischer, durch chemische Auflösung geschaffener Hohlräume oder als Vorboten vulkanischer Ausbrüche beobachtet. Sowohl

die Einsturzbeben wie die mit der Aufwärtsbewegung der Lava verbundenen Zuckungen sind örtlich eng begrenzt. Die Zerstörungen beschränken sich meist nur auf einen Raum von wenigen Quadratkilometern, und die empfindlichen Instrumente mitteldeutscher Beobachtungsstationen zeichnen eine starke Dynamitexplosion, so die auf einem Fort in Besançon erfolgte Katastrophe exakt auf, während der Ausbruch des Vesuvs keine Einwirkung hervorruft.

Die Unabhängigkeit der Erdbeben von vulkanischen Ausbrüchen wird ferner durch Beobachtungen aus der Südsee und dem Liparischen Meer erwiesen. Im Tonga-Archipel wurden bis Juli 1907 lange dauernde submarine Vulkanausbrüche in einer Tiefe von 300 Faden beobachtet, ohne daß gleichzeitig irgend welche Erschütterungen der Inseln wahrnehmbar waren. Noch überzeugender sind die Angaben Riccos in Catania über die Tätigkeit des Stromboli, der während einer Beobachtungszeit von zehn Jahren (1896—1906) keinerlei Beziehungen zu den gleichzeitigen kalabrischen Erdbeben gezeigt hat. Auch in Island sind die besonders im Südwesten der Insel häufigen Erdbeben räumlich und zeitlich vollkommen unabhängig von den Lavaergüssen.

Es empfiehlt sich daher, den Begriff der Erdbeben auf die mit tektonischen Ereignissen, d. h. mit Horizontalschüben, Hebungen und Senkungen zusammenhängenden Veränderungen des Felsgerüsts der Erde zu beschränken, die oberflächlichen Einbrüche und die vulkanische Ausbrüche begleitenden Zuckungen aber im Zusammenhang mit der chemischen Geologie oder dem Vulkanismus zu behandeln.

3. Statistik. Ähnliche Fortschritte wie die physikalische und geologisch-tektonische Forschung hat die Statistik der Erdbeben zu verzeichnen. An die Stelle der einzelnen Forscher, die bis zur zweiten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts die Nachrichten über Erdbeben sammelten, sind zwei große internationale Organisationen getreten. Die eine umfaßt 22 Staaten, vor allem die Länder des Dreibundes, Rußland und ihre außereuropäischen Kolonien, die andere England mit Japan und den ausgedehnten englischen Besitzungen. Die Berichte der ersteren werden von dem Straßburger geophysikalischen Institut unter Leitung von Gerland, die der anderen von dem Engländer John Milne gesammelt, der meist in Japan tätig war und jetzt eine Erdbebenwarte auf der Insel Wight leitet. Die kartographischen Übersichten des letztgenannten zeigen, trotzdem sie nur einen Zeitraum von fünf Jahren umfassen, doch eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit dem Verlauf der jüngeren, in tertiärer Zeit entstandenen Hochgebirge. Zwei der auffälligsten Abweichungen von der Begrenzung der Rocky Mountains, welche unerschütterte Gebiete im äußersten Norden von Amerika und in Kalifornien anzuzeigen schienen, wurden durch das San Francisco-Beben von 1906 und die gewaltige Erschütterung von Alaska (1899) ausgefüllt. Dagegen scheint der Erdfriede, welcher die Mitte

und den Osten des nordamerikanischen Kordillergebietes, also die Plateauregion und die eigentlichen Rocky Mountains kennzeichnet, auf dem hohen geologischen Alter dieser Gebirge zu beruhen.

4. Die Ursprungsgebiete der Fernbeben. Doch ist nicht der frühere oder spätere Beginn, sondern die Fortdauer der gebirgsbildenden Vorgänge der für die Erdbeben ausschlaggebende Faktor. Die auf der ganzen Erde aufgezeichneten Fernbeben gehen von Gebieten aus, die zwar gänzlich abweichenden Aufbau zeigen, in denen jedoch durchweg die tektonischen Vorgänge noch nicht zum Abschlusse gelangt sind:

I. Derartige Bebenherde finden wir auf dem Grunde des Indischen und an den Randgebieten des Nordatlantischen Ozeans, d. h. in den letzten Überresten alter versunkener oder versinkender Länder. Auch der Nordosten des Mittelmeeres, Pontus bis Adria, gehören hierher; weniger sicher ist die Deutung der zentralpazifischen Beben um Samoa. II. Einen zweiten Typus tektonischer Beben bilden die jüngeren eurasiatischen, von Südspanien, dem Atlas und den Alpen bis zum Himalaja und Hinterindien ausgedehnten Hochgebirge, in denen jüngere emporgewölbte oder überschobene Falten zwischen älteren, verfestigten Massen zusammengequetscht sind und emporgepreßt werden. Je älter das Gebirge, um so geringer die Zahl der Beben. Die Pyrenäen sind in früherer Zeit gebildet als die Alpen, diese aber wieder älter als der Himalaja, und im gleichen Verhältnis vermehrt sich die Zahl der Beben. III. Gänzlich von den Alpen verschieden ist nach Ferdinand v. Richthofen der Bau der zirkumpazifischen, insbesondere der ostasiatischen Gebirge und Inselbögen. Nach den gewaltigen, der Ost- und Westküste genäherten Tiefen des Stillen Ozeans glitten die Gebirgsschollen der Kontinentalmasse seitlich abwärts, und dieser in den japanischen, philippinischen und vielen amerikanischen<sup>1)</sup> Erdbeben noch heute wahrnehmbare Vorgang hat schon in sehr früher (paläozoischer) Vorzeit begonnen.

Der verschiedenartige Bau eurasiatischer Faltungsketten und pazifischer Zerrungs- oder Bruchgebirge tritt äußerlich schon in der verschiedenen Verteilung der Vulkane hervor. Die heutigen Vulkanausbrüche und früheren Eruptionen kennzeichnen im ganzen Umkreis des Stillen Ozeans die Hauptketten der Gebirge, während sie in den Alpen und Karpathen auf die Innenzonen der Gebirgsbögen beschränkt sind. In Ostasien entsprach die Gebirgsbildung dem mit einseitiger Aufrichtung verbundenen seitlichen Abgleiten der Schollen, und die Ausbrüche erfolgten daher unmittelbar an diesen primären Zerreißen,

<sup>1)</sup> Eine nachträgliche Bestätigung obiger Anschauung bildet das schwere Seebeben vom 16. Oktober 1907, dessen Intensität nach den Aufzeichnungen der California University (Berkeley) die Erschütterungen von San Francisco (1906), Valparaiso und Jamaika übertrifft. Der Bebenherd der auch auf der neuen, erst in der Einrichtung begriffenen Breslauer Bebenwarte gespürten Erschütterung ist auf dem Grunde des Pacific etwa zwischen Hawaii und der Südküste von Mexiko zu suchen.

d. h. den Hauptachsen der Gebirge. In den Himalajas fehlen Vulkanausbrüche ganz, und in den alpinen Gebirgen sind sie, als sekundäre, nachträgliche Erscheinungen, auf die südlichen oder Innenseiten beschränkt. Die Grenze zwischen den jüngeren, aufgewölbten Hochgebirgen und den älteren, verfestigten Massen wird durch Verwerfungen und die auf ihnen erfolgenden vulkanischen Ausbrüche bezeichnet. Besonders deutlich tritt diese Erscheinung in Ungarn und an den Küsten des Tyrrenischen Meeres hervor. In Italien liegen die Küstenbrüche und Vulkane zwischen der versunkenen alten Tyrrenis, deren Reste in Korsika, Elba und Sardinien erhalten sind, und den umgebenden jüngeren Ketten der Apenninen; ähnlich umgibt der Dreiviertelkreis der Karpathen das alte ungarische Festland, dessen Reste in Siebenbürgen sichtbar werden; und zwischen beiden liegt die breite Zone der ehemaligen Lavaergüsse, deren Boden heute durch Fruchtbarkeit und Weinbau (Tokai) ausgezeichnet ist.

In Ostasien und im westlichen Amerika entspricht dagegen die Verbreitung der Vulkane dem Verlaufe der Haupterhebungen und der Inselbögen. Im westlichen Nordamerika unterscheidet die neuere Forschung drei hauptsächliche Gebirgssysteme, die eigentlichen (östlichen) Rocky Mountains, die intermontane Plateau-Region und das pazifische, aus Sierra Nevada und kalifornischer Küstenkette bestehende System. Tätige Vulkane und Erdbeben fehlen in den zentralen und östlichen Gebirgen so gut wie gänzlich. Beide Gebirgssysteme bestehen aus älteren, gefalteten Massen, die in späterer Zeit gebrochen und gehoben worden sind. Die hauptsächlichen Faltungen sind paläozoisch, und eine spätere posthume Bewegung entspricht dem Ende der Kreidezeit. Die Brüche zwischen den großen Ebenen Nordamerikas und den Rocky Mountains gehören dem Beginn und der Mitte der Tertiärzeit an. Jüngere tertiäre Gebirgsbildung und Erdbeben sind beschränkt auf das pazifische Gebirgssystem in Alaska, Oregon, Kalifornien und auf die mexikanischen Sierras. Die Hochgebirge im Washington-Territorium und in Britisch-Columbia sind so dünn bevölkert, daß wir das Fehlen von Erdbebenberichten auf den Mangel an Beobachtern zurückführen dürfen. Wie sehr der Nachrichtendienst die Gestaltung der Erdbebenkarten beeinflußt, zeigt die schon erwähnte Tatsache, daß auf den 1903 von Milne veröffentlichten Übersichtsbildern San Francisco und Alaska als erdbebenfrei angegeben worden sind. Andererseits zeigt das 35 Jahre zurückliegende Beben von Owens Valley in Kalifornien, daß der gewaltige, den Ostabsturz der Sierra Nevada bildende Bruch damals die Ausgangszone der Erschütterung war. Ebenso entspricht die horizontale Verschiebung nach dem San Francisco-Beben von 1906 einer längst bekannten, im Antlitz der Landschaft deutlich wahrnehmbaren Verwerfungszone.

Der zonenförmige Bau der Kordilleren steht in deutlichem Gegensatz zu dem massigen Bau der asiatischen älteren Gebirge. Aber beide haben das

wichtige Merkmal miteinander gemein, daß der Ursprung der Gebirgs- und Erdbebenbewegungen nicht in den Erhebungen der Kontinente, sondern in den Tiefen des Pazifischen Ozeans zu suchen ist. Auch in Südamerika liegen fünf gewaltige Tiefe auf dem Meeresgrunde nahe der Küste und entsprechen den Herden der zerstörendsten Beben von Peru und Chile (Valparaiso 1906).

Ebenso liegt in Japan das weit ausgedehnte, 8000—9000 m eingesenkte Tuscaroratief dicht neben dem Schauplatz der furchtbarsten Erschütterungen (1891 Midor). Die japanischen, als „Tsunimos“ bezeichneten Seebebenwellen sind ebenfalls auf die pazifischen Küsten des Inselbogens beschränkt, während das Japanische Meer keine Bewegungen erfährt. Es scheint also, als ob auf dem Grunde des Tuscaroratiefs immer noch weitere Senkungen erfolgen, die ihrerseits eine entsprechende seitliche Zerrung und Erschütterung der Inselbogen zur Folge haben.

Wir kommen also zu dem Schluß, daß alpine und pazifische Gebirge einen gänzlich abweichenden Bau zeigen, und daß diese grundsätzliche Verschiedenheit in der räumlichen Verteilung der Vulkane und Erdbeben ihren klarsten Ausdruck findet. In den pazifischen Gebirgen liegen die Erdbebenherde in den randlichen Tiefen des Ozeans, und die zentralen und kontinentalwärts liegenden Gebirge sind somit ganz oder fast ganz erdbebenfrei; die Vulkane folgen dagegen den Haupterhebungen der Gebirge. In den alpinen oder eurasiatischen Gebirgen liegen dagegen die Vulkane — sofern sie vorhanden sind — außerhalb der durch tektonische Kraft emporgewölbten Gebirgsketten, während die Erdbebenherde im wesentlichen mit der Verbreitung der Gebirgsketten zusammenfallen. Die handgreiflichsten Reaktionen der inneren Kräfte gegen die Oberfläche beweisen somit, daß die Anschauung Richthofens von der grundsätzlichen Verschiedenheit der Alpen und der pazifischen Gebirge wohlbegründet ist.

5. Abnahme der Erschütterungen in älteren Gebirgen. Die Statistik der Beben lehrt, daß die Gebirge von jungpaläozoischem Alter, wie die Appalachien, der Ural und die europäischen Mittelgebirge, die Ausgangspunkte von weniger zahlreichen und vorwiegend schwachen Erdstößen sind. Diese Abnahme entspricht genau der Verringerung der Beben, welche Himalaja, Alpen und Pyrenäen erkennen ließen. Auch die asiatischen Hochflächen von Tibet und Iran scheinen — ebenso wie die Plateauregionen Nordamerikas — bebenfrei oder sehr bebenarm zu sein. Nur in Hocharmenien nehmen mit der Annäherung an den Kaukasus und die jüngeren südpersischen Zagrosketten die Stöße an Zahl und Heftigkeit zu. Während in Armenien auch jüngere Brüche den alten Kern des Hochlandes durchsetzen, ist die einzige Ausnahme in Nordamerika schwerer zu erklären.

Das nach räumlicher Ausdehnung und Intensität bemerkenswerte Charleston-Beben von 1886 gehört dem atlantischen Absturz der alten, sonst nur von schwächeren Stößen betroffenen Appalachien an,