

Prof. Dr. K. Freiherr von Fritsch (Halle):
Ueber Erdbeben.

(Im Auszuge von dem Herrn Vortragenden mitgetheilt.)

Auf die unheimlichste aller Naturerscheinungen, auf die Erdbeben, hat sich die allgemeine Aufmerksamkeit wieder hingewendet, seit die furchtbaren Ereignisse von *Agram*, von *Ischia*, von *Chios* aller fühlenden Menschen Mitleid wach gerufen haben. Knüpften sich an die vernichtenden, dämonischen Gewalten der Erderschütterungen, welche so eindringlich des Menschen Ohnmacht lehren, von unvordenklichen Zeiten her religiöse Vorstellungen sowie Sagen und Aberglauben; — bewahren uns örtliche Chronik und allgemeine Geschichte die Erinnerung an viele solcher Vorgänge, so müssen wir trotz einer umfangreichen Literatur die wissenschaftliche Erkenntniß der Erbeben als weit im Rückstande befindlich bezeichnen.

Einzelne nur unter Tausenden von Beobachtern bewahren ja im Augenblicke des Wankens von Allem, was unverrückbar schien, oder gar im Momente der Gefahr und Noth, die Unbefangenheit scharfer Wahrnehmungen. So besitzen wir noch von keinem Erdbeben eine genaue Kenntniß aller Bewegungen und Vorgänge, welche dabei stattgefunden haben; in den besten Beschreibungen einzelner Erdbeben tritt die Unsicherheit über die Grenzen des Erschütterungsgebietes, über Stofsrichtungen und Beobachtungszeiten hervor. Manchem Fachmanne selbst dürfte der beim Erdbeben auf den *Philippinen* vom Juli 1880 geführte Nachweis, daß die Horizontal-schwingungen oft am einen Beobachtungspunkte ihre Richtungen verändern, überraschend gewesen sein; Untersuchungen über die horizontale und verticale Bewegung, wie sie bei jenem Erbeben in *Manila* angestellt worden sind, bleiben leider sehr vereinzelt. (Vergl. *American J. of Sc.* 1881, S. 52., Tb. 4). Trotz (oder wegen?) der Lückenhaftigkeit der thatsächlichen Unterlagen ist die Theorie der Erdbeben viel besprochen worden und Gegenstand erbitterter Streitigkeiten gewesen.

Vor etwa einem Jahrzehnt waren in Deutschland zwei Erdbeben-theorien die fast ausschließlicly berücksichtigten: die herrschende Lehre hielt die Erschütterungen für Erscheinungen, welche, von einem glutflüssigen Erdkerne abhängig, den Vulkanausbrüchen nächstverwandt seien. Die sogenannten Neptunisten dagegen leiteten die Erdbeben von Ein-

stürzen unterirdischer Hohlräume her. Andere Anschauungen fanden selten Eingang.

Wesentlich anders ist die Sachlage jetzt, nachdem von zahlreichen neueren Schriften über Erdbeben mehrere der bedeutsamsten in unserer Sprache den Gebildeten der Erde mitgetheilt worden sind. Es mag genügen, hier an einzelne dieser Arbeiten zu erinnern: an Stur's Bericht über das Beben von *Klana*; an des tiefbetrauerten K. v. Seebach Untersuchungen über das mitteldeutsche Erdbeben vom 6. März 1872, und an die daran anknüpfenden Schriften von A. v. Lasaulx und von Andern; an Suess' Arbeiten über niederösterreichische und süditalische Erdbeben, und an die mehr oder minder selbstständig hieran anknüpfenden Studien von Bittner, Höfer, Hörnes etc.; an Jul. Schmidt's so reichhaltige und bedeutende Beobachtungen über Erdbeben des Orients, an wichtige Arbeiten und Bemerkungen von H. Credner, Fr. Pfaff, G. vom Rath etc.; an die Begründung und Thätigkeit einer schweizerischen Erdbebencommission und einer mittelhheinischen zu Karlsruhe.

So ist denn fast allgemein die Ueberzeugung durchgedrungen, daß die Erdbeben verschiedene Ursachen haben, unter welchen die Einstürze unterirdischer Hohlräume ebenso wie die vulcanischen Vorgänge für manche locale Erderschütterungen Veranlassung geben mögen, während die zahlreichsten und bedeutendsten Erdbeben mit den gebirgsbildenden Pressungen und Spannungen der Erdrinde zusammenhängen. Die bei manchen, aber bei Weitem nicht bei allen Vulkanausbrüchen vorkommenden Erdbeben ebenso wie andere vulcanische Erderschütterungen beruhen namentlich auf unterirdischen Explosionen, z. B. auf plötzlicher Wasserdampfentwicklung beim Zutritt größerer Wassermassen zum heißflüssigen Gestein. Selbst jene Geologen, welche ein feurig flüssiges Erdinneres annehmen, können diesen Pyriphlegethon zur Erklärung der meisten Erdbeben nicht herbeiziehen, denn die Region, von der aus die Erdbeben ihren Herd zu haben scheinen, liegt der Erdoberfläche viel zu nahe. Die größte denkbare Tiefe des Erdbebenherdes wurde nämlich für mehrere nicht unerhebliche Erderschütterungen zu 15—22 km bezeichnet, während wahrscheinlich auch bei der Vorstellung von einem punktförmigen Erdbebenherde noch geringere Tiefe anzunehmen sei. Hält man die Grundlagen jener Rechnungen für noch so unsicher, so wird man doch zu einer ganz ähnlichen Vorstellung durch Vergleichung der Mafse von Erschütterungsgebieten der Erdbeben mit denen von Erderschütterungen gelangen, welche mit menschlicher Thätigkeit zusammenhängen. Krupp's Dampfhammer von 1000 Ctr. Gewicht und 3 m Hubhöhe soll eine Fläche von fast 8 km Durchmesser in merkbare Schwingungen versetzen. 1819 soll die Sprengung eines Pulverthurms bei Mainz bis über 38 km weit fühlbar gewesen sein. Die am 10. Februar 1881 eingetretene Explosion der Dynamitfabrik bei Leimbach wurde in Halle (41 km) und selbst in Merseburg (45 km von L.) als Bodenerschütterung wahrgenommen. Darf man einen Erschütterungskreis dieser Explosion von 90 km Durchmesser annehmen, so sind

wenige Erdbeben bekannt, die einen 100 mal größeren Durchmesser des Erschütterungsgebietes haben. Nur vom Lissaboner Erdbeben vom 1. November 1755 soll $\frac{1}{13}$ der Erdoberfläche erschüttert worden sein. Diese Zahl ist jedoch sehr weit überschätzt, denn sie beruht wesentlich darauf, daß die Meeresbewegung sich auf der amerikanischen Seite des Atlanticus und an fernen Gestaden Europas fühlbar gemacht hat. Wir wissen aber aus neuerer Erfahrung, daß örtlich beschränkte, z. B. peruanische etc. Erdbeben bis nach Neuseeland herüber das Meer in Schwingung versetzen, ohne daß das feste Land auch dort merklich zittert.

In jenen Tiefen, in denen wir den Ausgangspunkt der Erdbeben zu suchen haben, müssen wir festes Gestein als vorhanden annehmen, und wir schliessen aus allen bekannten Verhältnissen, daß dort physische und chemische Kräfte stetig fortwirken, manche Gesteinsmassen zu vergrößern und zu dehnen, andere zu verkleinern. Dadurch müssen also Spannungen entstehen, die sich bei irgend einem, an sich geringfügigen Anstöße auflösen. Bei festen Körpern erfolgt die Auslösung ähnlicher Spannungen wie die alltäglichen Erfahrungen an den Körpern und Geräthen unserer häuslichen Umgebung zeigen:

1. entweder durch Schwingungen allein,
2. oder durch Aufbersten von Spalten, unter davon abhängigen Vibrationen,
3. oder durch Reibung und Gleiten der Massentheile unter gleichzeitigem Erzittern.

Bei Erdbeben sind nun die ursprünglichen gespannten Massen die Schichten und die etwa dazwischen vorhandenen Stöcke, Ströme oder Gänge von Gesteinen. Aus vielen Erscheinungen im Schichtenbau ist zu schliessen, daß oft eine oder mehrere Schichten größeren Spannungen unterworfen sind, als die umgebenden Massen. Jedenfalls handelt es sich um Gesteinsarten von sehr verschiedenen Eigenschaften, und so dürfen wir es nur natürlich finden, daß zwar die Schwingungen, nicht aber das Aufreißen der Spalten oder gar das Reiben und Gleiten der Gesteine an einander an der Erdoberfläche beobachtet zu werden pflegen. Die Schwingungen werden hauptsächlich durch die Gegenbewegungen der Körper an der Erdoberfläche wahrnehmbar, sehr viel weniger direct. Nun sind die Erschütterungen im Allgemeinen denen von schwingenden Platten (den Schichten) und Plattensystemen vergleichbar. Von den Klangfiguren tönender Platten her wissen wir, daß hierbei sehr eigenthümliche Erscheinungen lokaler Verstärkung und örtlicher Schwächung der Erschütterungen, wechselnde Schwingungsrichtungen etc. vorkommen und auf diese Verhältnisse scheinen zurückführbar die merkwürdigen Anordnungen sogenannter Erdbeben-Brücken, auch der stark erschütterter Stellen in sonst wenig berührten Erdbebengebieten etc. etc. Längs vorhandener Spalten haben wir wohl in der Regel Hemmungen der Schwingungen anzunehmen, Verstärkungen der Bewegung, wo die erschütterten Gesteine dichter an einander gepreßt sind.

Um bei vorhandenen Spannungen der Gesteine die Erderschütterungen eintreten zu lassen, dazu genügt vermuthlich in vielen Fällen eine sehr geringe Veränderung der Pressung; denn die Spannung versetzt die Gesteine gewissermassen in labiles Gleichgewicht. So können wir die verschiedensten Vorgänge an der Erdoberfläche wirksam denken, um die Auslösung der Spannung eintreten zu lassen und wir können es auch nur natürlich finden, daß jene Differenzen der Gravitation, welche zur Periode der Syzygien im Meere die Springfluthen erzeugen, einzelne solcher Spannungen so verändern, daß Erdbeben eintreten. Noch ist freilich die Aufzählung der Erdbeben in jeder Art so unvollkommen, daß sichere Schlüsse nicht zu ziehen sind, selbst wenn man vollkommeneren Tabellen benutzt als H. Falb, der z. B. von 26 sonst für September 1852 aufgezählten Erdbeben eines erwähnt und als verspätetes bezeichnet etc. etc. Aber die sorgfältigsten Erdbebenstatistiker neigen sich zur Anschauung, daß einige Erdbeben mehr auf die Zeiten der Springfluthen als auf die der Nippfluthen fallen mögen. Groß ist ein etwaiger Zahlenunterschied nicht, denn schon von den wenigen Gegenden, über welche Nachrichten eingehen, wissen wir, daß täglich in der Regel an 2 bis 3 Orten die Erde bebt.

Ein großer Fortschritt liegt offenbar in dem Bestreben, bestimmte Erdbeben auf geotektonische Verhältnisse ihres hauptsächlichen Erschütterungsgebietes zurückzuführen. Nur in der Art, wie das geschieht und namentlich in der Bedeutung, welche man den „Stofslinien“ giebt, wird die künftige Forschung wohl andere Wege gehen, als die, welche nach Suefs' Vorgang jetzt viele Bearbeiter von Erdbeben betreten haben.

Vor allen Dingen wird die Wissenschaft mehr und mehr darauf hinzuwirken haben, daß wir über die thatsächlich bei den einzelnen Erdbeben wahrnehmbaren Bewegungen objective Beobachtungen, wo möglich von selbstregistrirenden Apparaten erhalten. Möchten im Schoofse der Gesellschaft für Erdkunde sich Männer finden, welche solche Beobachtungen für Deutschland, oder doch für Theile des Vaterlandes organisiren helfen. Nur in der Hoffnung zur Errichtung seismologischer Stationen eine Anruegung zu geben, durfte ich wagen, hier über Erdbeben zu sprechen.