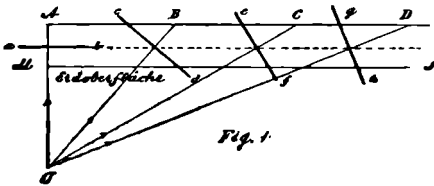


Zur Malletschen Methode der Bestimmung des Erdbebencentrums.

Der englische Forscher R. Mallet hat bekanntlich zur Ermittlung des Oberflächenmittelpunktes und der Tiefe des Ausgangspunktes von Erdbeben ein Verfahren eingeschlagen, welches auf folgendem Prinzip beruht.

In der Figur 1 sei MN die Oberfläche der Erde oder eine sich darauf befindende Mauer, O der in der Tiefe gelegene Ausgangspunkt der Erschütterung, OA, OB, OC, u. s. w. seien die



Richtungen der Stöße, welche vom Centrum aus an die Oberfläche gelangen. Nach Mallet müßten durch derartige mechanische Wirkungen Risse im Mauerwerk erzeugt werden, deren Richtungen stets senkrecht zu den Stöfsradien stehen, also in der Figur durch die Linien ab, cd, ef, u. s. w. angedeutet werden. Die Beobachtung der Neigung dieser Sprünge gegen den Horizont sowie ihrer gegenseitigen Entfernungen ermöglicht dann auf konstruktivem oder rechnerischem Wege leicht die Ermittlung der Lage M des Epizentrums und der Tiefe MO des Stöfsmittelpunktes.

In einem Vortrage über „Erdbeben“, welchen Dr. Schwahn in der Urania hielt, wurde diese Malletsche Methode näher erörtert und als zutreffend hingestellt. Dem gegenüber machte Herr Bergingenieur Dr. F. M. Stapff in einem Schreiben darauf aufmerksam, daß die in der heutigen Geologie noch fast als Axiom geltende Voraussetzung, die Spaltenflächen lägen normal zur Stöfsrichtung, weder theoretisch begründet, noch durch die Erfahrung bestätigt sei. Herr Dr. Stapff hat seit mehr als 10. Jahren bei verschiedenen Gelegenheiten (z. B. „Zur Mechanik der Schichtenfaltungen“, Neues Jahrb. für Mineralogie etc., 1879, pag. 800; „Geologische Durchschnitte und Tabellen über den großen Gotthardtunnel“, Specialbeilage zu den Berichten des Schweizerischen Bundesrathes über den Gang der Gotthardbahnunternehmung, 1873—1881, Nordseite, pag. 191; „Geol. Profil des Gotthard in der Axe des großen Tunnels“, ibid. 1880, deutscher Text pag. 37, französischer

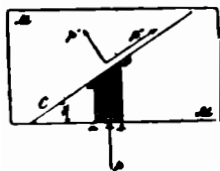
pag. 41; „Niveauschwankungen zur Eiszeit“, Jahrb. d. Königl. Preuss. Geolog. Landesanstalt pro 1888, pag. 61—62 Anm.; u. a.) darauf hingewiesen, dafs die Richtung der durch Druck erzeugten Ablösungsklüfte, falschen Schieferung etc. von demselben mechanischen Gesetz abhängt, welches auch der „Theorie des Erddrucks“ zu Grunde liegt.

Wird ein Körper einer gleichförmigen Normalpressung auf einer seiner Seiten unterworfen, so bildet sich unter demjenigen Winkel, welcher dem geringsten Kraftaufwande entspricht, eine natürliche Ablösungsfläche. Ist das betreffende Material homogen, so hängt dieser Ablösungswinkel φ nur von dem Reibungswinkel ρ ab und steht mit demselben in folgender Beziehung¹⁾: $\varphi = 45^\circ + \frac{1}{2} \rho$. Die Gleichung besagt, dafs die Spalten keineswegs normal zur Druckrichtung liegen, sondern um den Winkel $\varphi = 45^\circ + \frac{1}{2} \rho$ gegen den Horizont geneigt, falls der Druck senkrecht wirkt, — oder überhaupt um den Winkel $\varphi' = 45^\circ - \frac{1}{2} \rho$ gegen die Richtung des Druckes divergirend.²⁾

Unter gewissen Annahmen bezüglich des dem Materiale eigenthümlichen Reibungswinkels ρ läfst sich nun hieraus die Vertheilung der durch einen Erdstofs im Boden erzeugten Spaltflächen

1) Für unsere mit den Grundlehren der Mechanik vertrauten Leser fügen wir die mathematische Begründung bei:

Ist die Masse M , M einem gleichförmigen vertikalen Druck unterworfen, und wird der auf ein Flächenelement ab entfallende Druck p bis zu einem Elemente $a'b'$ der zu bestimmenden, unter dem Winkel φ gegen den Horizont geneigten Ablösungsfläche C vertikal fortgesetzt, so sind die Componenten, welche den Druck auf das Element $a'b'$ darstellen: $p' = p \cos \varphi$ und $p'' = p \sin \varphi$. Letztere bewirkt das Ablösen (Abscheeren, Abgleiten), welchem die Cohaerenz und Reibung entgegenwirken. Ist C die Cohaesion an einem Flächenelemente ab und γ der Reibungskoeffizient, so wird der Betrag der Cohaerenz an $a'b'$ gleich $\frac{C}{\cos \varphi}$, die Reibung auf $a'b'$ aber $\gamma p'$; und die Gleichgewichtsbedingung ist dann: $p'' = p \sin \varphi = \frac{C}{\cos \varphi} + \gamma p \cos \varphi$. Führt man an Stelle von γ den Reibungswinkel $\gamma = \operatorname{tg} \rho$ ein, so erhält man:



$$p = \frac{C}{\cos \varphi (\sin \varphi - \operatorname{tang} \rho \cos \varphi)} = \frac{2 C \cos \rho}{\sin (2 \varphi - \rho) - \sin \rho}$$

Die natürliche Ablösungsfläche bildet sich unter demjenigen Neigungswinkel, welchem ein Minimum des Druckes p entspricht, für den also $2 \varphi - \rho = 90^\circ$, oder $\varphi = 45^\circ + \frac{1}{2} \rho$ ist.

2) Die Formel ist aus der Theorie des Erddruckes bekannt; sie wurde in-
 defs für die Erklärung von Formveränderungen beim „écoulement“ fester
 Körper zuerst von Kick und Polak angewandt. (Revue universelle des
 mines, 1878, tome IV, p. 274).

übersehen. Man erhält z. B. für $\rho = 45^\circ$, also $\varphi' = 22\frac{1}{2}^\circ$ das in Figur 2 schematisch skizzierte System von Ablösungsklüften.

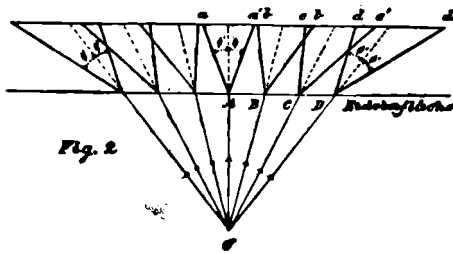


Fig. 2

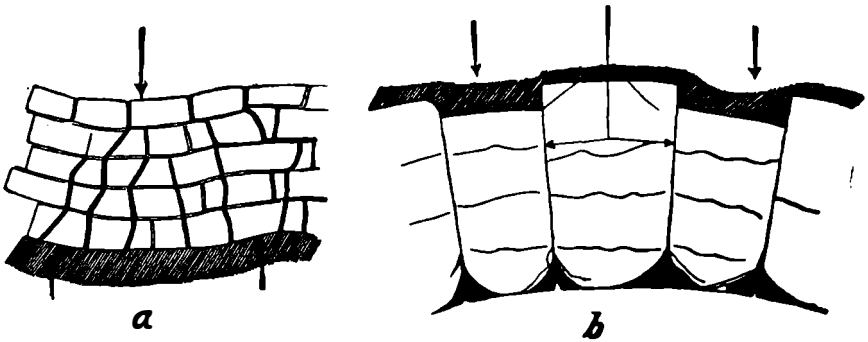
Aus einem solchen, durch Beobachtung zu ermittelnden, Schema liefse sich das Centrum O des Bebens leicht konstruieren. Denn da die Spalten a A, a' A, b B, b' B, u. s. w. gleiche Winkel φ' mit den Stofsraden O A, O B, u. s. w.

bilden, braucht man offenbar nur den Winkel a A a' zu theilen; die Halbirungslinie geht dann durch das Centrum O, während sich mehrere solcher Halbirungslinien daselbst schneiden werden.

Die bei dieser Methode zu berücksichtigenden Nebenumstände, welche die Konstruktion des Oberflächenmittelpunktes und Ausgangspunktes von Erderschütterungen in der Praxis meist illusorisch machen dürften, haben mit der rein theoretischen Lösung, welche an der Oberfläche homogenes Gestein, sowie Ausgang des Stosses aus einem Punkte voraussetzt, nichts zu schaffen.

Wenden wir uns nun an die Erfahrung, so bemerkt Dr. Stafff zunächst, dafs bei Erdbeben wohl vielfach im Boden klaffende, senkrechte oder nahezu senkrechte Spalten beobachtet werden, aber kaum je schwebende, wie dies Mallets Theorie verlangt. Bezüglich der Risse im Mauerwerk verweist er auf die beistehenden Skizzen, welche Theile des in der nördlichen Druckparthie des St. Gotthardtunnels zerquetschten Gewölbes darstellen (die Zerquetschung erfolgte hier allerdings nicht durch Erdbeben). Die linke Skizze (a) zeigt ein Stück Sichtfläche des theils eingesunkenen, theils scheinbar gehobenen Widerlagers; die Risse quer durch die Mauerschichten verlaufen nahezu radial zu den Einbiegungen, d. h. divergirend zu den vertikalen Drücken, — wie es die oben erläuterte Theorie erfordert. Die rechte Skizze (b) führt die Stirnansicht eines Theils des durch Druck von oben zerquetschten Gewölbes vor. Hier bemerkt man zunächst ein Auspringen Δ prismatischer Scherben („Brennen“) an den unteren Lagerkanten der Gewölbesteine und entsprechend gerichtete Risse dahinter; daneben, im ganzen concentrisch verlaufende, unebene Risse quer durch die Gewölbesteine, welche zu beweisen scheinen, dafs die Ablösungsflächen normal zum Druck liegen. Das Irrige dieser Vorstellung erhellt aber, wenn man bedenkt, dafs die einzelnen Gewölbesteine Keile bilden, welche in den Fugen aufeinander drücken, und zwar fast senkrecht

zu den Lagerflächen, so daß die Risse gegen diese Druckrichtungen divergiren, wie es die Theorie erfordert.



Dr. Stapff verweist ferner auf die Thatsache, daß beim Zerquetschen von Gesteinscylindern sich Auslösungsflächen bilden, welche mit den Spitzen gegeneinander gerichteten Kegeln oder Pyramiden zukommen, sowie auf die Torsions-Versuche des französischen Experimentalgeologen Daubrée, welche die vorstehende Theorie der Spaltenbildung bestätigen, obwohl Daubrée selbst darauf nicht Bezug nimmt. Man kann keinen Stein mit dem Hammer zurichten, ohne daß dieses Ablösungsgesetz zur Geltung kommt; es springen Splitter aus, deren Ablösungsflächen nicht senkrecht zur Richtung des Schlages liegen, sondern schief dagegen, und die dabei häufig hervortretende Wölbung von Splitterflächen (muschliger Bruch) ist wohl nur Folge des veränderten Reibungswiderstandes während der Abtrennung.

Mit der hier besprochenen Lossenbildung darf man nicht eine andere Erscheinung verwechseln, welche in der Geologie gleichfalls eine große Rolle spielt, nämlich die Absonderung in parallele Lagen, die in duktilen Körpern hervorgebracht werden kann, wie die bekannten Versuche von Sorby, Tyndal u. a. lehren, und wofür auch aus dem technischen Leben viele Beispiele angezogen werden könnten.

