

Werk

Jahr: 1935

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:11

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0011

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0011

LOG Id: LOG_0072

LOG Titel: Die gesetzmäßige Verteilung der tektonischen Verformungszonen in einer Geosynklinale

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Literatur

¹⁾ H. Benioff: A new vertical seismograph. Bulletin of the Seismol. Soc. of America. Vol. 22, No. 2, Juni 1932.

²⁾ L. Bergmann: Phys. Zeitschr. **35**, 177 (1934).

³⁾ K. Dörffel: Die physikalische Arbeitsweise des Gallenkamp-Verdunstungsmessers und seine Anwendung auf mikroklimatische Fragen. Veröff. d. Geophysikal. Instituts d. Univ. Leipzig, Ser. II, Bd. VI.

⁴⁾ H. G. Koch: Zur Mikroaerologie eines größeren Waldsees. Gerlands Beitr. z. Geophys. **44**, 112—126 (1935). — Temperaturverhältnisse und Windsystem eines geschlossenen Waldgebietes. Veröff. d. Geophysik. Instituts d. Univ. Leipzig, Ser. II, Bd. VI, Heft 3. — Der Wald-Feldwind, eine mikroaerologische Studie. Beitr. z. Phys. d. fr. Atmosphäre **22**, 71—75 (1934).

⁵⁾ L. Weickmann: Der Umbau des Leipziger Seismographen und die in den Jahren 1925, 1926 und 1927 aufgezeichneten Erdbeben. 1. Bericht der Erdbebenwarte d. Geophysik. Instituts d. Univ. Leipzig. Aus: Berichte d. Math.-phys. Kl. d. Sächs. Akad. d. Wiss. zu Leipzig, Bd. LXXX.

Die gesetzmäßige Verteilung der tektonischen Verformungs- zonen in einer Geosynklinale

Von August Sieberg, Jena — (Mit 3 Abbildungen)

Ergebnisse meiner zu erdbebenkundlichen Zwecken begonnenen Untersuchungen*) über die Dynamik gebirgsbildender Vorgänge lassen sich auch in weiterem Umfange verwerten. Unter anderem ergeben sich für die Geosynklinalen und überhaupt für die Verformungen der Erdrinde Auffassungen, die, trotz Mitverwertung alten Gedankengutes, doch merkliche Abweichungen gegen früher zeigen. Die erläuternden Abbildungen wurden absichtlich nicht in geologisch gefälliger Form gebracht, um deren rein konstruktiven Charakter unter allen Umständen zu betonen.

Bleibende Verformung beherrscht die Erdrinde; elastische Verformung legt höchstens das erste Spannungsnetz an. Ausschlaggebend für die Verformungen sind die beiden *tektonischen Grundgesetze* über die kleinste tektonische Arbeit und über die Volumenkonstanz als Folge von einander kompensierenden Dislokationen, in Verbindung mit den zum Teil durch die Tiefenlage vorgeschriebenen Mobilitäts-(Festigkeit, Reibung) änderungen von Gesteinen bei verschiedenartiger Bean-

*) A. Sieberg: Untersuchungen über Erdbeben und Bruchschollenbau im östlichen Mittelmeergebiet. Ergebnisse einer erdbebenkundlichen Orientreise, unternommen im Frühjahr 1928 mit Mitteln der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft. Mit 65 Abbildungen und Karten im Text und 6 farbigen Erdbebenkarten auf 2 Tafeln. Darin Kapitel 17: Zur Mechanik tektonischer Vorgänge und deren Bedeutung für die Erzeugung von Erdbebenenergien. Denkschriften der Medizinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena, 18. Band, 2. Lieferung, Jena 1932.

spruchung und wachsender Verformung. Während an der Erdoberfläche Fließ- und Festigkeitsgrenze der Gesteine meistens ganz nahe beieinander liegen, rücken sie in größeren Erdtiefen mit dem zunehmenden Belastungsdruck immer weiter auseinander. Infolgedessen vollzieht sich (Fig. 1) bei wachsender tektonischer Beanspruchung der Erdrinde die von Mobilitätsunterschieden vorgeschriebene Entwicklungsreihe Stilles: Faltung, Totfaltung, Bruchfaltung (nach Haarmann eingeschoben), Bruch, Verwerfung *in verschiedenen Tiefen, zum Teil gleichzeitig* (Niveaubedingtheit). Dabei ist die Hilfsvorstellung nützlich und erlaubt, ausgeprägte Grenzflächen schliessen jeden Mobilitäts- bzw. Verformbarkeitsgrad dauerhaft gegen die benachbarten ab. Die tieferen Dislokationsglieder werden

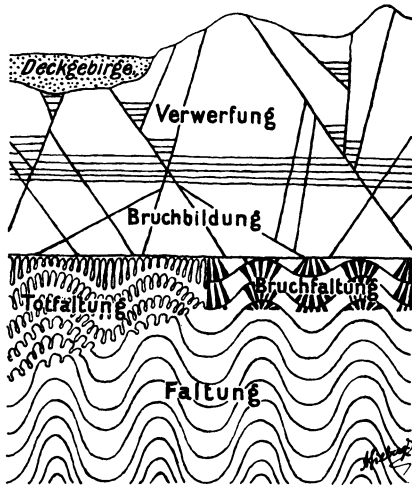


Fig. 1. Tiefengliederung der Dislokationsmöglichkeiten in der Erdrinde durch Niveaubedingtheit der Gesteinsmobilität

nur durch nachträgliche Blockhebung, selbstverständlich in Verbindung mit Abtragung, an der Erdoberfläche sichtbar (Fig. 2 und 3). Dort erleben wir ihre Zerstückelung durch Bruch mit nachträglicher Verformung als Verwerfung; meistens von Erdbeben, bisweilen auch von Vulkanausbrüchen begleitet.

Allgemein werden die gewaltigen, sich schnell vertiefenden Sammeltröge für den Abtragungsschutt der Festländer, die *Geosynklinalen*, als die beweglichsten Streifen der Erdhaut und Hauptstätte gebirgsbildender Tätigkeit anerkannt. Hier gelangt der Gesteinsschutt zunächst in Tiefen, die selbst nach dessen Umwandlung in kristallines Gestein durch Mobilitätsänderung Faltung ermöglichen. Aber in den Geosynklinalen kommt es auch

zur mechanischen Gesteinsverfestigung und nachträglichen Zertrümmerung, sobald Bewegungsumkehr als aufsteigende Geantiklinale das Gestein nahe genug an die Erdoberfläche gebracht hat*). Damit geht Vergrößerung der benachbarten starren Kontinentalkerne durch Anlagerung, andererseits in Rückland mitunter auch Entstehung einer neuen Geosynklinale Hand in Hand.

Nach meiner Auffassung (Fig. 2) bildet eine Einbruchszone die Uranlage, aus der sich unter bestimmten Umständen eine *Geosynklinale* entwickeln kann. Die pseudoplastische, durch innerkristalline Gleitbewegungen bedingte *Faltung* kristallinen Gesteins, von dem hier allein die Rede sein soll, entspricht dem Kalt-

*) Wie die Entwicklung nach der klassischen Geosynkinaltheorie von Haug gedacht war, habe ich bildlich dargestellt in Abb. 209, S. 260 meiner Geologischen Einführung in die Geophysik, Jena 1927; sie möge zum Vergleich dienen.

recken der Metallbearbeitung. Sie setzt das Maximum an Materialmobilität voraus, erfordert aber wachsende Kräfte, weil sie mit Versteifung verbunden ist, die erst nach etwaiger Rekristallisation infolge von Temperaturerhöhung oder dergleichen wieder zurückgeht. Die Richtigkeit der alten Vermutung, Faltung könne nur im Bodenraum der Geosynklinale beginnen, läßt sich physikalisch beweisen. Die Faltung muß aber auch, was anscheinend nicht beachtet wird, in diesem nach oben durch die Bruchmobilitätsgrenze eindeutig abgesperrten Bodenraum zum Abschluß gelangen, so daß im Schoß der Geosynklinale der anatomische Bau des später zur Welt gebrachten Faltengebirges seine endgültige Form erhält. Im Bodenraum allein begegnet die Herausbildung von *Überfaltungs-* und *Schubdeckenstruktur* an solchen Stellen, wo das Faltungsknäuel ganz besonders ausgiebige Durchknetung erfährt, wenigstens im Prinzip keinerlei mechanischen Schwierigkeiten. Es ist, wie sich experimentell erwies, nur erforderlich, daß das Aufsteigen der Geantiklinale das ursprüngliche Fassungsvermögen der beiden Teilmulden ungleichmäßig beeinflusst, Material aus der einen in die andere hinüberquetscht. Unter diesem Gesichtspunkt darf die Anbahnung einer auch mehr ins einzelne gehenden Lösung dieses bisher schwierigsten Problems der tektonischen Geologie erhofft werden. Helmholz'sche Wellungen auf den Gleitflächen von Schubdecken

stellen sich gerne als Begleiterscheinung ein; dafür hat Rinne eindrucksvolle Beispiele bekanntgegeben. An solchen Stellen, wo die faltende Gesteinsvernetzung aufs äußerste getrieben wird, kann es durch engste Packung vielleicht schon zur *Totfaltung**) kommen, die, wenn überhaupt, ausschließlich durch

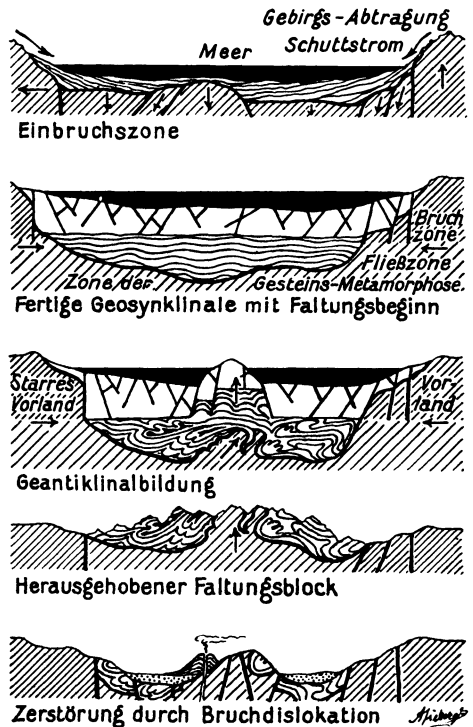


Fig. 2. Phasen der Gebirgsbildung in einer Geosynklinale

*) Totfaltung hat Bau und Bild weiter Gebiete selbst tertiärer Faltung grundlegend verändert. Als Ursache hierfür pflegt engste Packung von Faltenbündeln angesehen zu werden; ob mit Recht, bleibe dahingestellt. Aber zur Selbstverständlichkeit wird Totfaltung, sobald Falten geeigneter Beschaffenheit in das höhere Niveau der Bruchdislokation aufsteigen (Niveaubedingtheit).

Bruchdislokation gesteigerter tektonischer Beanspruchung nachzugeben vermag. Den Übergang nach oben vermittelt die *Bruchfaltung*. Denn die aufwärts abklingende Mobilität setzt die noch vorhandenen Faltungsspannungen in immer unabhängiger werdende Bruchdislokationen um beim Versuch, einstweilen das Faltungsbild in verändertem Medium mit entsprechenden neuen Mitteln weiterzuführen. Dabei kann die von Smoluchowski untersuchte Abscherung an Grenzflächen mit Abgleiten bereits vorgebildeter Schubdecken auftreten.

Die ausschließlich gefügeändernde *Bruchbildung* kommt beim Minimum der Mobilität zustande, das die unverbildeten höheren Erdrindeteile beherrscht. Auf jede Überbeanspruchung der Festigkeit reagiert das Gestein durch Aufhebung des Zusammenhanges besonders auffällig in den Mohrschen Bruchflächen nach bekannten Gesetzen der Mechanik, wobei sich die mittleren Verhältniszahlen der Bruchfestigkeiten etwa veranschlagen lassen: Zug 1, Drillung höchstens $1\frac{1}{2}$, Scherung 2, Biegung 3 und Druck 25. Die ausschlaggebende Bedeutung für die Gebirgsbildung liegt darin, daß diese mechanische Auflockerung höchst verfestigtes Gestein wieder mobil und damit erst für weitere Verformung reif macht unter Überwältigung sämtlicher tektonischen Gebilde, also auch totgefalteter Gebirgsketten.

Denn die neugeschaffene Ausweichmöglichkeit an Brüchen pflegt an der Erdoberfläche das Maximum zu erreichen und gibt Gelegenheit zu *Verwerfungsdislokation*, sobald wachsende tektonische Beanspruchung die Reibung überwindet. In Schollengebieten bleibt Verwerfungsdislokation typisch für die oberflächennahen Erdrindenteile. Auch tertiär gefaltete und vor allem beim Emporsteigen totgefaltete Gebirge, die durch Verfestigung bereits der Bruchdislokation anheimgefallen sind, müssen, entgegen dem herrschenden Brauch, genau so den Bruchschollengebirgen zugerechnet werden wie zerbrochene paläozoische Faltungsrümpfe. Selbstverständlich stehen an und nahe der Erdoberfläche die Verwerfungen in ausgesprochener Abhängigkeit vom Eigengewicht der gleitenden Scholle. Aber es wird kaum beachtet, daß in der Tiefe die Reibung wirkungsvoller wird als das Gewicht. Deshalb ergibt sich die zunächst befremdlich erscheinende Tatsache, daß hier Senkung von Schollen die gleiche Arbeit erfordert wie Horizontalverschiebung oder gar Hebung; es hängt also bloß von Krafrichtung und Ausweichmöglichkeit ab, welche Verwerfungsform zustande kommt.

In dieser tektonischen Bedeutung noch verkannt werden *Drillung* und die aus ihr hervorgehende *Blattverschiebung*. Erstere reißt mühelos jene gewaltigen, oft hunderte von Kilometern langen Brüche, überlagert von Schachbrettstruktur auf, die dynamisch auf andere Weise unerklärbar bleiben würden. Letztere, begleitet von sekundären Scherungsrissen, bedeutet keine schwerverständliche Schollendrift mehr, sondern lediglich kompensierte Komponentenerlegung einer ortsgebundenen, von Drillung bestimmten Verwerfungsdislokation. Die dynamisch bevorzugte Stellung der Blattverschiebungen spielt in der Erdbebenforschung schon seit Jahrzehnten eine wichtige Rolle, während die Geologie erst in

neuerer Zeit begonnen hat, ihnen unter der Bezeichnung Fiederspalt u. dgl. besondere Beachtung zu schenken.

Beim Übertritt der aufsteigenden *Geantiklinale* vom Faltungsraum in die Zonen der Bruchdislokation verliert sie ihren Charakter als Faltungsaufwölbung. Ihr oberer Teil wird zu einem von Bruchflächen begrenzten und zerschnittenen Horst. Ein derartiges Bild bietet nach neuerer Bearbeitung der Erdbebenstätigkeit*) die vielumstrittene submarine Schwelle des Atlantischen Ozeans; sie wird bezeichnenderweise von manchen Forschern als werdendes Faltengebirge angesprochen. Im kleinen zeigen manche Salzhorste verwandten Bau.

Nach den bisherigen Darlegungen muß denjenigen Geologen zugestimmt werden, die das Sichtbarwerden von *Faltengebirgen* nicht, wie meistens üblich, auf bildsame Emporwölbung, sondern auf starre Blockhebung an Brüchen zurückführen. Der ganze Faltungsraum muß unverändert, abgesehen von Bruchfaltung und etwaiger Bruchdislokation örtlichen Charakters, als sozusagen fertiges Gebirge samt seiner kristallinen Grundgebirgsunterlage an Brüchen in einheitlichem Block nach oben getragen worden sein. Dort verfiel er der Zerstörung durch Abtragung, wobei einzelne kleine Reste der bereits vorhandenen Schubdecken, der Schwere folgend, auf ihrer Unterlage weitergeglitten sein mögen. Aber das Zustandekommen der Deckfaltentektonik steht, wie wir im Gegensatz zur herrschenden Lehrmeinung sahen, mit den gebirgsbildenden Vorgängen an oder nahe der Erdoberfläche in keinerlei Beziehung. Deshalb hat es auch keinen Sinn mehr, durch Ausglätten der sichtbaren Falten Maße für Verkürzungen des Erdumfangs seit Beginn der letzten Faltungsperiode berechnen zu wollen. Bekanntlich täuschen selbst die vorsichtigsten Ermittlungen Zusammenschübe von unvorstellbarer Größe vor.

Bei der Erforschung der Erdbeben gewann ich schon vor 1908 die Überzeugung von der zum Teil auch heute noch bestrittenen dynamischen Überlegen-

*) H. Rehm: Die Erdbebenstätigkeit der Weltmeere sowie ihre Beziehungen zur Tektonik. Heft 27 der Veröffentlichungen der Reichsanstalt für Erdbebenforschung (im Druck).

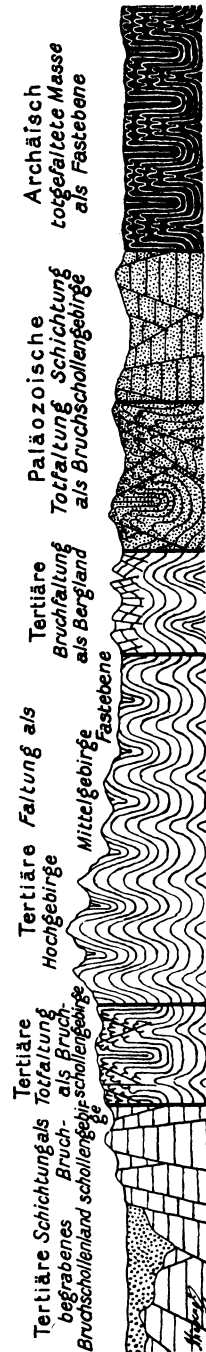


Fig. 3. Bauplan der Erdrinde, bestimmt durch Blockhebungen

heit der Bruchdislokation*); diese übernahm seit 1910 E. Rudolph. Meine späteren tektonischen und erdbebengeographischen Arbeiten vertieften diesen Gedanken, der neuerdings auch bei amerikanischen Geologen auftaucht. Bruchdislokation erscheint mir als der reinste, unverfälschte und kraftvollste Ausdruck der ununterbrochen wirksamen Urkraft-Tektonik, bestimmend für den ganzen Bauplan der Erdrinde (Fig. 9) in Grund- und Aufriß samt dem Arbeitsgang, wobei die jeweilige Mobilität des Werksteins Form und Lage des Werkstücks vorschreibt. Demgegenüber haben junge und alte Falten bloß die Bedeutung von äußerem Ornament und von Innenarchitektur, deren Fertigstellung den Werkstoff oft weitgehend verändert. Gewiß bedeutet die Aufrichtung hochragender Faltengebirge für das Auge einen eindrucksvollen Vorgang, und es ist verständlich, daß er durch die Ausgestaltung höchst verwickelter Innenarchitektur ganz besonders zur Forschung anreizt. Aber vom dynamischen Standpunkt aus betrachtet handelt es sich doch bloß um eine schwächliche, episodenhafte Nebenerscheinung beim Zusammenbruch der Erdrinde. Von diesen örtlichen Unterschieden gesetzmäßiger Verformungsarbeit in der Erdrinde vermittelt die Erdbeben-tätigkeit gewissermaßen kinematographische Laufbilder, die imstande sind, manchen Fragen großräumiger Gebirgsbildung eine natürlich-experimentelle Grundlage zu bieten.

Ergebnisse erdmagnetischer Untersuchungen im Rheinischen Schiefergebirge

(Vortrag, gehalten auf der Tagung d. Deutsch. Geol. Ges. in Würzburg, Sept. 1935)

Von **H. Reich**, Berlin — (Mit 4 Abbildungen)

Vorbemerkungen. Im folgenden soll über Ergebnisse berichtet werden, die mit Z-Variometermessungen in den Jahren 1932, 1933 und 1934 im Rheinischen Schiefergebirge erzielt wurden. Die betreffenden Arbeiten wurden im Auftrag der Preußischen Geologischen Landesanstalt ausgeführt. Als Meßinstrumente dienten die bekannten Schmidtschen Feldwaagen der Askaniawerke. 1932 und 1933 wurde noch mit nichttemperaturkompensierten Magnetsystemen gearbeitet, während im Jahre 1934 eines der neuen temperaturkompensierten Systeme Verwendung fand, das sich dabei sehr gut bewährte. 1932 wurde zur Erprobung dieses Instrumententyps auch eine Feldwaage der Firma Rüsicke mitverwendet, die sich auch als für diese Zwecke brauchbar erwies. Es ist selbstverständlich, daß bei diesen Arbeiten

*) A. Sieberg: Der Erdball, seine Entwicklung und seine Kräfte. Eslingen-München 1908. Derselbe: Die Verbreitung der Erdbeben auf Grund neuerer makro- und mikroseismischer Beobachtungen und ihre Bedeutung für Fragen der Tektonik. Veröffentlichung der Reichsanstalt für Erdbebenforschung, Heft 1, Jena 1922. Derselbe: Erdbebengeographie, Gutenbergs Handbuch der Geophysik, Bd. 4, Berlin 1932.