

O. Ampferer. Über den Wechsel von Falt- und Schubrichtungen beim Bau der Faltengebirge.

Gespräche, die sich an den Vortrag meines Freundes Dr. Albrecht Spitz über dessen Deutung der „Zebrülinie“ knüpften sowie der Vergleich mit den tektonischen Verhältnissen der Lechtaler Alpen sind der unmittelbare Anlaß zu der nachfolgenden Untersuchung gewesen. Spitz ist zu der Anschauung gekommen, daß wir im Gebiete der rhätischen Faltenbögen, welche deutlich durch Schub von O—W entstanden sind, entlang der Zebrülinie noch eine nachfolgende kräftige Überfaltung von S—N zu erkennen haben.

Nach meinen Erfahrungen haben wir in den tirolischen Nordalpen nach einer von S—N wirkenden Faltungs- und Schiebungsperiode ebenfalls eine solche in der Richtung O—W zu unterscheiden. Es sind aber auch besonders an der Südgrenze der Kalkalpen Erscheinungen vorhanden, die dafür sprechen, daß diesen ostwestlichen Bewegungen nochmals solche von S—N gefolgt sind.

Jedenfalls haben sich seit Rothpletz die Ostwestbewegungen in großem Stil für den Alpenbau in Betracht gezogen, die Beweise für solche Bewegungen in bedeutendem Umfang vermehrt, so daß man sie bei einer Erklärung der alpinen Tektonik wohl nicht mehr beiseite stellen kann.

Im folgenden sollen nun einige Überlegungen über die Möglichkeit eines inneren Zusammenhanges der wechselnden Falt- und Schubrichtungen vorgelegt werden.

Der Wechsel von zwei ungefähr senkrecht zueinander stehenden Schub- und Faltrichtungen legt die Vorstellung nahe, daß vielleicht beide zusammengehören und durch ihr Wechselspiel erst eine annähernd gleichmäßige Anpassung an eine neue Kugelform gelingt.

In meiner Arbeit über das Bewegungsbild der Faltengebirge Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1906 habe ich lediglich gleichzeitig auftretende Faltungen und Schiebungen in ihrem Raumverhältnis zur Kugelschale betrachtet.

Nach den heute vorliegenden Erfahrungen muß man zur Herstellung der Gleichgewichtsforderungen in der Kugelschale aber auch zeitlich getrennte Bewegungen ins Auge fassen. Damit erweitert sich der Kreis der in Betracht kommenden Möglichkeiten noch wesentlich.

Nehmen wir an, daß ein Ausschnitt aus der Kugelschale der Erde (in Fig. 1 der Streifen $ab a_1 b_1$) durch Faltung auf den Streifen $cb c_1 b_1$ verschmälert werde.

Dadurch ist in der Richtung $a—b$ z. B. eine Verschmälerung auf die halbe Breite erreicht worden.

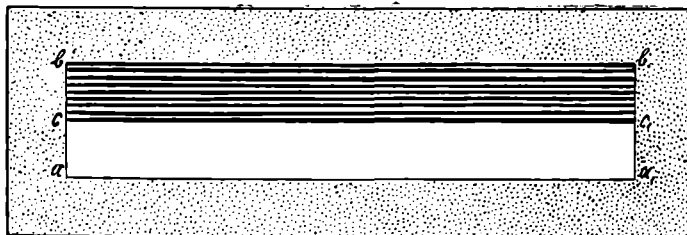
In der Richtung $a—a_1$ also senkrecht dazu ist jedoch keine Verkürzung erzielt worden.

Deshalb wird nun innerhalb der Kugelschale eine starke Spannung in der Richtung $a—a_1$ wachgerufen, welche danach strebt, auch hier eine entsprechende Verkürzung durchzuführen.

Zu diesem Ende stehen verschiedene Mittel zur Verfügung. Ebenso wie in der Richtung $a—b$ könnte auch in jener $a—a_1$ durch Faltung ein Ausgleich ermöglicht werden.

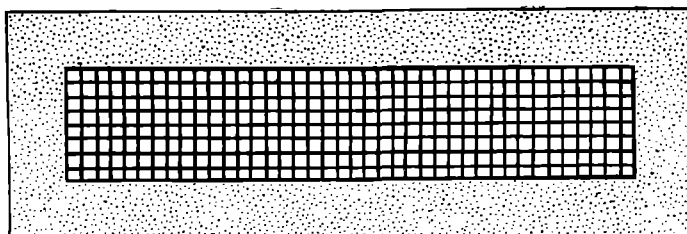
Dadurch würde eine sich rechtwinklig kreuzende Faltung (Fig. 2) eine „Rasterfaltung“ entstehen, die jedoch wegen der versteifenden Wirkung der ersten Faltung nur in seltenen und stets eng beschränkten Fällen zur Anwendung kommen dürfte.

Fig. 1.



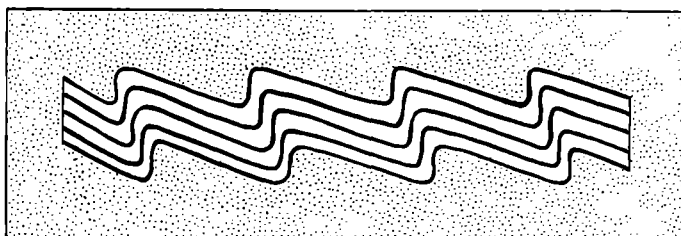
Während ein Faltenstrang einer zweiten Faltung, wenn die Faltenachsen in derselben Ebene oder Kugelschale liegen, einen sehr

Fig. 2.



großen Widerstand entgegensetzt, vermindert sich dieser wesentlich, wenn die zweite Faltung mit zur ersten senkrechten Achse erfolgt.

Fig. 3.



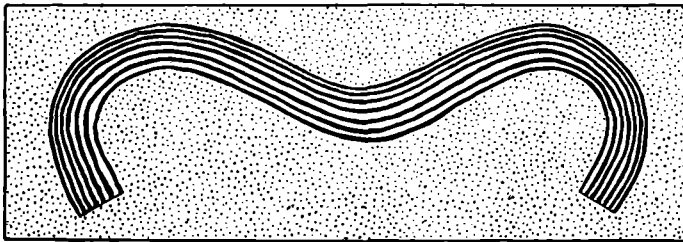
Dieser Fall ist auch im Gebirge verhältnismäßig gar nicht selten zu beobachten.

Fig. 3 bildet im Schema diesen Vorgang der Umfaltung eines ursprünglich geraden Faltenstranges ab. Die Achsen der ersten Faltung

verlaufen in der Fläche der Kugelschale, wogegen jene der zweiten Faltung senkrecht zu dieser Fläche stehen.

Die Achsenrichtung der zweiten Faltung braucht nur nicht in derselben Ebene mit jener der ersten zu liegen, damit die Wellblechversteifung vermieden wird. Am besten wird dies allerdings dann erreicht, wenn die Faltenachsen der zweiten Faltung senkrecht zur Ebene stehen, in welcher jene der ersten Faltung liegen. Um einen Faltenstrang in seiner Streichrichtung entsprechend zu verkürzen, kann aber auch der Strang als Ganzes verbogen werden. Es kommt

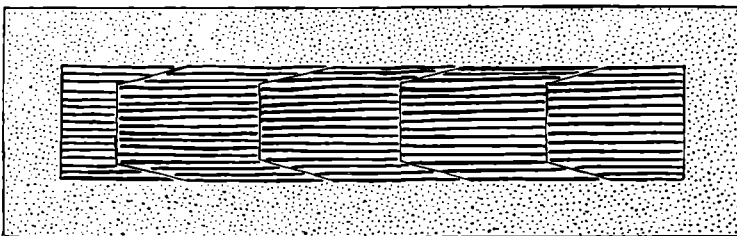
Fig. 4.



dabei nicht zu einer Faltung wie sie früher beschrieben wurde, sondern zu Verbiegungen mit sehr großen Krümmungsradien (Fig. 4). Auch die Achsen dieser Verbiegungen stehen senkrecht zur Erdoberfläche.

Wenn wir den Verlauf der irdischen Faltengebirgsstränge verfolgen, so finden wir solche Verbiegungen häufig vertreten.

Fig. 5.



Es ist nach meiner Ansicht wahrscheinlich, daß diese Verbiegungen Ausgleichungen für die vorher senkrecht dazu durch Faltung und Schiebung bewirkte Raumschrumpfung vorstellen.

Während wir bisher die Korrektur des Raumüberschusses in der Streichrichtung eines geraden Faltenstranges nur durch nachfolgende Faltung betrachtet haben, kann diese auch durch Schiebungen vollzogen werden.

Fig. 5 gibt eine schematische Darstellung, wie ein solcher Faltenstrang durch schräge Flächen zerschnitten und längs dieser durch Verschiebungen verkürzt werden kann.

Auch für diesen Fall bieten die Faltengebirge zahlreiche Beispiele, welche die weitere Forschung wohl noch beträchtlich vermehren wird.

Nimmt man von den ungefähr senkrecht zueinander wirksamen Faltungen und Schiebungen die nachfolgende Gruppe jeweils als eine Korrektur der durch die erste Gruppe erzeugten Spannung im Streichen, so kommt man weiter zu der Anschauung, daß die Erzeugung des ersten Faltenwurfes nicht als Wirkung des allgemeinen Gewölbedruckes in der Kugelschale verständlich ist.

Wohl aber wäre die später auftretende „korrigierende“ Faltung oder Schiebung als Anpassung an die Kugelform zu bezeichnen.

Die erste Faltungsperiode wäre demnach als eine Störung des Gleichgewichts in der Kugelschale, die zweite dagegen als ein Versuch zur Wiederherstellung desselben zu nehmen. Es ist wahrscheinlich, daß auch die zweite Faltung und Schiebung in vielen Fällen noch keine vollständige Ausgleichung bringt, sondern zu wenig oder zu viel und deshalb noch weitere „feiner korrigierende“ Falt- und Schubbewegungen eingeschaltet werden müssen.

Wir hätten in gewissem Sinne auch hier ein Pendeln um die neue Gleichgewichtslage vor uns.

Wenn man der hier angedeuteten Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen senkrecht zueinander verlaufenden Faltungsrichtungen bei der Bildung der Faltengebirge nähertritt, so muß man auch damit rechnen, daß die Umgebung der Faltengebirge in weitem Umkreis und in lebhafter Weise bei der Entstehung dieser Gebirge mitgespielt hat.

Einen Zusammenhang zwischen den angrenzenden starren Schollen und den Faltensträngen hat ja auch die Kontraktionslehre im Sinne von E. Suess stets betont. Sie bilden bekanntlich für diese Anschauung die stauenden Horste gegenüber den von innen nach außen geschobenen Faltenwellen.

Macht man aber die Annahme, daß die ältere große Faltung verhältnismäßig geradelaufende Faltenstränge angelegt hat, die erst von der nachfolgenden Korrekturfaltung umgefaltet, quer verschoben oder zu weiten Schlingen verbogen wurden, so fällt den angrenzenden Schollen eine viel wichtigere und aktivere Rolle zu.

Durch ihre gegenseitige Verschiebung und Wanderung kann ja überhaupt erst diese großzügige Verbiegung der Faltenstränge ins Werk gesetzt werden.

Die Faltenstränge geben uns mit ihren Verbiegungen nach dieser Erklärung ein Mittel in die Hand, die großen Verschiebungen und Wanderungen der umgebenden Erdschollen einigermaßen zu verfolgen.

Man wird daher bei der Beurteilung der Entstehung eines Faltengebirges sich nicht allein auf die Tektonik seines Innenraumes stützen können, sondern auch die der angrenzenden Außenräume mit berücksichtigen müssen.

Ebenso wird man nicht nur innerhalb der Faltengebirge, sondern auch außerhalb derselben auf die Mitwirkung von großen Überschiebungen zu achten haben, welche aber hier infolge der tiefen Lage

viel schwieriger zu erkennen sind als in den hoch erhobenen Gebirgssstreifen.

Die zeitliche Bestimmung der einzelnen Fall- und Schubphasen dürfte bei der Ausdehnung der Zusammenhänge über viel weitere Gebiete voraussichtlich mit Hilfe von gleichzeitigen reicher gegliederten Ablagerungsserien mit größerer Genauigkeit als bisher zu erreichen sein.

Die nächste Verbindung der Faltengebirge mit den angrenzenden Schollen ist nur selten gut erschlossen.

Die höheren Faltengebirge haben im Verlauf der Eiszeiten riesige Schotterfelder vor sich hingeschüttet. An anderen Stellen hat das Meer Besitz ergriffen oder seine jungen Sedimente weithin verbreitet.

So kommt es, daß im allgemeinen das tiefere Gefüge des Vorlandes der Faltengebirge zu den geologisch am wenigsten bekannten Gebieten gehört.

Wenn nun auch vielfach eine durch junge Ablagerungen oder Wasser verhüllte Zone die Gebirge unmittelbar umgürtet, so sind doch die zu einer Verbiegung derartig ausgedehnter Faltenstränge nötigen Schollenverschiebungen von einer Größenordnung, daß sie weit über diese Verhüllungszonen hinausgreifen müssen.

Ich glaube, daß z. B. ein großer Teil der Tektonik von Mittel- und Südeuropa mit der Entstehung der Alpen engstens verbunden ist und von diesem Standpunkt aus zu untersuchen wäre.

Es kann nicht die Aufgabe dieser kurzen vorläufigen Mitteilung sein, näher in dieses weite Gebiet einzutreten, was bei entsprechender Gelegenheit später geschehen soll.

Literaturnotizen.

E. Weinschenk. Die gesteinsbildenden Mineralien. Dritte, umgearbeitete Auflage. Mit 309 Textfiguren, 5 Tafeln und 22 Tabellen, XII und 262 Seiten. Freiburg i. B. 1915. Herdersche Verlagsbuchhandlung.

Das vorliegende Buch hat schon in seinen früheren Auflagen sich überall Eingang und vielen Beifall errungen. Die nun erschienene dritte Auflage desselben ist vor allem in ihrem Bildermaterial bedeutend bereichert gegenüber den früheren Auflagen (309 Textbilder gegenüber 204 der zweiten Auflage, außerdem fünf neue Tafeln), aber auch der Text hat mehrfache Umarbeitungen erfahren in dem Bestreben nach Übersichtlichkeit und Klarheit bei knapper Fassung sowie manche Erweiterungen im Hinblick auf neuere Forschungen. So ist z. B. die Pyroxen- und die Amphibolgruppe wesentlich umgestaltet gegenüber der zweiten Auflage. Auch in der äußeren Ausstattung hat das Buch sich verbessert.

Das Buch ist in seiner Stellung als praktischer und gut ausgestatteter Arbeitsbehelf bei mikro-petrographischen Arbeiten durch die neue Auflage neuerlich bekräftigt worden. (W. H.)

F. Friedensburg. Das Braunkohlen führende Tertiär des Sudetenvorlandes zwischen Frankenstein und Neisse und die Altersfrage der schlesischen Braunkohlen. Jahrbuch der kgl. preußischen geologischen Landesanstalt für 1914. Band XXXV, Teil I, Heft 1, Seite 154—217. (Mit zwei Tafeln.)

Die Arbeit füllt eine Lücke unserer geologischen Kenntnis der Braunkohlenformation des Sudetenvorlandes zwischen Frankenstein und Neisse, welche durch