

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Das Experiment in der Geologie**

**Paulcke, Wilhelm**

**Karlsruhe, 1912**

[Text]

[urn:nbn:de:bsz:31-289039](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-289039)

Abb. 44.



Abb. 44. Faltung mit beweglicher Unterlage. Nach *Cadell* Fig. 18.

der Frage nach dem Zusammenhang zwischen Entstehung des Kofferfaltentypus und Abschiebung von der Unterlage, sowie sonstige Nachahmung jurassischer Tektonik zur Aufgabe haben.

Von den Schlußfolgerungen, welche *Cadell*<sup>1)</sup> zieht, scheinen mir nicht alle zutreffend. Bemerkenswert erscheinen mir folgende Punkte aus seiner Summary of Results:

4. Überschiebungen und überkippte Falten sind nicht notwendigerweise die Folge von zersprungenen Überfaltungen, sondern sind oft von vornherein durch den Horizontalschub entstanden.
5. Eine tiefliegende Überschiebung kann oben in eine Antiklinale übergehen, und braucht nicht die Oberfläche zu erreichen.
6. Eine größere Überschiebung an der Oberfläche kann — und voraussichtlich ist das immer so<sup>2)</sup> — aus einer in der Tiefe noch erhaltenen Falte entstehen. —
8. Der Stirnteil einer Gesteinsmasse, welche über eine Überschiebungsfläche hingeschoben wird, hat die Tendenz sich vorwärts zu wölben, und sich unter die rückwärtigen Massen zu wälzen. —
10. Je starrer das Gestein, desto besser ist das Überschiebungsphänomen ausgebildet.
11. An den Flanken von Fächerfalten besteht starke Tendenz zu Überschiebungen. —

<sup>1)</sup> *Cadell* l. c. Seite 356.

<sup>2)</sup> Diese Verallgemeinerung stimmt nicht. W. P.

*Ed. Reyer*<sup>1)2)</sup> (1892—94)

hat eine große Anzahl von Experimenten ausgeführt, welche in Beziehung zu den meisten dynamisch-geologischen Erscheinungen stehen. —

In Heft 4 seiner »Experimente« finden sich die Angaben über Material und Anordnung für verschiedene Arten von Versuchen. Die Apparate und Methoden, deren sich *Reyer* bediente, sind meist sehr einfach; darin liegen große Vorteile, wie rasche Herstellbarkeit und Billigkeit, sowie die Möglichkeit, mit geringen Mitteln nach seinen Angaben Demonstrationsversuche für Studierende auszuführen. Es ruht aber auch in den *Reyer'schen* Methoden der große Nachteil (auf den schon bei Erwähnung der vulkanologischen Experimente hingewiesen wurde), daß sie sich in ihrer ganzen Veranlagung sehr oft stark von den in der Natur wirksamen Bedingungen entfernen, sodaß zwar gewisse Ähnlichkeiten der äußeren Erscheinung entstehen, die aber in der Natur vielfach auf ganz andere Weise entstanden sein können oder müssen. —

*Reyer* schildert Versuche über Entstehung von Flexuren, Rupturen, Erdbeben und Seebeben etc.

Bei Versuchen über Strömung von Schlammassen lassen sich leicht Ergebnisse erhalten, welche natürlichen Verhältnissen entsprechen.

Faltungerscheinungen erzeugt er durch Fließbewegungen (!) von breiartigen Massen, die in einem beweglichen, rinnenförmigen Trog aus Blech eingebracht werden. Die breiflüssigen, oder pulverigen Massen werden übereinander mit Trichter, Löffel und

---

<sup>1)</sup> *Ed. Reyer*, Ursachen der Deformationen und der Gebirgsbildung, Leipzig 1892.

<sup>2)</sup> *Ed. Reyer*, Geologische und geographische Experimente, Leipzig 1892—94, I. Heft Deformation und Gebirgsbildung 1891. II. Heft Vulkanische und Masseneruptionen 1892. III. Heft Rupturen 1894. IV. Heft Methoden und Apparate 1894.

Sieb auf den horizontalliegenden Trog aufgebracht. »Nachdem das ganze System aufgebaut ist, hebt man die Gleitrinne auf einer oder beiden Seiten, worauf die gleitende Bewegung beginnt etc.« — Für »große Faltenexperimente« empfiehlt *Reyer* ein Gestell zu konstruieren, in welchem die Gleitrinne fest ruht (folgt Beschreibung l. c., pg. 23). Durch Kippen in verschiedener Richtung wird die Fließrichtung modifiziert. —

Die nachträglich erhärteten Modelle präparierte *Reyer* zum Teil später mit Hilfe feiner Wasserstrahlen. — Die ganze Versuchsanordnung zeigt, daß wir zur Klärung des Problems der Gebirgsbildung mit den *Reyer'schen* Methoden nicht viel anfangen können. Die gefalteten, gestauchten, überschobenen Schichtkomplexe unserer Gebirge sind nicht durch Fließbewegungen in breiigem Aggregatzustand disloziert worden, und deshalb können Versuche mit fließenden Breimassen auch nicht zur Erklärung der Entstehung geotektonischer Verhältnisse herangezogen werden. — Wenn wir auch nie imstande sein werden, die natürlichen Verhältnisse vollkommen exakt nachzuahmen, müssen wir doch versuchen, uns denselben bei Experimenten, welche Klarheit über ihre Genese schaffen sollen, nach Möglichkeit zu nähern.

*Reyers* Versuche sind nur durch seine Hypothese der Gleitfaltung, welche er 1907<sup>1)</sup> eingehender behandelt, verständlich. Er führt tatsächlich die Faltungen und Überschiebungen auf Gleitbewegungen, Abrutschen der Schichtkomplexe etc. zurück, doch bin ich — trotz Anerkennung vieler wertvoller Beobachtungen und Betrachtungen, die sich bei ihnen finden —, außer Stande seiner Argumentation folgen, und die meisten seiner Versuchsmethoden als brauchbar annehmen zu können. —

#### *Bailey Willis* (1893)

fügt in seiner Arbeit über den Bau des Appalachians ein größeres Kapitel über experimentelle Untersuchungen ein. *Willis* ist von

<sup>1)</sup> *E. Reyer*, Geologische Prinzipienfragen. Leipzig 1907.

allen denen, die sich mit tektonischen Experimenten beschäftigten, derjenige, welcher mit der klarsten Fragestellung an seine Versuche heranging. —

Bevor und während ich meine eigenen Versuche unternahm, kannte ich seine Arbeit noch nicht, und ich freute mich beim Durchlesen derselben feststellen zu können, daß wir in völliger Unabhängigkeit von einander in gleicher Weise zu einigen der wichtigsten Grundlagen für die Ausführung tektonischer Versuche kamen.

*B. Willis* geht davon aus, daß Biegen, Brechen, Scheren rein mechanische Vorgänge sind. Das Material, welches Biegungen, Zerbrechungen, Scherungen erlitten hat, wurde von einer äußeren Kraft betroffen, welche die ihm innewohnenden Widerstände überwandt. Die Faltungen und Überschiebungen auf der Erde weisen die Wirkung dieser drei genannten Vorgänge auf, und gehorchen dabei mechanischen Gesetzen. Wir müssen also imstande sein, experimentell diese Strukturen nachzuahmen, sofern wir imstande sind, einigermaßen analoge Verhältnisse im Kleinen herzustellen.<sup>1)</sup> —

Dabei fragt es sich:

1. Wie waren ursprünglich Charakter und Anordnung der gefalteten und überschobenen Schichten, und welches waren dementsprechend die in ihnen liegenden Widerstände.
2. Unter was für Bedingungen standen die von außen einwirkenden Kräfte, und wie wurden sie übertragen.
3. Welches ist der wahrscheinliche Ursprung für die Kräfte, welche qualitativ und quantitativ ausreichten, die beobachteten Ergebnisse hervorzubringen. —

Der Autor kommt dann zu dem Ergebnis, daß man im Verhältnis zu den zur Verfügung stehenden Kräften relativ weiche

<sup>1)</sup> *B. Willis*, The Mechanics of the Appalachian Structure. U. S. Geological Survey. Thirteenth Annual Report, Washington 1893. S. 210—283. Plates XLVI—XCVI.

Massen, wie Wachs nehmen müsse, welches er, um widerstandsfähigere Lagen zu erhalten, mit Stuckmaterial härtete, und zur Herstellung weicherer Massen mit Terpentin mischte. —

Eine weitere prinzipiell wichtige Überlegung ist folgende: Die Biegsamkeit einer Masse (Schicht) ist eine Funktion ihrer Tiefenlage in der Erdkruste, bzw. der auf ihr ruhenden Last. Nun sind Schichtenlagen nie homogen, sie variieren an Festigkeit je nach ihrem petrographischen Charakter (Sandsteine, Kalksteine, Tone). An der Erdoberfläche sind sie alle mehr oder weniger brüchig, in der Tiefe zeigen sie sämtlich größere Plastizität; doch sind stets, *ceteris paribus*, Unterschiede in dieser Hinsicht in benachbarten Lagen vorhanden. —

Als Bedingungen, welche die Deformation der Schichten beherrschen, erwähnt *B. Willis* folgende:

1. Die Unterlage der oberflächlichen Krustenteile ist latent plastisch.
2. Wenn massive und geschichtete Gesteine gleichen Druck erleiden, so erleiden die letztern die stärkere Deformation.
3. Biegsamkeit und Brüchigkeit von Schichten stehen in umgekehrtem Verhältnis zu der Dicke und Starrheit der Schicht; sie sind, je nach der darüber liegenden Last, für ein und dieselbe Schicht verschieden. —
4. Die Art der Übertragung eines Schubes, die zur Deformation führt, ist eine Funktion der Festigkeit jeder Schicht und der auf ihr ruhenden Belastung.

Als Vorbedingung für erfolgreiche Experimente ist daher zu fordern, daß:

1. Die Schichten im Verhältnis zu ihrer Ausdehnung so dünn sind, daß ihre Festigkeit (Starrheit) nicht ausreicht, in horizontaler Lage ihre eigene Last selbst zu tragen. —
2. Eine plastische Unterlage für diese Schichten.

3. Das Material muß, analog dem in der Natur, mit weitem Spielraum, stark vom starren zum plastischen variiert werden können. —

Da die Plastizität der Gesteine das Ergebnis des Belastungsdruckes ist, müssen wir entsprechende Bedingungen während des Versuchs einführen, doch darf natürlich der Belastungsdruck den Faltungsdruck nicht aufheben. —

Auch bei meinen Experimenten führte ich, unabhängig von *Willis*, starken Belastungsdruck von oben ein. *Willis* verwendete Schrotmassen, welche er über die zu faltenden Schichten anordnete, ich hatte ursprünglich die gleiche Idee, löste aber dann dieses Problem jedoch auf andere Weise, und erhielt damit die Möglichkeit, den Belastungsdruck lokal zu modifizieren, was meiner Ansicht nach von großer Wichtigkeit für tektonische Vorgänge ist.

Die Maximalbelastung der ganzen Versuchsfläche betrug bei *Willis* 1000 pounds, d. h. 5 pounds pro Quadrat Zoll.

Der Versuchsapparat ist auf Tafel III abgebildet; er besteht aus einem kräftigen Kasten aus Eichenholz, in dem ein Stempel angebracht ist, der durch eine Schraube vorgetrieben werden kann. — Der Druckraum ist 3 Fuß  $3\frac{3}{8}$  inches (= 1 Meter) lang, und 6 inches breit. Die Seitenwände lassen sich entfernen, sind aber während des Versuches fest miteinander durch Bolzen verbunden. Der Block, der die Schraube führt, wie der, gegen welchen die Masse gepreßt wird, ist mit der basalen, mittelst Bänder versteiften Platte, durch Bolzen fest verbunden, und, da die Bolzen, welche die Seitenwände fixieren, gleichfalls in diese zwei Blöcke eingelassen sind, ist der Abstand zwischen ihnen beiden gut fixiert. Der Stempel besteht aus einem festen Kasten aus Eichenholz, und die Schraube ist so daran befestigt, daß sowohl Vor-drücken, als Zurückziehen desselben möglich ist.

Die Höhe dieses Preßkastens beträgt nur einen Fuß, doch kann nach Einbringung der Schichten durch einen enganschließenden Rahmen der Schrotbehälter erhöht werden.