

## **Tektonik-Blockdiagramm**

Best.- Nr. 2013286

### **Inhalt**

#### **0. Einleitung**

#### **1. Zusammensetzung des Blockdiagramms - Kontrolle**

#### **2. Lernziele**

##### **2.1 Methodische Lernziele**

##### **2.2 Kognitive Lernziele**

#### **3. Lehrplan**

#### **4. Beispiele für den Einsatz**

##### **4.1 Kompression**

##### **4.2 Dehnung**

#### **5. Schlusswort**

#### **0. Einleitung**

Die Erde ist ein aktiver Planet, auf dessen Oberfläche die Erdkruste Brüche und Verformungen aufweist. Bei einer Verwerfung handelt es sich um eine Bruchstelle in der Erdkruste, wobei die getrennten Teile sich relativ zueinander verschoben haben. Es stellen sich die folgenden Fragen:

Welche verschiedenen Verformungs-Arten gibt es? Werden diese Verformungen durch divergente oder konvergente Bewegungen der Materie verursacht?

Dieses Modell ist einfach zu handhaben, somit kann man die theoretisch aufgestellten Bedingungen für die **Bildung der verschiedenen Verwerfungsarten** verdeutlichen und die entsprechenden Ergebnisse untersuchen. So sind die **normalen Verwerfungen** am Rand von Grabenbrüchen durch **Ausdehnung** entstanden.

Die für die Entstehung des Bergreliefs verantwortlichen **inversen Verwerfungen** sind durch **Kompression** entstanden. Die entstandenen Strukturen sind sehr aufschlussreich,

da man sie vom Weltall aus beobachten kann. Dies erlaubt die Interpretation eines geologischen Schnitts oder einer geologischen Karte.

## 1. Zusammensetzung des Blockdiagramms

- Quaderförmiger Block aus blauem Polystyrol in den Abmessungen:  
L x B x H = 440 x 170 x 85 mm,  
er lässt sich in drei Teilstücke mit abgeschrägten Kanten ABC zerlegen (Fig. 1).
- Block D aus Polystyrol in den Abmessungen: : L x B x H = 340 x 170 x 40 mm,  
er wird für verschiedene Versuche benötigt (Fig. 2).

Durch ihre gedrungene und kompakte Form sind die Blöcke gut zu handhaben.

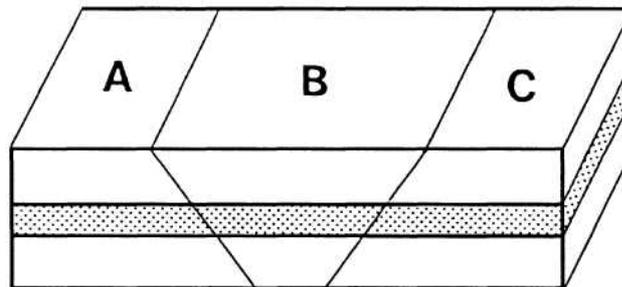


Fig. 1

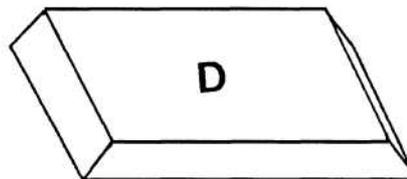


Fig. 2

## 2. Lernziele

### 2.1 Methodische Lernziele

ein analoges Modell der Geologie auswerten und eine Methode anwenden, die zur Lösung eines vorliegenden Problems führt.

### 2.2 Kognitives Lernziel

Mit diesem Modell können Grundbegriffe der Tektonik veranschaulicht werden. Für jeden betrachteten Fall kann ein einfacher Mechanismus ausgedacht werden, der ein möglichst realitätsnahes Bild liefert:

- Sie können die Bildung von **inversen Verwerfungen** in den Zonen, die Kompressionskräften unterliegen, veranschaulichen.
- Sie können die Bildung von **normalen Verwerfungen** an den Rändern eines Grabenbruchs durch das Wirken von Dehnungskräften veranschaulichen.

### 3. Lehrplan

- Sekundarstufe I: die verschiedenen Formen der Erdaktivität (Erdbeben, Gesteinsverformungen)

Ziel ist der Erwerb von Grundwissen, Kenntnissen über Erdbeben, Verwerfungen.

- Sekundarstufe II: Bewegungen der Lithospäre
  - Dehnung, Erdbeben, assoziierter Vulkanismus
  - Bildung von Bergketten, Kompression.
- Gesteine als Gebilde der Zeit und als Zeitzegen  
Auswertung der durch geologische Karten gelieferten Informationen, mit deren Hilfe man das relative Alter eines Geländes oder einer Verformung bestimmen kann.

## 4. Beispiele für den Einsatz im Unterricht

### 4.1 Kompression: es sollen inverse Verwerfungen entstehen.

#### Versuchsprotokoll

**(Fig. 3)** Setzen Sie die drei Teile ABC zusammen, um so die ursprünglichen Sedimentschichten zu erhalten. Für jeden unserer Versuche haben wir zu Beginn horizontal ausgerichtete geologische Schichten von gleichmäßiger Dicke (im Polystyrol-Block alternieren helle und dunkle Schichten).

**(Fig. 4)** Üben Sie anschließend an beiden Seiten einen Druck in horizontaler Richtung aus. Auf Grund der vorgesehenen Bruchflächen können sich die Teile gegeneinander verschieben. (In der Natur muss sich zunächst Energie ansammeln, damit ein Bruch entsteht.)

Der Bruch wird von einem Stoß oder einem Erdbeben begleitet, er ermöglicht das Gleiten von zwei Blöcken entlang der neu entstandenen Bruchfläche. Die kleinen Pfeile geben die Richtung der relativen Verschiebung der Platten ABC an.

Man kann nun feststellen, dass zwei Spalten ein dreieckiges Teil aus nach oben geschobenem Materials begrenzen. Es handelt sich um eine inverse Verwerfung, denn die Platte über der Bruchfläche ist angehoben worden. Die Bildung von Relief wird so durch Zusammenpressen von Materie ermöglicht. Horizontale Bewegungen verursachen vertikale Bewegungen unter Bildung von inversen Verwerfungen. Diese Kompressionsstrukturen findet man bei Bergketten.

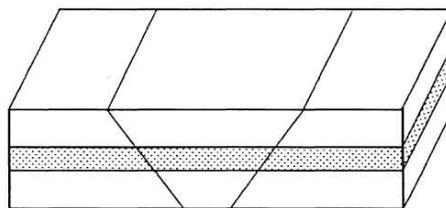


Fig. 3

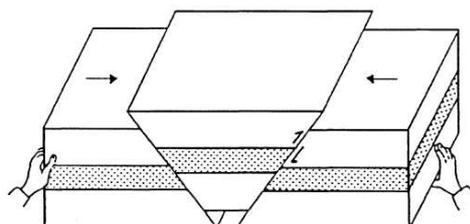


Fig. 4

(Fig.5): Eine Verwerfung kann mehrmals stattfinden, so dass es zu einer Serie von Verschiebungen kommt. Man kann die Sprunghöhe von jeder Verwerfung zu jeder Zeit bestimmen: die Sprunghöhe entspricht dem Ausmaß der Verschiebung. Im Schnitt betrachtet, entspricht es der Vektorsumme der senkrecht aufeinander stehenden Kraftkomponenten

- die horizontale Komponente  $R_h$  entspricht der durch Zusammenpressen entstandenen Verkürzung
- die vertikale Komponente entspricht der Sprunghöhe  $R_v$

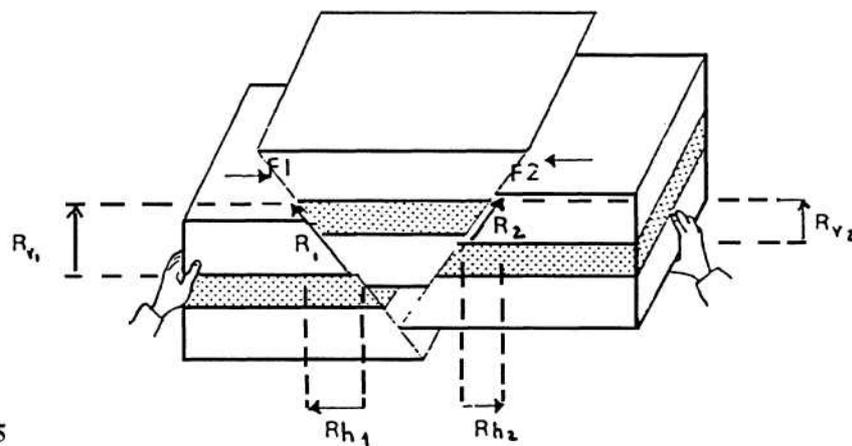


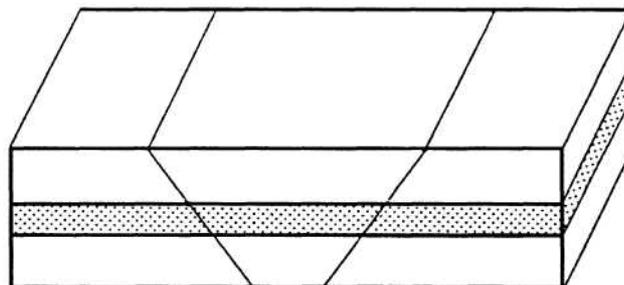
Fig. 5

**4.2. Ausdehnung:** Es sollen normale Verwerfungen entstehen.

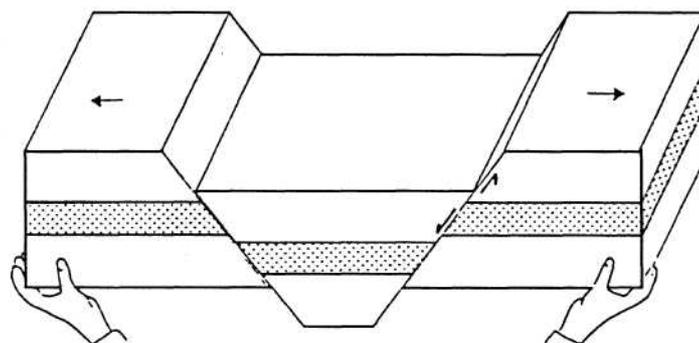
### Versuchsprotokoll

Setzen Sie den Quader mit seinen horizontalen geologischen Schichten wieder zusammen (**Fig. 6**).

**(Fig. 7):** Ziehen Sie an den Enden der beiden Seitenteile in horizontaler Richtung, das mittlere Teil B wird einbrechen. In der Mitte ist ein Tal bzw. Graben entstanden. Dies ist im Elsass zwischen den Vogesen und dem Schwarzwald der Fall gewesen, der Graben ist aus einer Reihe von normalen Verwerfungen entstanden, die das Gelände in Stufen gegliedert haben. Man spricht von einer normalen Verwerfung, wenn die Platte zwischen den Bruchflächen absinkt. Diese Bruchflächen stellen Öffnungen dar, durch die Magma aufsteigen kann, es können Vulkane entstehen (zum Beispiel der Kaiserstuhl im Rheintal).



**Fig. 6**



**Fig. 7**

**(Fig. 8):** Bei einer Verwerfung: man kann sowohl den Wert der entsprechenden Dehnung (Sprungweite  $R_h$ ) als auch die Tiefe (Sprunghöhe  $R_v$ ) bestimmen.

**(Fig. 9):** Der Graben kann sich mit Meerwasser füllen und Sedimente zurückhalten: setzen Sie das Polystyrolstück D in den Graben. Dies entspricht dem Aufschütten der Senke mit Sedimenten, entweder zeitgleich mit den tektonischen Ereignissen oder zu einem späteren Zeitpunkt.

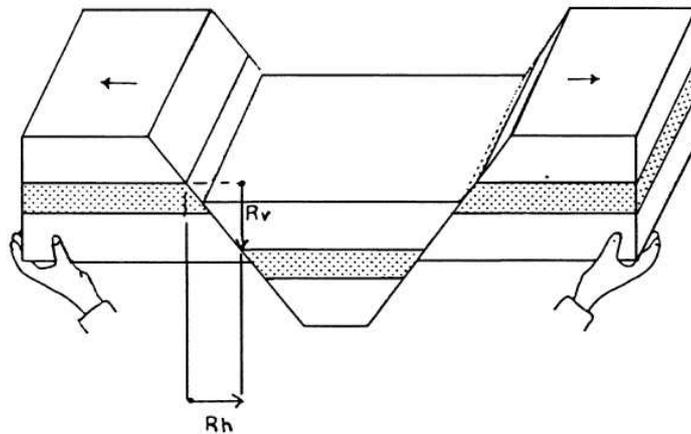


Fig. 8

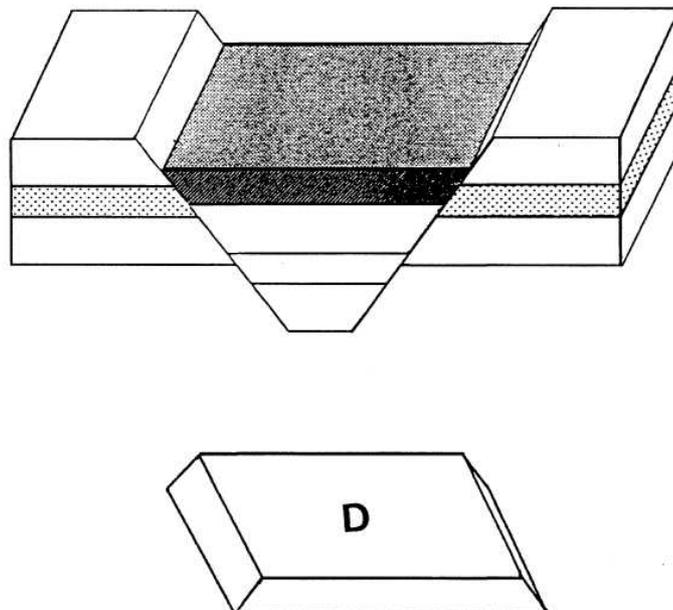
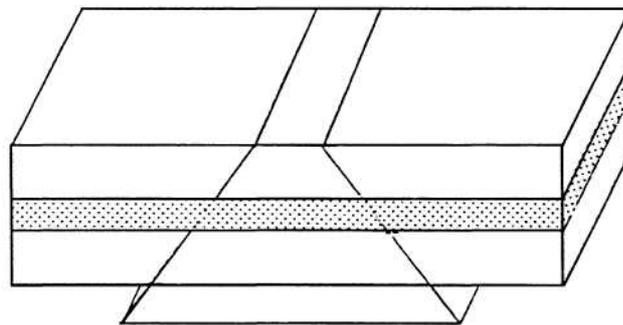
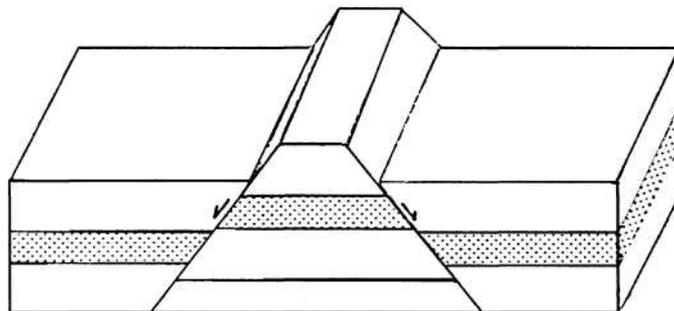


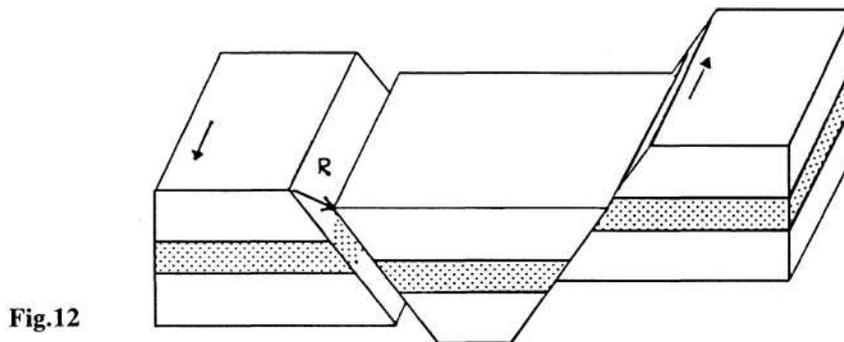
Fig. 9

**Bemerkung:**

Sie können die Polystyrolteile folgendermaßen anordnen: **(Fig.10)**. Anschließend lässt man die beiden äußeren Blöcke absacken. Man erhält einen Horst, der zwei Bruchgraben trennt. Man findet dies in der Ebene der Limagne, aus der der Forez-Horst aufragt, der Allier und Loire voneinander trennt (Abb.11).

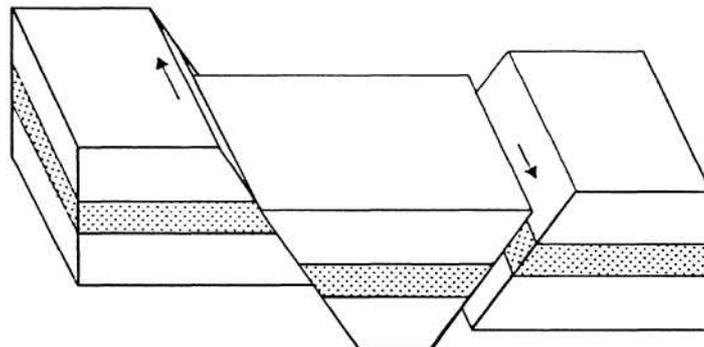
**Fig. 10****Fig. 11****Bemerkung:**

Die normale Verwerfung des elsässischen Bruchgrabens hat aktuell die Tendenz sich nach links zu verschieben. Das heißt, die Platten gleiten horizontal, wie in Fig.12. Sie können dieses Phänomen realisieren und zeigen, dass in der Natur mehrere Arten von Kräften im Laufe der geologischen Zeiten wirken und so die Strukturen komplexer machen.


**Fig.12**

Die Richtung der Verwerfung können Sie ermitteln, indem Sie mit Hilfe von Markierungen wie geologische Schichten, Streifen, Kratzer an der Oberfläche der Bruchflächen die Verschiebung deutlich machen. Hier entspricht die Sprungweite  $R$  der Vektorsumme von drei orthogonalen Komponenten

**Fig. 13** stellt eine Rechtsverschiebung dar, bei der die Bruchflächen in der anderen Richtung gleiten.


**Fig.13**

### Bemerkung:

Dieses Modell bleibt sehr theoretisch. Wir haben uns darauf beschränkt, lediglich zwei Verwerfungen darzustellen, die sich in entgegengesetzter Richtung bewegen, so dass es leichter zu verstehen ist, welche Kräfte mit im Spiel sind. In Wirklichkeit ist die Zahl von Verwerfungen beträchtlich. Das wird uns durch die Versuche mit dem Modell Tectdidac (MT 15472) mit Sand gezeigt. Die Zahl der Verwerfungen steigt, je länger der Versuch durchgeführt wird. Es erscheinen mehrere Stufen in einem Grabenbruch.

## 5. Schlusswort

Der Begriff Tektonik bezeichnet jede neue Anordnung der Gesteine seit ihrer Ablagerung. Anhand dieses Modells kann man die typischen tektonischen Strukturen lernen und den Mechanismus ihrer Bildung im Zusammenhang mit Verwerfungen verstehen.