

# Bananenbieger

## Mit einer Banane geologische Strukturen simulieren

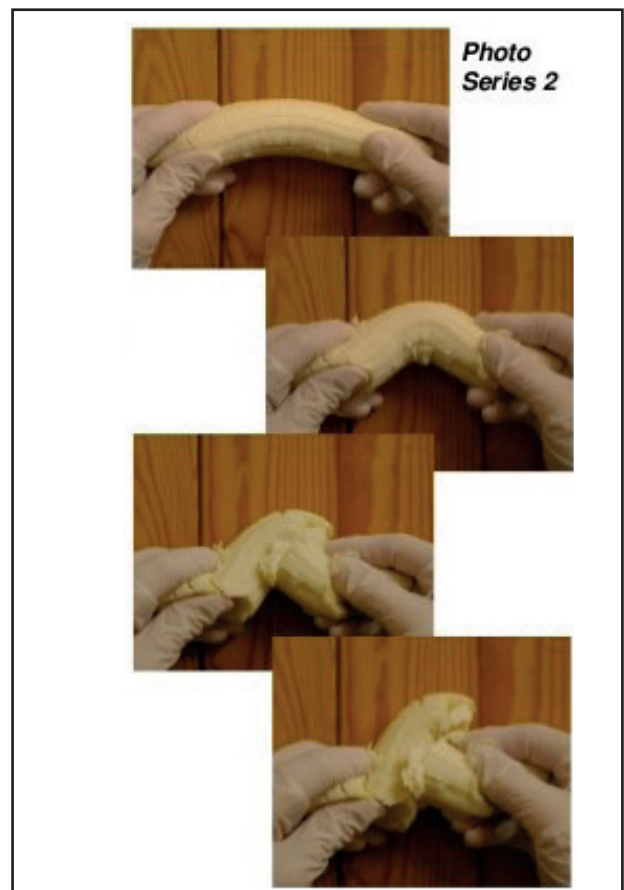
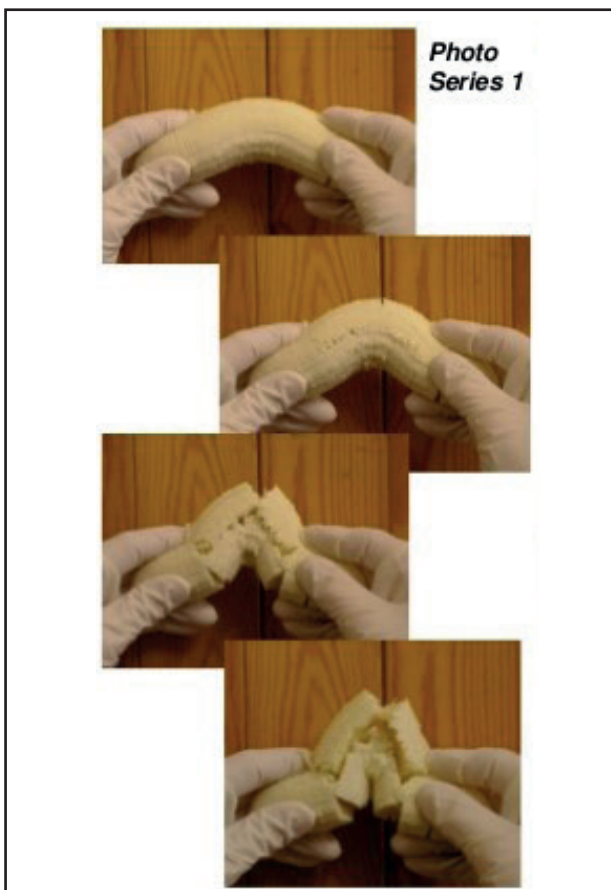
Gestein kann in viele verschiedene Formen gefaltet werden und durch Verwerfungen brechen. Diese Falt- und Verwerfungsstrukturen findet man in Gebirgsketten, Felsen und sogar in kleinen Handstücken. Mithilfe von Bananen kann man erkennen, wie diese Strukturen entstanden sein könnten.

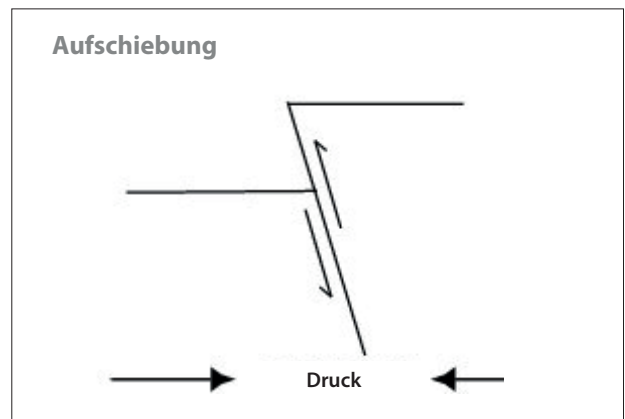
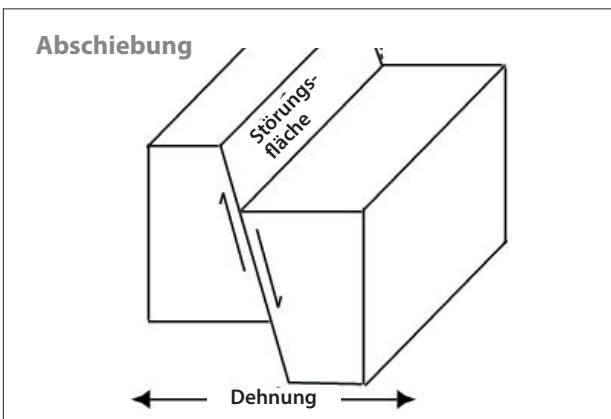
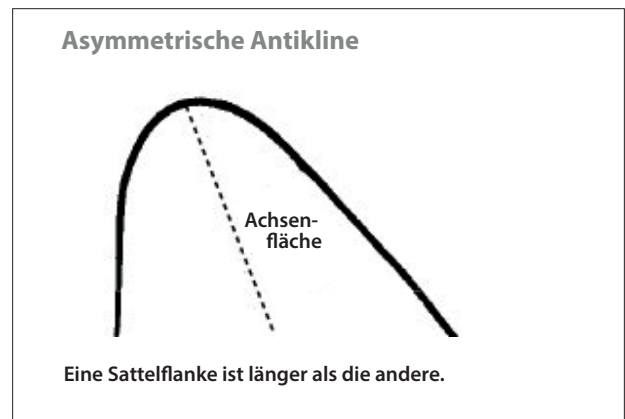
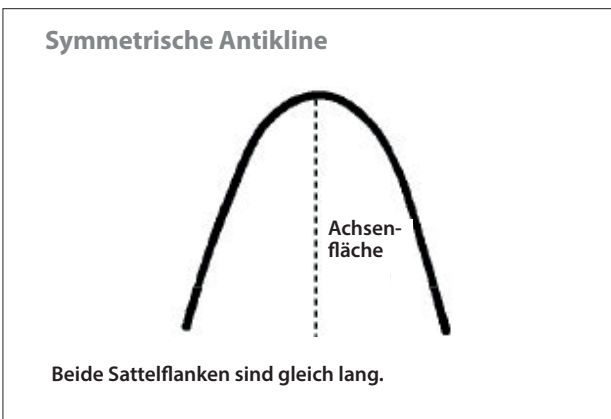
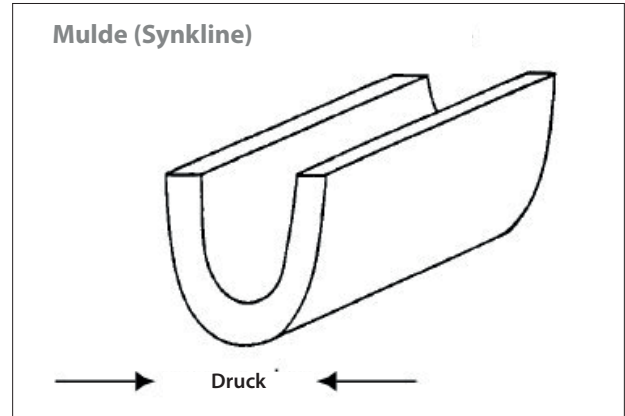
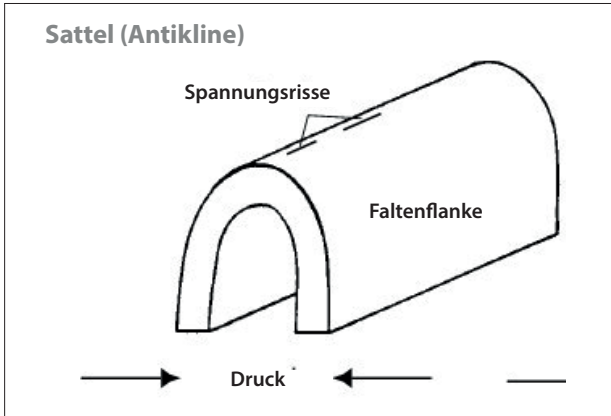
Geben Sie jedem Schülerpaar oder jeder Gruppe eine Banane. Fordern Sie die Schülerinnen und Schüler zu Folgendem auf:

- Schält die Banane und haltet sie an den beiden Enden gut fest. Nun drückt ihr eure Hände, die an den beiden Enden der Banane sind, der Länge nach langsam zusammen, bis die Banane beginnt sich zu verformen. Hinweis: Es ist wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler die Hände zusammendrücken, da man zuerst die horizontale Kraft benötigt.
- Zeichnet oder fotografiert die Strukturen, die ihr geformt habt. Fügt so viele Beschriftungen der folgen-

den Darstellungen wie nur möglich eurer Zeichnung oder eurem Foto hinzu. Versucht folgende Sachen zu markieren:

- Falte; Faltenachse; Faltenflanke; der maximale Winkel, der erreicht wird, bevor der Bruch entsteht. Ist es ein Sattel (Antikline/Antiklinale) oder eine Mulde (Syncline/Synklinale), eine symmetrische oder eine asymmetrische Falte?
  - Spannungsrisse; Bereich der Verformung
  - Verwerfungen; Störungsfläche; horizontaler und vertikaler Versatz. Sind es Abschiebungen oder Aufschiebungen? Welche Seite ist die Verwerfungsseite?
- Versucht die Strukturen mit natürlichen Strukturen in echten Steinen zu vergleichen und überlegt euch, unter welchen Bedingungen sie entstanden. Druck, Spannung oder Schubkraft können daran beteiligt sein.
  - Esst die Banane!





## Der Hintergrund:

### Inhalt:

Diese Simulation kann in jeder Stunde angewandt werden, in der es um die Verformung von Gestein geht, entweder anhand kleinskaliger Beispiele, Handstücke oder freigelegtem Gestein oder anhand großskaliger Beispiele, wie bei der Gebirgsbildung.

### Lernziele:

Schülerinnen und Schüler können

- eine Auswahl an Strukturen, die durch Druckverformung entstanden sind, sehen;

- die verschiedenen Arten der Strukturen erzeugen, beschreiben, analysieren und darüber erzählen;
- die richtigen Begriffe den Zeichnungen/Fotos der Strukturen zuordnen;
- verstehen, dass die Banane ein geeignetes Modell für größere Systeme und unterschiedliche Stoffe ist;
- erkennen, dass sehr hohe Temperaturen und ein sehr hoher Druck vorhanden sein müssen, damit es

### MATERIALLISTE:

- Bananen
- evtl. Einmalhandschuhe
- evtl. Fotos von Falten und Verwerfungen
- evtl. Muster, die maßstabsgerechte Strukturen darstellen

- zu einer Verformung von Gestein kommt;
- verstehen, dass die Banane unbehindert war, während das Gestein durch die Gesteinsmassen über und um es herum, eingeschlossen war;
- verstehen, dass die Banane nur eine Gesteinsschicht darstellt. Wenn die Schichten verschiedener Gesteine gefaltet und verworfen werden, kann sich jede Schicht dabei anders verhalten. Manche sind weicher (locker) als andere (hart) und werden einfacher verformt;
- erkennen, dass die Deformationsgeschwindigkeit der Banane viel schneller ist im Vergleich zu der Deformationsgeschwindigkeit der Gesteine. Jedoch können Verwerfungen sehr schnell auftreten, oftmals als Ergebnis verheerender Erdbeben.

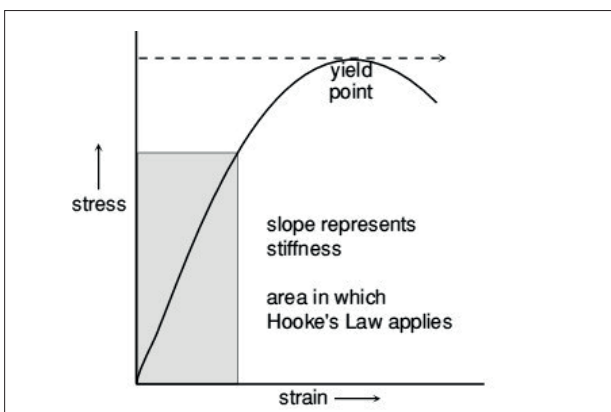
### Kontext:

Bananen sind häufig verfügbar und linienförmige Balken aus leicht und mehrfach verformbarem Material, um eine ganze Reihe an natürlichen Fall- und Verwerfungsstrukturen herzustellen. Sie können bei Raumtemperatur verformt werden und je nach Alter und Reife der Banane kommt es zu unterschiedlichen Reaktionen, die Ergebnisse bleiben aber die gleichen.

Aufgrund der natürlichen Krümmung der Frucht wird zum Biegen der Banane der Länge nach Druck auf die Banane ausgeübt.

Geologen und Ingenieure nutzen ähnliche Versuche, um die Stärke und Widerstandsfähigkeit von Gestein und Teilen, die beim Bau genutzt werden, wie zum Beispiel Stahl oder Holz, zu testen.

Die Theorie, wie Bestandteile auf zeitgleiches Drücken und Biegen reagieren, wurde gegen Ende des 19. Jahrhunderts von Euler entworfen. Euler zeigte, dass die Belastungsgrenze von Bestandteilen, die sich verbiegen, auf der Biegefestigkeit des Materials beruht und nicht auf der Druckfestigkeit des Materials. Vor dem Bruch stellt die verbogene Form eine halbe Sinuskurve dar.



Hinweis:

Abbildungen von einfach gefalteten Strukturen lassen vermuten, dass die Schichten nicht umgekippt sind. In

solchen Fällen ist ein Sattel eine richtige Antikline und eine Mulde eine richtige Syncline. Streng genommen sollte man die Begriffe **Antiform** und **Synform** verwenden, bis man bewiesen hat, dass die Schichten mit der richtigen Seite nach oben liegen.

Die beste Definition einer Antikline ist eine Falte, bei der das älteste Gestein im Inneren der Falte zutage tritt. Im Falle einer Syncline befindet sich das jüngste Gestein im Inneren der Falte.

Die Ergebnisse der Fotoserien 1 und 2:

- Als erstes hält die Banane dem Druck, der der Länge nach ausgeübt wird, stand.
- Sobald der Druck zunimmt, beginnt sich die Banane zu verbiegen. In dieser Phase imitiert die Banane einen Sattel (Antikline). Die Krümmung nimmt schnell zu. Bald schon sind Spannungsrisse am oberen Ende der Falte zu erkennen. Je nach Reife der Banane können noch zwei oder mehr Spannungsrisse erscheinen.
- Nahezu gleichzeitig beginnt das Material sich an der Innenseite der Kurve zu zerdrücken und eine knieförmige Biegung oder ein Knickbereich erscheint.
- Wenn weiterhin Druckkraft ausgeübt wird, treten Verwerfungen auf und Teile der Banane verschieben sich nach oben auf die Verwerfungsebene (auf beiden Seiten der Fotoserie 1 und nur auf einer Seite der Fotoserie 2).
- Es ist möglich, eine winzige bogenförmige Radialverwerfung genau oberhalb der maximalen Biegung zu sehen.

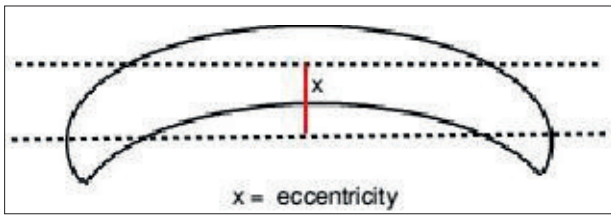
### Mögliche Anschlussaktivitäten:

Die Schülerinnen und Schüler können die Tätigkeit mit unterschiedlich reifen Bananen wiederholen, um zu sehen, ob die Ergebnisse vorhersehbar sind.

Mithilfe des Internets können die Schülerinnen und Schüler Abbildungen von Falten und Verwerfungen suchen und beschreiben, wie diese verformt wurden. Hierzu können sie ihre Bananenübung als eine Nachbildung nutzen.

### Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Stoffe verhalten sich auf eine vorhersehbare Art und Weise, wenn sie unter Druck stehen.
- Die Druckkraft führt zu einer gleichmäßigen, zusammendrückenden Spannung über das gesamte Querprofil des zusammengedrückten Körpers.
- Da Bananen von Natur aus gebogen sind, kommt es durch die Druckkraft zu einem Biegeeffekt entsprechend der angewandten Kraft, vervielfacht durch die Exzentrizität der Banane. (Exzentrizität ist der Abstand zwischen den Mittelachsen an den Enden und der Mitte der Banane.)



- Dieser Biegeeffekt verursacht eine zusätzliche Druckspannung auf der Innenseite der Krümmung, sowie eine gleichwertige und entgegengesetzte Zugspannung an der Außenseite.
- Wird die Kraft verstärkt, erhöht sich auch die Exzentrizität. So erhöht sich wegen der Biegung die Spannung schneller als die aufgewandte Kraft.
- Wenn auf der Außenseite der Krümmung die Zugspannung aufgrund des Biegeeffekts die Druckspannung durch die Druckkraft übertrifft, erscheinen Spannungsrisse auf der Außenseite der Krümmung.
- Wenn auf der Innenseite der Krümmung die Druckspannung aufgrund des Biegens zusammen mit der Achsendruckkraft die Druckfestigkeit des Materials übertrifft, gibt das Material entlang einer oder mehrerer Schichten des Hauptdrucks nach.
- Das Brechen des Gesteins unter Druck in großen Strukturen (wie zum Beispiel im Gebirge), kann durch das kleinskalige ‚Bananenbiegen‘ ziemlich genau nachgestellt werden.

#### Denken Lernen:

Wiederholbare und ähnliche Muster bilden sich heraus, während verschiedene Strukturen entstehen. Ein kognitiver Konflikt entsteht, wenn verstanden wird, dass die Gesteine unter großem Temperatureinfluss und Druck gestanden haben müssen, damit sie sich falten konnten.

Die Diskussion darüber, was passiert ist, beinhaltet die Metakognition. Ein Transfer findet statt, wenn erkannt wird, dass die Strukturen der Banane den Strukturen im gefalteten und verworfenen Gestein, wie in Gebirgen und in kleinen Handstücken, ähnlich sind.

**Hilfreiche Links:** Um diese Aktivität in Kontext setzen zu können, kann man auch die ELIs ‚Plate tectonics through the window‘ und ‚Kontinente auf Kollisionskurs‘ durchführen. Ähnliche ELIs sind ‚Margarine Gebirgsentstehung‘ und ‚Das Himalaya-Gebirge in 30 Sekunden‘.

**Quelle:** Die Idee stammt von Patrick James und Ian Clark von der School of Natural and Built Environments, University of South Australia, und wurde von Elizabeth und Martin Devon überarbeitet.

Alle Bilder und Darstellungen stammen von Elizabeth und Martin Devon.

**Übersetzung:** Marissa-Verena Flatt

**GEEIGNETES ALTER DER SCHÜLER:**

8 - 80Jahre

**ZEITBEDARF :**

ca.30 Minuten

©Earthlearningidea-Team. Das Earthlearningidea-Team produziert in regelmäßigen Abständen Unterrichtsideen zu geowissenschaftlichen Themen, die in den Schulfächern Geographie oder Naturwissenschaften mit wenig Kosten und Ressourcen umgesetzt werden können. Eine Online-Diskussion rund um die Idee soll zur Entwicklung eines globalen Unterstützer-Netzwerkes beitragen. „Earthlearningidea“ bekommt nur wenig finanzielle Unterstützung und wird hauptsächlich auf Freiwilligenbasis entwickelt. Auf Copyright-Rechte für das jeweilige Originalmaterial wird verzichtet, so lange die Idee innerhalb von Klassenräumen und Laboren umgesetzt wird. Copyright-Rechte Dritter innerhalb des verwendeten Materials bleiben bestehen. Möchten irgendwelche Organisationen dieses Material verwenden, mögen diese das Earthlearning-Team kontaktieren.

Zwecks Copyright-Rechten Dritter bemühte man sich, die Copyright-Inhaber zu kontaktieren und ihre Genehmigung einzuholen. Bitte nehmen Sie mit uns Kontakt auf, sollten Sie der Meinung sein, dass Ihre Copyright-Rechte verletzt worden sind. Wir sind dankbar für alle Informationen, die uns helfen, unsere Angaben auf dem aktuellen Stand zu halten.

Wenn Sie irgendwelche Schwierigkeiten mit der Lesbarkeit der Dokumente haben, kontaktieren Sie bitte das Earthlearning-Team zwecks weiterer Hilfe.

**Kontakt zum Earth-Learning-Team:** [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)

Zu **Fragen** bezüglich der **deutschen Übersetzung:** [Dirk Felzmann: felzmann@uni-landau.de](mailto:Dirk.Felzmann@uni-landau.de)