

Eckert.Dossiers 3 (2011)

Georg-Eckert-Institut für internationale Schulbuchforschung  
(Hg.)

## **Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten**

**GEORG ECKERT  
INSTITUT**  
Leibniz-Institut für internationale  
Schulbuchforschung

**EDU | MERES**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 4.0 Unported (CC BY-ND 4.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

Zitierhinweis:

Georg-Eckert-Institut für internationale Schulbuchforschung (Hg.). *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*. Eckert. Dossiers 3 (2011)

Eckert.Dossiers Nr. 3

King, C. und York, P.  
(Übers. Julia Brinkmann)

**Hoch-Strömen, Herunter-Strömen?:  
Atmosphäre und Ozean in einem Becken.  
Heiße, kalte und Teilchen gefüllte Dichteströmungen -  
wie sie in Atmosphäre und Ozean vorkommen.**

King, C. und York, P. „Hoch-Strömen, Herunter-Strömen?: Atmosphäre und Ozean in einem Becken. Heiße, kalte und Teilchen gefüllte Dichteströmungen - wie sie in Atmosphäre und Ozean vorkommen.“ Übers. v. Julia Brinkmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011).  
<http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0101>.

**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

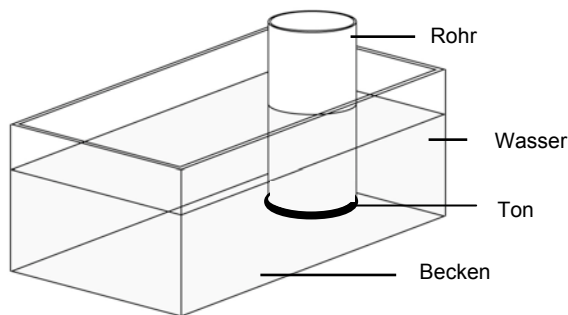
## Hoch-Strömen, Herunter-Strömen?: Atmosphäre und Ozean in einem Becken Heiße, kalte und Teilchen gefüllte Dichteströmungen - wie sie in Atmosphäre und Ozean vorkommen



Wolkenfoto ohne Copyright. Gefunden auf: <http://yotophoto.com/search?page=10&kw=clouds>

### Der Aufbau

Befüllen Sie ein durchsichtiges Becken zur Hälfte mit Wasser (Größe des Beckens ist egal – jedoch: je größer, desto besser – ein Aquarium aus Plastik wäre ideal). Stellen Sie ein Stück Rohr o.ä. an einem Ende ins Wasser (s. Abb.).



Die Vorführung ist noch effektiver, wenn etwas Ton ringförmig am unteren Ende des Rohr als Abdichtung zum Behälterboden angebracht wird – was jedoch nicht unbedingt notwendig ist.

### Heiße Strömung

Bringen Sie Wasser zum Kochen und geben Sie davon etwas (z.B. ca. 50 bis 60 ml) in einen Becher o.ä.. Geben dann noch etwas Farbstoff hinzu, damit dieses Wasser von dem im Becken unterschieden werden kann, wenn es zum Wasser im Becken gegeben wird. Roter Farbstoff ist am besten geeignet (kennzeichnet heißes Wasser); andere Farben (Kaffee, Tee, Lebensmittelfarbe, Tinte, etc.) eignen sich natürlich ebenso gut. Gießen Sie nun das gefärbte Wasser in das Rohr, rühren Sie um, beruhigen Sie dann das Wasser (entgegengesetzt rühren). Nehmen Sie nun langsam und vorsichtig das Rohr weg und lassen Sie beobachten, was passiert.

Das heiße Wasser steigt auf und verteilt sich an der Oberfläche, trifft auf die Außenwände des Beckens und wird zurückgewirbelt. Diese heiße Schicht bleibt an der Oberfläche (etwa eine Std.).

### Kalte Strömung

Versuchen Sie, die heiße Schicht möglichst ungestört zu lassen und wiederholen Sie den Vorgang mit kaltem Wasser. Geben Sie kaltes Wasser (Mischung aus Eis und Wasser) in einen anderen Becher und fügen Sie Farbstoff hinzu (z.B. blau für kalt).

Nachdem das Rohr entfernt wurde, sinkt das Wasser nach unten und verteilt sich über dem Beckenboden, trifft auf die Außenwände, wird zurückgewirbelt und bildet dann eine stabile Schicht auf dem Grund.

### Milch-Strömung

Und noch einmal: Ohne die anderen Schichten zu stören, wiederholen Sie den Vorgang mit Milch.

Die Milch verteilt sich unterhalb der kalten Schicht in Form einer wabernden Wolke auf dem Beckenboden, prallt ab und bildet dann eine weitere stabile Schicht auf dem Grund des Beckens.

### Zu den tatsächlichen Gegebenheiten

Wenn das Becken stellvertretend für den Ozean steht:

- Das heiße Wasser ist ein warmer Meeresstrom, der sich über der Ozeanoberfläche verteilt, ähnlich wie der Nordatlantische Strom (auch „Golfstrom“ genannt) oder das warme Oberflächenwasser im Pazifik während eines El Niño-Ereignisses.
- Das kalte Wasser stellt einen kalten Meeresstrom dar, wie er nahe den Polen erzeugt wird, der absinkt und sich über dem tief gelegenen Meeresboden verteilt.
- Der Milchstrom zeigt einen Suspensionsstrom, so wie die Wasserströmungen, die Sand und Schlack enthalten und durch Erdbeben ausgelöst werden. Diese fließen an Kontinentalabhängigen hinunter und verteilen sich über Tausende von km<sup>2</sup> über dem Meeresboden.

Wenn das Becken stellvertretend für die Atmosphäre steht:

- Die aufsteigende heiße (warme) „Luft“ stellt eine Zone niedrigen Drucks dar, in der die heiße „Luft“ sich in der oberen Atmosphäre verteilt.
- Die absinkende kalte „Luft“ steht für eine Zone hohen Luftdrucks, in der die kalte „Luft“ sich über der Landoberfläche (Beckenboden) als „Wind“ verteilt. Wo die kalte „Luft“ sich über dem Beckenboden verteilt, verschiebt sie auch die warme „Luft“, vergleichbar mit einer Kaltfront.
- Der Milchstrom verdeutlicht eine Dichteströmung mit festen Bestandteilen in der Luft, so wie sie etwa von Lawinen (Eiskristalle in der

## Earthlearningidea

Luft), vulkanischen Glutwolken (heiße weiße Asche in der Luft) oder einstürzenden Gebäuden (Zwillingstürme des World Trade Centers mit Staub in der Luft) erzeugt werden.

### Ein interaktiver Ansatz

Die SuS zeigen sich interessierter am Ergebnis, wenn Sie sie vor jeder Durchführung fragen, was

### Der Hintergrund

**Titel:** Hoch-Strömen, Herunter-Strömen?: Atmosphäre und Ozean in einem Becken

**Untertitel:** Heiße, kalte und Teilchen-gefüllte Dichteströmungen – wie sie in Atmosphäre und Ozean vorkommen

**Inhalt:** Eine Demonstration wie Dichteströme sich in einem Becken mit Wasser verteilen in Analogie zu den tatsächlichen Gegebenheiten in Ozean und Atmosphäre.



Das Becken in "Aktion" (Foto: P. Kennett)

**Geeignetes Alter der Schüler:** 10 – 18 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 20 min.

**Lernziele:** SuS können:

- beschreiben und erklären, was passiert mit: - heißen Stoffen in kalter Umgebung; kalten Stoffen in warmer Umgebung; einem dichteren Stoff mit festen Bestandteilen in einer Umgebung mit weniger oder keinen festen Bestandteilen;
- beschreiben, wie Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte voneinander abgegrenzte Körper bilden;
- anhand der Vorführung erklären, wie die tatsächlichen Prozesse im Ozean ablaufen: warme Strömungen; kalte Strömungen; Suspensionsströme;
- Anhand der Vorführung erklären, wie die tatsächlichen Prozesse in der Atmosphäre ablaufen: aufsteigende warme Luft – Zonen geringen Luftdrucks, absinkende kalte Luft – Zonen hohen Luftdrucks; Wind; Kaltfronten; Lawinen, Glutwolken and Staub gefüllte Dichteströmungen.

**Kontext:**

Dieser Versuch kann verwendet werden, um atmosphärische/ ozeanische Abläufe einzuführen

wohl passiert. Außerdem lernen sie so noch eher, dass jedes Ergebnis von der jeweiligen Dichte abhängig ist und dass die Dichte "rangliste" am Ende folgende ist: Milch auf dem Beckenboden, größte Dichte; kaltes gefärbtes Wasser, geringere Dichte; klares Wasser mit Raumtemperatur, noch geringere Dichte; heißes gefärbtes Wasser, geringste Dichte.

oder das Verständnis für diese zu festigen. Wenn interaktiv verwendet, unterstützt das Modellexperiment die Entwicklung von „Denken Lernen“, wie unten näher beschrieben.

### Mögliche Anschlussaktivitäten:

Fragen Sie, was wohl mit gefärbtem Salzwasser passiert, wenn es in den Versuchsaufbau gegeben wird. Das Salzwasser wird wahrscheinlich eine höhere Dichte haben als die Milch und verteilt sich über dem Beckenboden. Aus diesem Grund ist in Ästuaren i.d.R. eine Schicht Süßwasser über einem Salzwasserkeil zu finden.

Fragen Sie, was wohl in einem Teich mit heißem und kaltem Wasser zu den unterschiedlichen Jahreszeiten passiert oder mit Schlickwasser, das während eines Sturmes von einem Fluss eingeleitet wird.

Fragen Sie, warum „Hitze“ aufsteigt. Welcher Satz beschreibt am besten, was mit „Kälte“ passiert?

### Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Weniger dichte Fluide (flüssige oder gasförmige Substanzen) steigen auf und „gleiten“ auf dichteren Fluiden.
- Fluidkörper können – im Kontext von Atmosphäre oder Ozeanen - über Tage oder Wochen stabil bleiben.
- Ein großer Teil der vertikalen atmosphärischen und ozeanischen Zirkulation wird über die unterschiedlichen Dichtezustände der beteiligten Fluide geregelt, wobei ein großer Teil hiervon speziell über über deren relative Temperaturzustände geregelt wird.

### Denken Lernen:

Ein "Erklärungsmuster" zu Wasserdichte und deren Auswirkungen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Temperaturen, wird konstruiert; wird Milch eingeleitet (unbekannte Zusammensetzung, also unbekannte Auswirkung), erzeugt das einen kognitiven Konflikt und die meisten glauben, dass Milch sich in der Mitte absetzt oder an der Oberfläche des Beckens schwimmt. Eine offene Diskussion kann "Metakognition" beinhalten, und im Anschluss findet ein Transfer statt vom Becken auf die wahren Gegebenheiten in Atmosphäre und Ozean.

### Material-Liste:

- Ein durchsichtiges Becken – ein Aquarium/ Terrarium aus Plastik oder Glass ist am besten geeignet; auch andere Behälter aus Plastik sind geeignet; rechteckige Behälter sind am besten.

## Earthlearningidea

- Ein Stück Rohr oder ein Plastikbecher ohne Boden
- Ton oder Modelliermasse zum Abdichten (optional)
- 3 Behälter (z.B. Becher, Tassen)
- Farbstoff (z.B. Lebensmittelfarbe, Tinte, Kaffee, Tee)
- Kochendes Wasser • Eis
- Wasser • Rührlöffel

### Hilfreiche Links:

Für die Atmosphäre, siehe:

[http://www.ucar.edu/learn/1\\_1\\_1.htm](http://www.ucar.edu/learn/1_1_1.htm)

und für den Ozean, siehe:

[http://seawifs.gsfc.nasa.gov/OCEAN\\_PLANET/HTML/oceanography\\_currents\\_1.html](http://seawifs.gsfc.nasa.gov/OCEAN_PLANET/HTML/oceanography_currents_1.html)

### Quelle:

King, C. & York P. (1995) *'Atmosphere and ocean in motion'* in *Investigating the Science of the Earth, SoE1: Changes to the atmosphere*. Sheffield: Earth Science Teachers' Association, GeoSupplies.

### Übersetzung:

Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe.

Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)

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

Eckert.Dossiers Nr. 3

Chris King  
(Übers. Dirk Felzmann)

**Der Gesteinskreislauf in Wachs  
Mit einer Kerze die Prozesse im Gesteinskreislauf  
veranschaulichen.**

King, Chris. „Der Gesteinskreislauf in Wachs. Mit einer Kerze die Prozesse im Gesteinskreislauf veranschaulichen“ Übers. v. Dirk Felzmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011).  
<http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0042>.

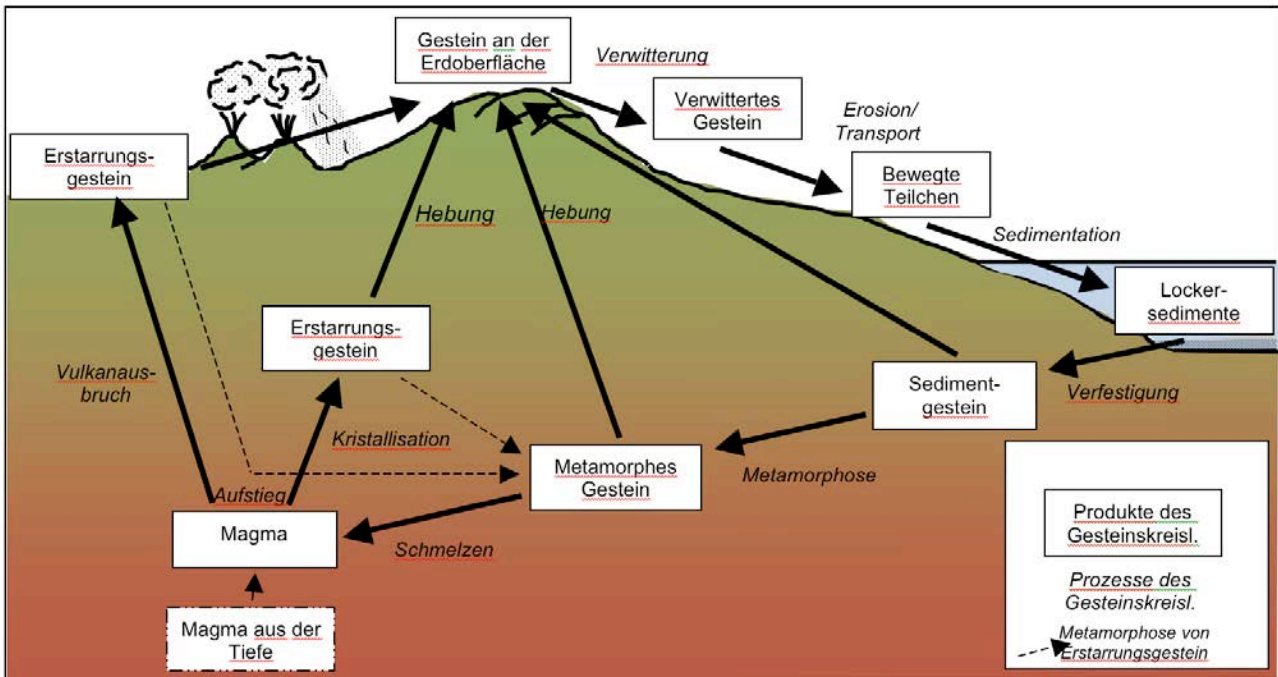
**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Der Gesteinskreislauf in Wachs

### Mit einer Kerze die Prozesse im Gesteinskreislauf veranschaulichen



#### Den Gesteinskreislauf wiederaufgreifen

Wenn Sie den Gesteinskreislauf unterrichtet haben, greifen Sie das Thema wieder auf und betrachten Sie es erneut mit Ihren Schülern, indem Sie eine Kerze folgendermaßen benutzen: Fragen Sie dabei nach jeder Demonstration: Welcher Prozess des Gesteinskreislaufes wird hier veranschaulicht? (Die Antworten sind kursiv dargestellt – weitere Hinweise sind weiter unten unter "Der Hintergrund" aufgeführt.)

- Kratzen Sie Teile von der Kerze ab (oder raspeln Sie diese mit einem Käsehobel ab) – *Erosion*
- Lassen Sie diese Teile auf ein Blatt Papier fallen – *Transport*
- Die Teile lagern sich übereinander ab - *Sedimentation*
- Drücken Sie den Haufen mit Kerzen-Teilen mit der flachen Hand zusammen. Weisen Sie darauf hin, dass dies den Sedimenten in der

Tiefe geschieht, wenn weiterhin Teilchen obenauf sedimentieren – *Zusammenpressen (Kompaktion)*

- Halten Sie Ihre Hände vertikal und bewegen Sie sie zusammen, um den Wachsteilchen-Haufen seitlich zusammen zu pressen – *Umwandlung (Metamorphose)*
- Erwärmen Sie den Wachshaufen über einer Flamme und weisen Sie auf das flüssige Wachs hin – *Schmelzen*
- Lassen Sie das flüssige Wachs auf ein Blatt Papier tropfen und sich verfestigen – *"Kristallisation"*
- Fragen Sie, welche Prozesse des Gesteinskreislaufes dieses einfache Modell nicht veranschaulichen kann – *Verwitterung, Zementation, Vulkanausbruch, konvektiver Aufstieg von Magma, Hebung.*

#### Der Hintergrund

**Titel:** Der Gesteinskreislauf in Wachs

**Untertitel:** Mit einer Kerze die Prozesse im Gesteinskreislauf veranschaulichen

**Inhalt:** Mit einer Kerze werden verschiedene Prozesse des Gesteinskreislaufes veranschaulicht. So kann das Wissen zum Gesteinskreislauf wiederholt, angewandt und gefestigt werden.

**Geeignetes Alter der Schüler:** 11 – 16 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 10 Minuten

**Lernziele:** Die Schüler können:

- die zentralen Prozesse des Gesteinskreislaufes beschreiben;
- erklären, wie diese Prozesse miteinander verknüpft sind im Gesteinskreislauf;
- einfache praktische Demonstrationen mit einem abstrakten Modell begründet verknüpfen.

**Kontext:**

Bei dieser Aktivität werden verschiedene Prozesse des Gesteinskreislaufes mit Hilfe einer Kerze veranschaulicht, um das Verständnis des abstrakten Konzepts "Gesteinskreislauf" zu festigen. Weitere Hinweise zu den Prozessen sind hier aufgeführt:

- *Verwitterung* ist der Zerfall und die Zerstörung von Gestein vor Ort (*in situ*) durch chemische,

## Earthlearningidea

physikalische oder biologische Prozesse, wobei kein Material wegebewegt wird – dies kann nicht mit Hilfe der Kerze veranschaulicht werden;

- *Erosion* ist die Abtragung von Material weg vom Ort durch Schwerkraft, Wasser, Wind oder Eis – mit der Kerze lässt sich die Abtragung von Wachs-Teilchen und ihr Herunterfallen durch Schwerkraft nachstellen;
- *Transport* ist die Bewegung von Teilchen durch Schwerkraft, Wasser, Wind oder Eis bis diese sedimentiert werden – die Kerzen-Demonstration zeigt Transport aufgrund von Schwerkraft.
- *Sedimentation* ist die Ablagerung von Material – im Kerzen-Modell wird die Ablagerung von Wachsteilchen auf einem Blatt Papier gezeigt;
- *Kompaktion* ist das Zusammenpressen von Sedimenten durch das Gewicht darüber liegender Sedimente; Kompaktion alleine kann zur Bildung von Tonstein aus Tonschlamm führen – dies wird hier durch die Handfläche nachgestellt;
- *Zementation* ist das Wachstum von kleinen Kristallen bestimmter Mineralien in den Porenräumen zwischen Körnern, so dass diese Körner miteinander „verklebt“ werden; Zementation kann die Bildung von Sandstein aus Sand, von Kalkstein aus Kalkfragmenten etc. verursachen – es kann in der Kerzen-Demonstration nicht nachgestellt werden;
- *Metamorphose* ist die Veränderung von Sediment- oder Erstarrungsgestein zu metamorphem Gestein durch Hitze und zunehmenden Druck, häufig während Gebirgsbildungsprozessen – gewöhnlich umfassen diese ein seitliches Zusammendrücken, was hier durch die Bildung einer Aufwölbung des Wachshaufens nachgestellt wird, wobei die Wachsteilchen wie bei einer realen Metamorphose im rechten Winkel zur Druckrichtung ausgerichtet sind. Das „Gestein“ wird dadurch weniger porös und „härter“ (Beachten Sie: kleinmaßstäbliche „Kontakt-metamorphosen“ durch Hitze in der Nähe zu heißem Erstarrungsgestein kann mit der Kerze nicht nachgestellt werden).
- *Schmelzen* von Gestein zu Magma (durch partielles oder vollständiges Schmelzen) geschieht, wenn Gestein heiß genug wird – dies wird hier durch das Erhitzen etwa mit Hilfe eines Feuerzeuges nachgestellt.
- *Konvektiver Aufstieg von heißem Magma* erfolgt, weil dieses weniger dicht ist als das umliegende Gestein – dies wird hier nicht nachgestellt;
- *Kristallisation* tritt auf, wenn Magma sich abkühlt und fest wird – im Kerzen-Modell wird das flüssige Wachs fest, allerdings kristallisiert es

nicht im eigentlichen Sinne, sondern verfestigt sich nur;

- *Vulkanausbruch* tritt auf, wenn Magma die Erdoberfläche erreicht, entweder als Lavafluss oder explosiv als Bomben oder Asche;
- *Hebung* ist das Hochdrücken riesiger Massen Gestein, normalerweise während Gebirgsbildungsprozessen; durch die Erosion darüber liegenden Gesteins werden zunehmend tiefere Schichten freigelegt.

### Mögliche Anschlussaktivitäten:

Fragen Sie die Schüler, wie einige Prozesse des Gesteinskreislaufes, die nicht mit der Kerze veranschaulicht werden können, auf anderem Wege nachgestellt werden könnten. Einige können durch die Earthlearningidea „Wachsvulkan“ oder das Modell „Vulkan im Becherglas“ auf der CD „System Erde“ vom IPN veranschaulicht werden.

Fragen Sie auch die Schüler, welche Energiequellen den Gesteinskreislauf am Laufen halten – die meisten exogenen Prozesse werden durch Sonnenenergie angetrieben, hauptsächlich durch den Wasserkreislauf; die meisten endogenen Prozesse werden durch die Energie des Erdinneren angetrieben (hauptsächlich durch radioaktiven Zerfall).

### Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Schwerkraft verursacht Erosion, Transport und Sedimentation;
- Seitliche Kräfte verursachen ein Zusammenpressen und eine Veränderung des Materials;
- Zustandsveränderungen des Materials durch Schmelzen und Verfestigen.

### Denken Lernen:

Die Verbildlichung des Gesteinskreislaufes stellt einen Konstruktions-Prozess dar. Die Anwendung des Wissens über Prozesse des Gesteinskreislaufes auf eine Reihe einfacher Demonstrationen stellt Verknüpfungsprozesse dar. Kognitive Konflikte können entstehen, wenn nachgefragt wird, welche Prozesse mit der Kerze nicht nachgestellt werden können.

### Material-Liste:

- Kerze
- Messer oder ein anderes Metallobjekt (z.B. Käsehobel) zum Abkratzen von Wachsteilchen
- Blatt Papier
- Feuerzeug/Streichhölzer

### Quelle:

Diese Aktivität wurde von Chris King vom Earthlearningidea Team entwickelt.

### Übersetzung:

Dirk Felzmann

## Earthlearningidea

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe.

Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)  
Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)

Eckert.Dossiers Nr. 3

Earth Science Education Unit  
(Übers. Julia Brinkmann)

**Windverwehungen – Dust bowl.  
Wir erforschen äolische Erosion.**

Earth Science Education Unit. „Windverwehungen – Dust bowl. Wir erforschen äolische Erosion.“ Übers. v. Julia Brinkmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011).  
<http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0132>.

**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Windverwehungen - Dust bowl Wir erforschen äolische Erosion

Fragen Sie die SuS nach ihren Erfahrungen mit Winderosion, ob ihnen bei starkem Wind schon mal Sand ins Gesicht geflogen ist. Bereiten Sie eine „Mini-Wüste“ vor. Mischen Sie dazu trockene Sedimente verschiedener Korngrößen. Gehen Sie vorher sicher, dass keiner der SuS unter Stauballergien oder Asthma leidet. Zeigen Sie den SuS dann einen normalen Trinkhalm (die Hülle eines einfachen Kugelschreibers ist auch geeignet).



In ein Häufchen mit gemischtem trockenem Sediment wird vorsichtig mit dem Trinkhalm hineingepustet (Foto: P. Kennett)

### Fragen an die SuS:

- Was passiert wenn man durch den Trinkhalm bläst ("Wind" erzeugt) und das Sandhäufchen anpustet?
- Welches Material/ Sediment wird wohl als erstes bewegt werden oder wegfliegen?
- Was muss man machen, damit sich das restliche Material auch bewegt?
- Was denkt ihr, wie weit das Material wohl fliegen wird? Welches fliegt am weitesten?

In Gruppenarbeit sollen die SuS nun den Versuch wiederholen und versuchen, Antworten auf die Fragen zu finden.

Im Anschluss sollen die SuS die Ergebnisse beschreiben, die nicht ihren Erwartungen entsprachen, dann sollen sie Erklärungsvorschläge machen.

Danach sollen die SuS den Versuch auf die Realität übertragen, z.B. auf ihren Heimatort; auf ein trockenes, gepflügtes Feld; auf einen staubigen Spielplatz oder Schulhof; auf einen Strand; auf eine Wüste.



Eine Staubwolke aus verwehtem Oberboden umgibt eine Farm in Stratford, Texas (um 1930). (NASA 01\_theb1365 NOAA Foto Archiv, Historische NWS Sammlung)



Verwehter Oberboden wurde in einem Straßengraben abgelagert. Iowa, USA (AGI hkeamf © NRCS)



Diese Sanddünen entstanden durch Windverwehungen. Kalifornien, USA (AGI ha469y © Marli Miller, University of Oregon)

---

## Der Hintergrund

**Titel:** Windverwehungen - Dust bowl

**Untertitel:** Wir erforschen äolische Erosion

**Inhalt:** Versuch zu den Auswirkungen verschiedener Windstärken und verschiedener Korngrößen auf Erosion, Transport und Sedimentation durch Wind.

**Geeignetes Alter der Schüler:** 8 -14 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 20 minutes

**Lernziele:** Die Schüler können:

- beschreiben, wie der Wind Materialpartikel aufnimmt und bewegt;
- darstellen, dass Wind Material weg von seinem Ursprungsort transportiert;
- erklären, warum stärkerer Wind größere Mengen und größere Partikel bewegen kann;

## Earthlearningidea

- erklären, warum Winderosion ein großes Problem für die Landwirtschaft sein kann.

**Kontext:** Der Versuch könnte Teil einer Unterrichtseinheit zum Thema "Erosion – verschiedene Arten von Sedimentbewegungen" sein. Er könnte aber auch eingesetzt werden, um die Auswirkungen von Winderosion in ebenen, windexponierten Lagen trockener Klimazonen besser verstehen zu können. Winderosion und die daraus folgende Ablagerung ist wichtig für die Fruchtbarkeit der Böden in den Sedimentationsgebieten.

- Was passiert wenn man durch den Trinkhalm bläst ("Wind" erzeugt) und das Sandhäufchen anpustet? *Einige Teilchen werden mit dem Wind bewegt. Andere "rollen" über den Tisch, aber viele werden durch die Luft (weit) über dem Tisch wehen..*
- Welches Material wird wohl als erstes bewegt werden oder wegfliegen? *Die kleinsten Teilchen werden i.d.R. zuerst verweht und werden am ehesten mit dem "Wind" durch die Luft gewirbelt.*
- Was muss man machen, damit sich das restliche Material auch bewegt? *Man könnte die Windstärke erhöhen, indem man stärker durch den Trinkhalm bläst oder der Halm könnte näher an das Sandhäufchen gehalten werden. Werden feinere Teilchen von größeren verdeckt, so kann der Halm direkt über die feineren gehalten werden. So können diese auch bewegt werden.*
- Was denkt ihr, wie weit das Material wohl fliegen wird? Welches fliegt am weitesten? *Die SuS haben i.d.R. ihre eigenen Vorstellungen von der Reichweite. Feine Teilchen werden weiter verweht als größere. Trotzdem können auch größere Teilchen weiter als erwartet getragen werden, wenn sie ihre „Reise“ erst begonnen haben.*

### Mögliche Anschlussaktivitäten:

- Besprühen Sie das Sediment leicht mit Wasser. Wiederholen Sie dann den Versuch. Dadurch wird die Wichtigkeit des Wassers als Bindemittel verdeutlicht. Durch Feuchtigkeit im Boden wird der Abtrag durch Wind deutlich vermindert.
- Säen Sie schnell-keimende Samen (z.B. Kresse) auf das feuchte Sediment aus. Nach der Keimung können Sie den Nutzen von Vegetation (als Bindemittel) testen und veranschaulichen.
- Nehmen Sie auch andere Versuche der Earthlearningideas, die ähnliche Themen behandeln, z.B. Warum wird Boden ausgewaschen?; Großer Fluss in kleinem Graben.
- Lassen Sie eine Internetrecherche zum Thema „Dustbowl“ – Winderosion im nordamerikanischen Flachland in den 30er Jahren des 20. Jhds“ durchführen, oder finden Sie ein anderes Beispiel in der Nähe der Schule (z.B. trockenes Feld, Spielplatz).

### Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Kleinere Partikel können durch Luftbewegungen vom Boden gelöst und über weite Strecken transportiert werden.
- Größere Partikel können durch Luftbewegungen über den Boden geschleift oder gerollt werden. Einige Materialien können dabei für kurze Zeit empor gehoben werden und verursachen bei der Landung die Lockerung oder Verschiebung anderer Materialien.
- Große Partikel können kleineren Teilchen als Schutz gegen Wind dienen („Sandschatten“).
- Reibung auf der Landoberfläche führt zur Verringerung der Windkraft, so dass dann eine Ablagerung des Materials stattfindet.
- Winderosion kann verheerende Ausmaße annehmen, wenn keine Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

### Denken Lernen:

Das Erforschen von Sedimentbewegungen ist sehr konstruktiv. Kognitive Konflikte können bei der Überlegung zur Art der Sedimentbewegung auftreten, vor allem bei der Bewegung der kleineren Teilchen, die im Schatten der größeren liegen. Das Erforschte auf die Realität zu übertragen (Ebenen, trockene Gebiete) erfordert Transfervermögen.

### Material-Liste:

Für jede Gruppe:

- Sand
- Kieselsteine (verschiedene Größen)
- Talkumpuder oder ein vergleichbares, unbedenkliches Puder
- Trinkhalme oder die Hülsen einfacher Kugelschreiber
- Glatte Oberfläche, z.B. Tischplatte oder ein Schuhkarton (beide Enden entfernen, die Seiten stehen lassen)

SuS mit Asthma, Stauballergien oder Anfälligkeiten für Augenkrankheiten sollten möglicherweise einen Abstand einhalten und/oder an den Gruppenversuchen nicht teilnehmen.

### Hilfreiche Links:

[www.oznet.ksu.edu/fieldday/kids/wind/erosion](http://www.oznet.ksu.edu/fieldday/kids/wind/erosion)  
<http://www.smul.sachsen.de/umwelt/boden/12340.htm>

Karte über die Gebiete Niedersachsens, die durch Winderosion gefährdet sind:

[http://www.umwelt.niedersachsen.de/live/live.php?navigation\\_id=2914&article\\_id=7748&psmand=10](http://www.umwelt.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=2914&article_id=7748&psmand=10)

**Quelle:** "Science Through the Window" - Investigating the Science of Atmosphere, Soil, Weathering, Erosion and Landscape. Einheit für den Geographieunterricht, für das nationale Curriculum von Scotland, 2004

### Übersetzung:

Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann

## Earthlearningidea

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe.

Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)  
Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)

Eckert.Dossiers Nr. 3

Earth Science Teachers Association  
(Übers. Julia Brinkmann)

**Das Himalaya-Gebirge in 30 Sekunden!  
Ein Mini-Faltengebirge  
in einem leeren Behälter aufwerfen.**

Earth Science Teachers Association. „Das Himalaya-Gebirge in 30 Sekunden! Ein Mini-Faltengebirge in einem leeren Behälter aufwerfen.“ Übers. v. Julia Brinkmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011). <http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0129>.

**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Das Himalaya-Gebirge in 30 Sekunden! Ein Mini-Faltengebirge in einem leeren Behälter aufwerfen

Zeigen Sie den SuS den Ammoniten (ausgestorbenes Meereslebewesen) auf Foto 1. Obwohl dieser im Meer gelebt hat, wurde ein solches Fossil im Himalaya in 5000 m Höhe gefunden. Wie kann das sein?

Erklären Sie, dass der Himalaya entstand, als Indien und Asien zusammengeprallt sind, bzw. als, ausgelöst durch plattentektonische Prozesse, der indische Subkontinent in die asiatische Landmasse hinein geschoben wurde. Der Versuch soll demonstrieren, was mit den Gesteinsschichten des Meeresbodens geschehen ist, die zwischen den beiden Landmassen lagen.

Bereiten Sie in einem leeren, durchsichtigen Behälter eine Schichtenfolge aus trockenem Sand und Mehl vor; ein dünnes Brett sollte an einem Ende stehen (s. Foto 2). (Auch anderes Pulver, das nicht die Farbe des Sandes hat, kann an Stelle des Mehls verwendet werden. Es reicht, das Pulver an der Seite zwischen den Sand zu geben, die die SuS sehen.). Bitte den Behälter nur etwa bis zur Hälfte befüllen!

Schieben Sie dann das Brett sehr vorsichtig quer durch den Behälter, so dass die Sand-Mehl-Schichten komprimiert werden. Machen Sie einige Pausen, damit die SuS die Zwischenergebnisse sehen können.

Normalerweise wölben sich die Schichten zu Falten auf, manche kippen über ihren eigenen Kamm, wieder andere werden übereinander geworfen (Foto 3).

Letztendlich schieben sich einige Schichten über andere, so dass eine Störung entsteht (Überschiebung, entsteht durch Stauchung). Die Sandoberfläche steigt bis zur oberen Kante des Behälters auf, was den Aufwurf der Gesteinsschichten bei der Bildung von Faltengebirgen wie dem Himalaya demonstriert.



Foto 1 (links unten): Ammonit, fossilisiert; einer wie dieser könnte in 5000 m Höhe im Himalaya gefunden werden (Jede Einheit der Skala= 1 cm)

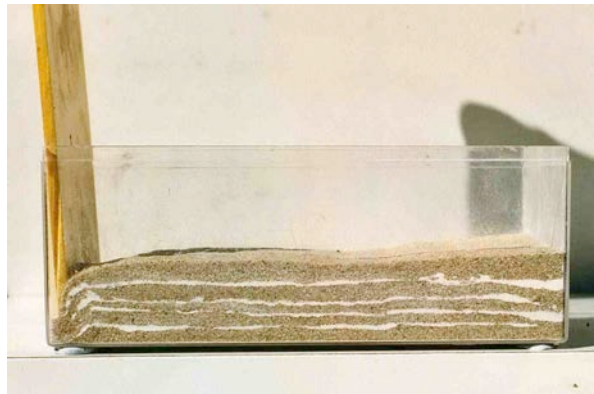


Foto 2: Versuchsaufbau



Foto 3: Gefaltete und verworfene Schichten



Foto 4: Gefaltetes und verworfenes Gestein am Lizard in Cornwall, England. Große Seitwärtsverschiebungen, ähnlich denen im Versuch, verursachten ein Heben und Brechen des Gesteins vor mehreren Mio. Jahren. (Alle Fotos: P. Kennett)

## Der Hintergrund

**Titel:** Das Himalaya-Gebirge in 30 Sekunden!

**Untertitel:** Ein Mini-Gebirge in einem leeren Behälter auffalten.

**Inhalt:** Der Versuch zeigt im Modell, wie seitlicher Druck Gestein zu Falten und Verwerfungen komprimieren kann, und stellt nach, wie Faltengebirge entstanden sind.

**Geeignetes Alter der Schüler:** 9 - 18 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** ca. 10 min., wenn der Versuch vor den SuS aufgebaut wird.

**Lernziele:** SuS können:

- beschreiben, wie seitlich wirkende Kräfte in Schichtgestein Falten und Verwerfungen hervorrufen;
- erklären, wie Gebirgsketten mit Schichtgestein entstanden sein könnten, wenn die einwirkenden Kräfte stark genug waren. (Nicht allen wird der Transfer von diesem Versuch auf die realen Vorgänge auf der Erde leicht fallen.)

**Kontext:** Dieser Versuch ist geeignet für den Physikunterricht in einer Einheit über Kräfte. Oder er wird im Geographieunterricht verwendet, um das Verständnis dafür zu verbessern, in wie weit die Erdoberfläche bspw. Einfluss auf das Wettergeschehen (z.B. Monsun) hat.

**Mögliche Anschlussaktivitäten:**

- Die SuS könnten in entsprechenden Intervallen Zeichnungen der Falten anfertigen, so dass sie am Ende eine Abfolge der Deformationsprozesse vor sich sehen.
- Eine Internetrecherche zu weiteren Details von Faltengebirgen und wie diese entstehen.
- Zeigen Sie Bilder von anderen Falten und Verwerfungen. Dann sollen die SuS sagen, aus welcher Richtung die Kräfte gewirkt haben, durch die diese Strukturen entstanden.
- Eine Gruppendiskussion über die Verbindung von Gebirgsketten und Plattentektonik.

**Grundlegende fachliche Prinzipien:**

- Kräfte verursachen Deformationen der Gesteine, auf die sie einwirken.
- Bei Bewegung überwindet die Kraft, die auf die Platte wirkt, die Reibung innerhalb des Sandes und bewirkt ein Aufwerfen; außerdem arbeitet die Kraft der Erdanziehung entgegen, so dass das Gestein gehoben wird.

- Kraft x Distanz = getane Arbeit. Es ist weniger Kraft erforderlich, um die Sandpartikel ganz nah an dem Brett als weiter weg von dem Brett zu bewegen (In der Gleichung ist die Distanz die Länge der Brettbewegung).
- Daher entstehen aus zwei gleichstarken und entgegengesetzten Kräften asymmetrische Falten.
- Faltungsprozesse (plastische Verformung) gehen Verwerfungsprozessen i.d.R. voraus (Bruchverformung).
- Rückwärts gerichtete Verwerfungen, die durch Komprimierung entstehen, werden Überschiebungen genannt, wenn die Verwerfung in einem niedrigen Winkel geschieht.
- Sandschichten werden quasi Korn für Korn verformt: dies ähnelt Gesteinsverformungen, die Molekül für Molekül vonstatten gehen.

**Denken Lernen:**

- Faltungen und Verwerfungen entstehen durch Komprimierung. Daraus entsteht ein Denkmuster.
- Es kann ein direkter Transfer zu Faltengebirgen gemacht werden, obwohl das für einige SuS schwierig zu fassen ist.
- Es stellt eine Herausforderung (kognitiver Konflikt) für die SuS dar, wenn sie über die Entstehung anderer Gebirge nachdenken (z.B. Anden, Rocky Mountains), bei denen kein zweiter Kontinent vorhanden ist, um das Gestein „zusammen zu drücken“. (In diesen Fällen kollidiert die Kontinentalplatte, auf der das Gebirge ist, mit der angrenzenden ozeanischen Platte.)

**Material-Liste:**

- Kleiner durchsichtiger Behälter aus Plastik oder Glas
- Ein dünnes Brett, das gut in den Behälter passt
- Trockener Sand
- Mehl oder ein anderes Puder von anderer Farbe als der Sand
- Löffel etc für das Auffüllen des Sandes und des Mehls

**Hilfreiche Links:** 'Make your own folds and faults' und andere Versuche, die Verformungen behandeln, 'The Dynamic Rock Cycle', auf der Webseite Geographie-Unterricht (Earth Science Education Unit):  
<http://www.earthscienceeducation.com/>

**Quelle:** Earth Science Teachers' Association (1992) *Science of the Earth 11 – 14: Earth's Surface Features*. Sheffield: Geo Supplies Ltd.

**Übersetzung:** Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe.

Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)

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

Eckert.Dossiers Nr. 3

Association of Teachers of Geology  
(Übers. Julia Brinkmann)

**Sandrippeln in einem Becken  
Wie symmetrische Rippeln in den Sand kommen.**

Association of Teachers of Geology. „Sandrippeln in einem Becken. Wie symmetrische Rippeln in den Sand kommen.“ Übers. v. Julia Brinkmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011).  
<http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0059>.

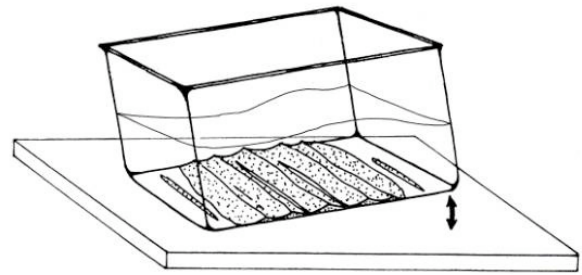
**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Sandrippeln in einem Becken Wie symmetrische Rippeln in den Sand kommen

Füllen Sie etwas Wasser in ein Becken oder in einen ähnlichen Behälter (s. Abb.). Verteilen Sie so gleichmäßig wie möglich ein paar Esslöffel gewaschenen Sand im Becken. Gewaschener Sand eignet sich am besten, da das Wasser sonst eintrübt und das Beobachten der Vorgänge erschwert. Waschen Sie den Sand mehrmals. Schütten Sie das trübe Wasser jeweils ab.



Bewegen Sie nun vorsichtig eine Seite des Behälters solange hoch und wieder runter (wie in der Abb. dargestellt), bis der Sand auf dem Grund des Beckens ein Muster geformt hat.

### Stellen Sie folgende Fragen:

- Warum hinterlässt der Sand wohl diese Formen?
- In wie fern stehen die Formen in Zusammenhang mit Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung des Wassers?
- Auf welche Art könnte man an "fossilen" symmetrischen Sandrippeln, wie solche in altem Sandstein, Fließgeschwindigkeit und -richtung des Wassers zum Zeitpunkt der Entstehung der Rippeln ablesen?
- Kann man an "fossilen" Sandrippeln etwas über den alten Küstenverlauf ablesen?
- Wie war es damals konkret in dieser Umwelt, als diese Sandrippeln sich gebildet haben?



Symmetrische Sandrippeln  
Foto: Peter Kennett

## Der Hintergrund

**Titel:** Sandrippeln in einem Becken.

**Untertitel:** Wie symmetrische Rippeln in den Sand kommen.

**Inhalt:** Rippelmarken können über Fließbedingungen des Wassers Auskunft geben. Das wiederum kann nützlich sein, um mehr über die Zustände zu erfahren, die zu der Zeit geherrscht haben, als „fossile“ symmetrische Sandrippeln entstanden sind.

**Geeignetes Alter der Schüler:** 10 - 18 Jahre.

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 20 min.

**Lernziele:** Die SuS können:

- erklären, wie ein (oszillierender) Wasserfluss, der in zwei Richtungen wirkt, symmetrische Sandrippeln erzeugt;
- beschreiben, wie Sandkörner vom Wasser transportiert werden, wenn das Wasser eine bestimmte Fließgeschwindigkeit erreicht;

- an 'fossilen' symmetrischen Sandrippeln, die oftmals in alten Sandsteinen gefunden werden, erklären, dass diese Rippeln durch einen (oszillierenden) Wasserfluss erzeugt wurden, der in zwei Richtungen wirkte, wie z.B. am Strand;
- die Richtung der "fossilen" symmetrischen Rippeln ins Verhältnis setzen zur Richtung des Wellengangs und zum Küstenverlauf.

**Kontext:** Der Versuch könnte Teil einer Einheit sein, die Sedimentgesteine und deren Struktur behandelt. So könnten Hinweise darauf gefunden werden, wie diese Gesteine entstanden sind.

- Warum bildet der Sand wohl diese Formen?  
*Das Wasser fließt schnell genug, um Wellenbewegungen zu erzeugen. Bei der Bewegung des Wassers in die eine Richtung werden Sandkörner über den Kamm der Rippelmarke gehoben und auf der anderen Seite wieder abgelagert. Der gleiche Verlauf ist zu beobachten, wenn die Wasserbewegung in die andere Richtung verläuft. Dabei entstehen symmetrische Rippelmarken. Diese kommen häufig an den Küsten mit Sandstränden vor, wo sich Wellen brechen und wo das Wasser beständig vor und zurück läuft.*
- In wie fern hängen die Ablagerungsformen mit der Fließgeschwindigkeit und der Fließrichtung

## Earthlearningidea

des Wassers zusammen? *Auf Grund eines (oszillierenden) Wasserstroms, der in zwei Richtungen wirkt, können Rippelmarken mit symmetrischer Form entstehen.*

*Sie bilden sich jedoch nur bei einer bestimmten Fließgeschwindigkeit – ist die Geschwindigkeit zu gering, hat das Wasser nicht genug Energie, um die Körner zu bewegen; zu schneller Wasserfluss zerstört die Rippelmarken.*

**Anmerkung: Es ist sehr schwer, die Rippelmarken im Versuchsbecken zu zerstören, ohne Wasser zu verschütten.**

- Wie kann man an diesen versteinerten symmetrischen Rippelmarken in einem alten Sandstein Fließgeschwindigkeit und –richtung zur Zeit der Rippelmarkenbildung erkennen? *Die alten Rippelmarken müssen sich durch einen oszillierenden Wasserstrom gebildet haben, der in zwei Richtungen wirkte und eine ähnliche Fließgeschwindigkeit haben musste wie das Wasser im Versuchsbecken.*
- Verraten "versteinerte" symmetrische Rippelmarken irgendetwas über den alten Küstenverlauf? *Die Ausrichtung der versteinerten Marken gibt die Ausrichtung des Wellengangs an und gibt so Aufschluss über die Küstenlinie. Z.B.: Hätten die versteinerten symmetrischen Rippelmarken eine Ost-West-Ausrichtung, würde man daran erkennen, dass die Wellen, die diese Marken produziert haben, entweder aus Norden oder aus Süden kommen mussten, d.h., dass der Küstenverlauf ebenfalls Ost-West gewesen sein muss. Man bräuchte jedoch weitere Hinweise, um genau sagen zu können, ob das Meer nördlich oder südlich gelegen war.*

**Mögliche Anschlussaktivitäten:** Sie können das Becken ebenfalls verwenden, um die Folgen eines Suspensionsstroms oder einer Dichteströmung zu veranschaulichen. Geben Sie Sediment verschiedener Korngrößen – von Kies bis zu kleinen Sandkörnern – in das Wasser auf der einen Seite des Beckens. Das Sediment setzt sich der Größe nach ab. Die großen Teile lagern sich dabei zuerst und nahe der Stelle ab, an der das Sediment ins Wasser gegeben wurde. Die kleinen Teile werden weiter weg transportiert und setzen sich nur langsam ab.

### Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Zahlreiche Sedimentgesteine bestehen aus Sediment wie Kies, Sand und Schlack, das Produkt von Verwitterung und Erosion anderer Gesteine ist.
- Dieses Sediment wurde i.d.R. in Flüssen und im Meer in der geologischen Vergangenheit abgelagert.

- Dieses Sediment enthält Hinweise darauf, wie es gebildet wurde. Z.B. lassen sich Strukturen wie symmetrische Sandrippeln finden.
- Die Sandkörner werden auf der einen Seite der Marke hinauf transportiert, über den Grat getragen und wieder abgelagert. Dort werden sie vom Wasser, das aus der anderen Richtung herbeiströmt, sofort wieder aufgenommen, über den Grat getragen und auf der anderen Seite wieder abgelagert. Dieser Prozess wiederholt sich beständig, wodurch sich symmetrische Sandrippeln formen.
- Eine erhöhte Fließgeschwindigkeit im Becken würde die Strukturen zerstören.
- Sandkörner von mittlerer Größe (ca. 0,3 mm Durchmesser) werden vom Wasser bei einer Fließgeschwindigkeit von etwa  $0,25 \text{ ms}^{-1}$  aufgenommen.
- Die meisten Sedimentgesteine haben sich aus Lockersediment gebildet, das in der Vergangenheit durch Wasser transportiert wurde. Wasserströme transportieren große Mengen von Verwitterungs- und Erosionsprodukten von einem Ort zum nächsten.

### Denken Lernen:

- Die Form von Sandrippeln gibt Aufschluss über das Fließverhalten des Wassers (Konstruktion einer kausalen Struktur).
- Die Ausrichtung der Sandrippeln gibt Aufschluss über Wellengang und Küstenverlauf in der Vergangenheit (Wissen über Erkenntnisgewinn in der Geologie)
- Die Erklärung dafür, warum sich Sandrippeln bilden, z.B. Begründung der Antworten erfordert Metakognition.
- Versteinerte symmetrische Rippeln geben Hinweise über die Bedingungen, die zur Zeit der Entstehung geherrscht haben (Transfer).

### Material-Liste:

- Becken oder Behälter
- gewaschenen Sand

**Quelle:** Association of Teachers of Geology (1988) Science of the Earth, Unit 4. *Building Sedimentary Structures - in the Lab and Millions of Years Ago.* Sheffield: Geosupplies.

**Übersetzung:** Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann



## Earthlearningidea

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe.

Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)  
Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)

Eckert.Dossiers Nr. 3

Earth Science Education Unit  
(Übers. Julia Brinkmann)

**Warum verschwindet die Sonne?  
Nachvollziehen was passiert,  
wenn der Mond die Sonne verdeckt.**

Earth Science Education Unit. „Warum verschwindet die Sonne? Nachvollziehen was passiert, wenn der Mond die Sonne verdeckt.“ Übers. v. Julia Brinkmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011).  
<http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0062>.

**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Warum verschwindet die Sonne? Nachvollziehen was passiert, wenn der Mond die Sonne verdeckt



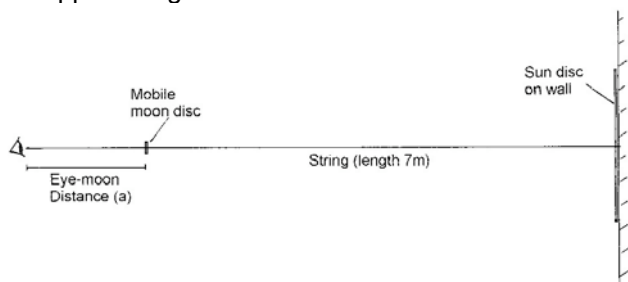
Sonnenfinsternis – Bild von der NASA Website  
<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>

Dieser Versuch soll zeigen, wie ein kleiner Gegenstand, der nah ist, einen großen Gegenstand, der viel weiter weg ist, verdecken kann. Finden Sie nicht auch, dass Sonne und Mond am Himmel oft so aussehen, als hätten sie die gleiche Größe? Tatsächlich aber haben sie keineswegs die gleiche Größen, und trotzdem kann der Mond die Sicht auf die Sonne komplett nehmen. In der Folge wird es sehr ziemlich dunkel. Dieses Phänomen nennt man *totale Sonnenfinsternis*.

Man kann eine einfache Rechenweise verwenden, die auf den Vorgängen während der Sonnenfinsternis beruht, um den Durchmesser der Sonne zu berechnen. Der Versuch soll mit Hilfe von Pappmodellen die Rechenweise veranschaulichen. So finden Sie zwar lediglich den Durchmesser der Modellsonne, aber das gleiche Prinzip wird auch angewendet, um den Durchmesser der echten Sonne herauszufinden.,

### **Bitte Sie die Schüler Folgendes zu machen:**

- Führt ein 7m (700 cm) langes Band durch das Loch in der Mitte der Pappsonne (s. Foto).
- Haltet die Pappsonne gegen die Wand.
- Jetzt bindet auch den Pappmond an das Band.
- Einer von euch hält sich das Bandende vor das Auge und betrachtet so die Pappsonne, wie in der Abb. dargestellt.
- Ein anderer bewegt nun den Pappmond solange am Band entlang, bis er die Pappsonne ganz abdeckt.



- Nun misst ihr den Abstand zwischen dem Auge des Betrachters und dem Pappmond in cm (d) und den Durchmesser des Mondes (M)

- Jetzt könnt ihr den Durchmesser der Sonne berechnen. Verwendet dafür folgende Gleichung:

Durchmesser der Mondes = M (cm)

Abstand zwischen Auge und Mond = d (cm)

Durchmesser der Sonne = S (cm)

Abstand zwischen Auge und Sonne = 700 cm

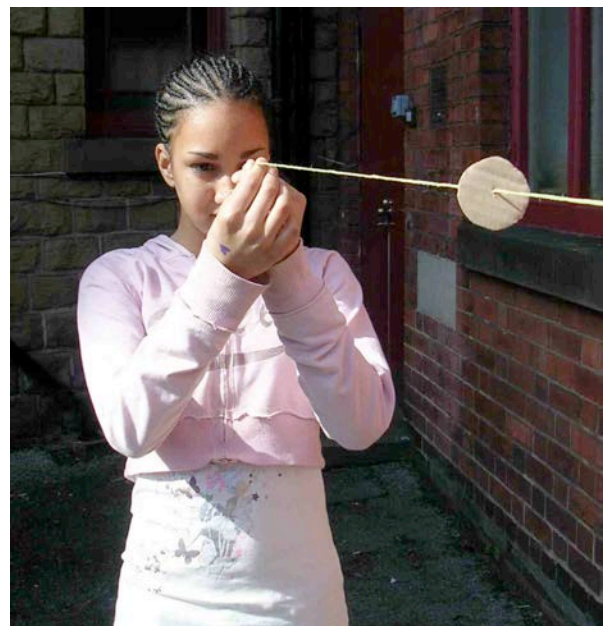
$$\frac{M}{d} = \frac{S}{700}$$

$$S = \frac{M \times 700}{d}$$

- Überprüft am Ende eure Rechnung, indem ihr den Durchmesser der Pappsonne mit einem Lineal oder Maßband misst.

Zum Schluss können Sie vorführen, wie eine Sonnenfinsternis funktioniert, wenn der Mond die Sonne verdeckt, indem Sie den Kopf einer Person mit dem Daumen verdecken. Was würde in diesem "Modell" die Sonne darstellen? Was würde den Mond darstellen? Was würde das Auge darstellen?

*Antworten: Kopf der Person, Daumen, Auge*



Den „Mond“ benutzen, um „die Sonne“ zu verdecken  
Foto: Peter Kennett

## Der Hintergrund

**Titel:** Warum verschwindet die Sonne?

**Untertitel:** Nachvollziehen was passiert, wenn der Mond die Sonne verdeckt.

**Inhalt:** Dieser Versuch passt in die Lehreinheit "Sonnensystem". Dabei werden die relativen Größen von Mond und Sonne und deren jeweilige Position mit den entsprechenden Daten der Erde verglichen.

**Geeignetes Alter der Schüler:** 12-18 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 20 min.

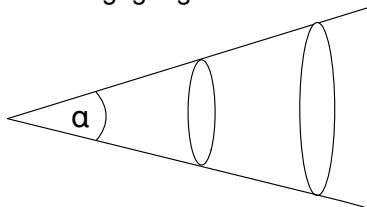
**Lernziele:** SuS können:

- erläutern, dass Sonne und Mond von völlig unterschiedlicher Größe sind, obwohl sie am Himmel häufig den gleichen Durchmesser zu haben scheinen;
- erklären, dass ein wesentlich kleineres Objekt, das nah ist, ein wesentlich größeres Objekt, das weiter weg ist, verdecken kann;
- tätigen einfache Berechnungen, um den Durchmesser der Pappsonne zu ermitteln.

**Kontext:**

Nachdem die SuS die Position des Mondes so angepasst haben, dass er die Sonne verdeckt, soll der Abstand zwischen Auge und Mond 100 cm sein.

Ohne vorherige Einweisung gehen die SuS von der Tatsache aus, dass der Winkel, den die Mond"scheibe" bildet, größer als oder gleich so groß ist wie derjenige, der von der Sonnen"scheibe" gebildet wird; andernfalls würde die Sonne nicht vollständig verdeckt werden und ein bisschen Licht würde immer noch gesehen. Für diesen Versuch wird von gleich großen Winkeln ausgegangen.



Tangens des Winkels, den der Mond bildet = Radius/Abstand =  $2/100 = 1/50$

Tangens des Winkels, der von der Sonne geschnitten wird = Radius/Abstand =  $14/700 = 1/50$

Davon kann folgende Gleichung abgeleitet werden:

$$\frac{\text{Durchmesser Mond (M)}}{\text{Distanz Mond-Auge (d)}} = \frac{\text{Durchmesser Sonne (S)}}{\text{Distanz Sonne-Auge}}$$

$$\text{Daraus folgt } \frac{M}{d} = \frac{S}{700}$$

$$\text{Daher Durchmesser Sonne (s)} = \frac{M \times 700}{d}$$

*Anmerkung:* Die für den Versuch gewählten Dimensionen sind NICHT maßstabsgetreu (ansonsten wäre der Versuch in einem Klassenraum nicht durchführbar). Der Versuch soll lediglich das Prinzip der Sonnenfinsternis veranschaulichen; korrekte Größenverhältnisse können dabei nicht dargestellt werden.

**Mögliche Anschlussaktivitäten:**

Lassen Sie die SuS mit Hilfe dieser Berechnungsmethode die Höhe eines Hochhauses ermitteln. Erforschen Sie eine Mondfinsternis.

**Grundlegende fachliche Prinzipien:**

- Wegen der unterschiedlichen Abstände von Sonne und Mond zur Erde, scheinen diese von vergleichbarer Größe zu sein, wenn sie von der Erde aus betrachtet werden.
- Ein kleines Objekt, das nah ist, kann ein wesentlich größeres Objekt, das sehr viel weiter weg ist, verdecken.

**Denken Lernen:**

- Die in diesem Versuch angewendete schrittweise Annäherung an das Ergebnis erfordert Konstruktionsleistungen.
- Die Tatsache, dass zwei Objekte als gleichgroß erscheinen können, und dass ein Objekt das andere verdecken kann, erzeugt einen kognitiven Konflikt.
- Die notwendige Herleitung zur Begründung erfordert Metakognition.
- Das Modell zur Berechnung des Durchmessers der Pappsonne veranschaulicht, wie der reale Durchmesser der Sonne berechnet werden kann. Hierfür ist Transfervermögen notwendig.

**Material-Liste:**

- Band (Länge 700 cm)
- runde Pappscheibe von 28 cm Durchmesser für die „Sonne“; ein Loch in der Mitte für das Band
- runde Pappscheibe von 4cm Durchmesser für den „Mond“, ein Loch in der Mitte für das Band
- Maßband oder Lineal

**Hilfreiche Links:**

<http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/solar.html>  
<http://csep10.phys.utk.edu/astr161/lect/time/eclipses.html>  
<http://www.mreclipse.com/Special/SEprimer.html>

**Quelle:** Earth Science Education Unit, Keele University - [www.earthscienceeducation.com](http://www.earthscienceeducation.com) 2005, Sensing the Earth: teaching KS4 Physics.

**Übersetzung:**

Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann

## Earthlearningidea

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe.

Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)  
Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)

Eckert.Dossiers Nr. 3

Duncan Hawley  
(Übers. Sylvia Brink)

**Gesteinsdetektiv – steinige Hinweise  
auf die Vergangenheit  
Heimische Gesteinsarten erforschen  
um herauszufinden wie diese sich bildeten.**

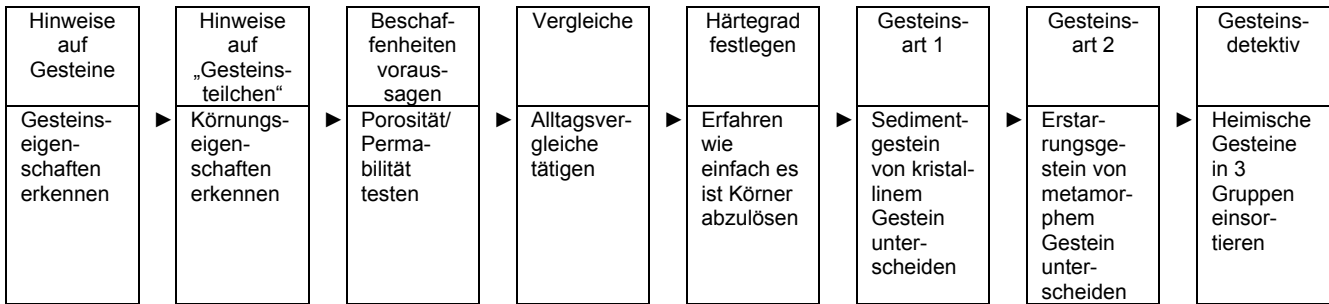
Hawley, Duncan. „Gesteinsdetektiv – steinige Hinweise auf die Vergangenheit. Heimische Gesteinsarten erforschen um herauszufinden wie diese sich bildeten.“ Übers. v. Sylvia Brink. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011). <http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0112>.

**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

**Gesteinsdetektiv – steinige Hinweise auf die Vergangenheit**  
**Heimische Gesteinsarten erforschen um herauszufinden wie diese sich bildeten**



**Heimische Gesteine erkunden.** Sammeln Sie Beispiele verschiedener Gesteinsarten in der näheren Umgebung (evtl. auch von weiter weg) und begleiten Sie Ihre Schüler auf ihrer Entdeckungsreise. Um leichter herausfinden zu können, wie diese entstanden, nutzen Sie signifikante Merkmale als Hinweise. Beginnen Sie mit zwei Steinen. Der eine bildete sich durch Sedimentation - ein Sedimentgestein mit gut sichtbarer Körnung (z.B. Sandstein) - und der andere kann z.B. ein Magmatit mit großen Kristallen sein (z.B. ein Granit). *Erwartete Antworten sind unten kursiv aufgelistet.*

**Hinweise auf Gesteine.** Weisen Sie die Schüler an in Dreiergruppen zu arbeiten. Einer der Schüler soll einen der beiden Steine aufheben und einem der Anderen genauestens beschreiben. Der Dritte soll versuchen sich genannte zentrale Begrifflichkeiten und Phrasen zu merken. Wiederholen Sie dieses mit dem anderen Stein – der Dritte merkt sich Wörter und Phrasen zu beiden Beschreibungen. Diese werden dann der ganzen Klasse beschrieben. Diese werden Schlüsseleigenschaften der Steine identifizieren, z.B. *Farbe und dass diese aus „Gesteinsteilchen“ gemacht sind und ihre Oberflächen sich rau anfühlen*

**Hinweise auf „Gesteinsteilchen“.** Erklären Sie, dass diese „Gesteinsteilchen“ Körnung genannt wird. Dann wiederholen Sie diese Übung, indem Sie die Schüler sich gegenseitig diese beschreiben lassen. Übliche Eigenschaften der Gesteinsteilchen, die die Schüler beschreiben sollen, sind: *Farbe, Form, Größe und Oberflächenglanz*

**Beschaffenheiten voraussagen** Bitten Sie die Schüler vorzusagen, was mit den Massen (Gewichten) der zwei Gesteine geschieht, nachdem diese ins Wasser gelegt wurden. Wenn sie sich auf eine Prognose geeinigt haben, sollen sie etwa eine Minute lang genau beobachten, was nach Hineinlegen beider Steine ins Wasser geschieht.



Genaueres Betrachten der „Gesteinsteilchen“  
 Foto: Peter Kennett

Sie werden gut sichtbare Wasserbläschen aus dem Sandstein aufsteigen sehen - aus dem Granitstein werden jedoch nur einige wenige Bläschen aufsteigen. Fragen Sie nach dem Sandstein: Von wo genau aus dem Gestein kommen die meisten Bläschen? Warum kommen Sie aus genau diesen Stellen? Was sagt das über das Gestein? Warum unterscheidet sich der Sandstein hier vom Granitstein?

Sie sollen feststellen können: *die meisten Bläschen steigen aus dem oberen Ende des Gesteins auf; dies geschieht, weil die Luft in den Zwischenräumen (Poren) steigt und so das Wasser in diese eindringen kann; dies zeigt, dass der Stein sehr löchrig ist und das die Zwischenräume miteinander verbunden sind (das Gestein ist permeabel).* Der Granitstein hat keine miteinander verbundenen Zwischenräume, so dass Luft und Wasser nicht durchfließen können.

## Earthlearningidea



Bläschen bei Sandstein      Bläschen bei Granitgestein

Fotos: Peter Kennett

**Prognosetest:** Sie sollten vorhergesehen haben können, dass die Masse des Sandsteines steigt weil Wasser hineingeflossen ist, jedoch die des Granits nicht. *Tatsächlich nimmt die Masse des Sandsteins merkbar zu, wogegen der Granitstein nur wenig schwerer wird, weil die Oberfläche nass wird.*

**Schlußfolgerung:** die Form der Körner im Sandstein bedeutet, dass dort Zwischenräume existieren, die Form der Körner im Granitstein ermöglicht jedoch keine Zwischenräume (Gesteine mit Zwischenräumen können Flüssigkeiten oder Gase wie z.B. Erdöl/Erdgas enthalten)

**Vergleiche.** Verwenden Sie ein Stück Brot und ein Stück Metall als Vergleichsobjekte. Welcher Stein ähnelt mehr dem Brot? – *der Sandstein, da beides Poren besitzt.* Welcher sieht mehr wie Metall aus? – *der Granitstein, da er keine Poren aufweist.*

**Härtegrad testen.** Bitten Sie die Schüler vorherzubestimmen was geschieht, wenn beide Gesteine mit einem Metallgegenstand zerkratzt werden. Dann sollen sie es selbst ausprobieren. *Sie werden sehen, dass es einfach ist, Stücke vom Sandstein abzukratzen, sich dies mit Granit aber viel schwieriger gestaltet.* Dieser Test wird helfen Sedimentgestein von den meisten kristallinen (magmatischen und metamorphen) Gesteinen unterscheiden zu können. Fragen Sie, ob ihre Vorhersagen zutreffen. Die „Gesteinsteilchen“ lassen sich leicht vom Sandstein lösen, weil diese nur mit schwachem „Klebstoff“ (natürlicher Kitt) zusammengehalten werden, aber die Gesteinsteilchen im Granit und anderen kristallinen Gesteinen sind untereinander verzahnt – und viel zu hart um auseinander zu

brechen. Dies erklärt auch warum der Sandstein porös war und der Granitstein nicht.

**Gesteinsart 1.** Bitten Sie die Schüler die obigen Tests zu verwenden um die Steine aus der näheren Umgebung in zwei Gruppen einzuteilen – also in die Porösen, deren Körnungen sich einfach abbrechen lassen (sedimentär) und in die Nicht-Porösen mit der ineinander verzahnten Körnung (kristalline Magmatite und metamorphe Gesteine).

**Gesteinsart 2.** Sie sollen Beispiele kristalliner Gesteine sortieren in solche mit und ohne Schichten. Die Schichten in den geschichteten kristallinen Gesteinen entstanden, als der Stein sich unter hohem Druck und häufig unter hohen Temperaturen (metamorphe Gesteine) durch anderes Gestein formte. Aufgrund dieser hohen Temperaturen und des hohen Drucks blieben keine Poren zwischen den Kristallen bestehen. Die nicht-geschichteten Steine kristallisierten, als flüssiges Gestein (Magma) sich abkühlte, weil die Kristalle in willkürlichen Richtungen ineinander griffen, so dass sich hartes nicht-poröses Gestein mit verschiedenen Kristallgrößen formten.

Bemerkung: Zwei schwierig zu unterscheidende Gesteinsarten sind

- Kalkstein: dieser sieht zwar kristallin aus, aber Fossilienfunde zeigen, dass dieser ein Sedimentgestein ist
- Schiefer: dieser sieht aus wie ein geschichteter Sedimentstein, die Körner sind jedoch schwer abkratzenbar, was zeigt, dass es sich um ein kristallines Gestein handelt.

### Gesteinsdetektiv – Das Urteil

Heimische Gesteine:

- Mit Zwischenräumen zwischen den Körnern und der Möglichkeit diese einfach abzubringen, da aus früheren Ablagerungen geformt - Sedimentgestein
- nicht-porös, hart und mit Schichten aus ineinander greifender Kristalle, da aufgrund hoher Temperaturen und hohem Druck aus anderem Gestein geformt – metamorphe Gesteine;
- hart und nicht-porös mit unterschiedlichst ineinander greifenden Körnern und somit ohne Schichten, geformt aus flüssigem Gestein, dass sich schließlich abkühlte – Erstarrungsgesteine („Magmatite“)

---

## Der Hintergrund

**Titel:** Gesteinsdetektiv – steinige Hinweise auf die Vergangenheit.

**Untertitel:** Heimische Gesteine erforschen um herauszufinden wie diese sich bildeten.

**Inhalt:** Steine mittels Eigenschaften sortieren, die aus ihren unterschiedlichen Entstehungsgeschichten resultieren

**Geeignetes Alter der Schüler:** 10 – 16 Jahre

**Benötigte Zeit:** 30 – 45 Minuten

**Lernziele:** Die Schüler können:

## Earthlearningidea

- Gesteine beschreiben als aus Körnern geformt, die unterschiedlich angeordnet sein können;
- Steine mittels Zuhilfenahme von Wasser und Metallobjekten auf Porosität und Rauheit untersuchen
- Gesteine in poröses weniger hartes Sedimentgestein und nicht-poröses hartes kristallines Gestein unterscheiden
- Kristalline Gesteine in kristalline geschichtete Gesteine (Metamorphite) und kristalline nicht-geschichtete Gesteine (Erstarrungsgesteine) untergliedern
- Beschreiben wie sich Sedimentgestein, Erstarrungsgestein und metamorphes Gestein formte

**Kontext:** Schüler nutzen die charakteristischen Eigenschaften einer Gruppe lokalen Gesteins um diese in die Gesteinsgruppen der Sedimentgesteine, Erstarrungsgesteine („Magmatite“) und Metamorphite einzuteilen. Die Einteilung funktioniert im Allgemeinen für die meisten Gesteine, es gibt jedoch folgende Ausnahmen:

- Einige Sedimentgesteine sind so stark mit starkem Kitt verfestigt, dass sie nicht porös oder zerbröckelt erscheinen
- Einige metamorphe Gesteine haben sich nicht unter Druck geformt (sondern hauptsächlich durch Hitze) und weisen somit keine Sedimente auf;
- Einige metamorphe Gesteine enthalten nur ein Mineral und somit können Bänderungen oder Schichtungen nicht ausgemacht werden
- Einige Magmatitgesteine können durch Gaseinschlüsse oder Verwitterung geschwächt werden und können somit leicht zerbröckeln
- Einige Kalkgesteinsarten haben eine kristalline Erscheinung, wogegen Schiefergesteine eine sedimentäre Erscheinung haben (s.o.).

### Mögliche Anschlussaktivitäten:

- Bitten Sie die Schüler eine größere Auswahl an Gesteinen mit Hilfe der gelernten Kriterien zu bestimmen
- Bitten Sie sie, in den Gesteinen nach weiteren Hinweisen zu forschen, z.B. wie sie sich geformt haben könnten etc.
  - Sedimentärgestein kann je nach Fundort Fossilien oder andere „fossilisierte“ Sedimenteinschlüsse enthalten
  - Magmatitgesteine mit leicht erkennbaren Kristallen = unter der Erde langsam

abgekühlt; solche mit winzigen kaum erkennbaren Kristallen = Lavagestein, welches sich schnell an der Oberfläche abkühlte;

- Metamorphe Gesteine mit kleiner Körnung sind nur im geringen Grade metamorphisiert; solche mit grober einfach erkennbarer Körnung sind stark metamorphisiert

**Grundlegende fachliche Prinzipien:** *Diese sind oben bereits beschrieben.*

**Entwicklung des Denkvermögens:** Wenn Schüler vorhersagen machen, nutzen sie ihr Verständnis um ein mentales Modell von dem zu produzieren, was am ehesten passiert sein kann und warum (Konstruktion). Wenn dies versagt, müssen sie ihr Urteil überdenken (Kognitiver Konflikt). Sie können z.B. aufgefordert werden ihren Denkprozess zu erklären (Metakognition). Sie sollten in der Lage sein ihr Gelerntes auf neue Situationen anzuwenden (Transferdenken).

### Materialliste

- Eine Auswahl heimischer Gesteine – Diese sollten einen Sandstein mit offensichtlicher Körnung und einen Granitstein enthalten. Falls einer oder beide dieser Gesteinsarten nicht in der näheren Umgebung vorhanden ist, sollten diese „importiert“ werden. Um eine Vielfalt an Gesteinsarten zu erhalten, kann es notwendig sein weitere Gesteinsarten zu importieren. Jeder Stein sollte in etwa Daumengröße besitzen.
- Ein mit Wasser gefülltes Behältnis (bevorzugt transparent)
- Ein Metallobjekt, z.B. ein Messer, eine Gabel oder einen Löffel.
- Beispiele von Porösem, z.B. ein Stück Brot und Nicht-Porösem, z.B. ein Stück Metall

**Nützliche Links:** ‘Spot that rock’ and the ‘ESEU virtual rock kit’ auf the Earth Science Education Unit website:  
<http://www.earthscienceeducation.com/>

**Quelle:** Diese Arbeitseinheit basiert auf einem Workshop von Duncan Hawley (Swansea University in...), verwendet von der Earth Science Education Unit als „Spot the rock“

### Übersetzung:

Dipl.-Inform. Sylvia Brink

## Earthlearningidea

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe.

Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)  
Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)

Eckert.Dossiers Nr. 3

Chris King  
(Übers. Dirk Felzmann)

**Wie war das damals in der steinernen Welt?  
Die Bildung von Festgestein zum Leben erwecken,  
indem man sich vorstellt, bei der Entstehung dabei  
gewesen zu sein.**

King, Chris. „Wie war das damals in der steinernen Welt? Die Bildung von Festgestein zum Leben erwecken, indem man sich vorstellt, bei der Entstehung dabei gewesen zu sein.“  
Übers. v. Dirk Felzmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011).  
<http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0032>.

**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Wie war das damals in der steinernen Welt?

Die Bildung von Festgestein zum Leben erwecken, indem man sich vorstellt, bei der Entstehung dabei gewesen zu sein

### Die "Wie war das dabei zu sein?"- Fragen

Bringen Sie einen Stein in den Unterricht, der viele Anhaltspunkte liefert, wie und wo er sich gebildet hat. Stellen Sie dann einige Fragen zum "Gefühl", wie es war bei der Bildung des Gesteins dabei gewesen zu sein. Einige Klassen mögen für die Zeitreise mehr Hilfe benötigen als andere, aber die folgenden Fragen eignen sich als Impulse für alle: Wenn du damals dort dabei gewesen wärst, als dieser Stein sich gebildet hat:

- *Hättest du dich dort hinstellen können?*
- *Was hättest du zum Überleben benötigt?*
- *Was hättest du wohl gesehen?*
- *Was hättest du wohl gehört?*
- *Was hättest du wohl geschmeckt oder gerochen?*
- *Was hättest du wohl gespürt?*
- *Wie hättest du dich gefühlt? – ängstlich? – glücklich? – erstaunt?*

### Ein Beispiel für die "Wie war es dabei zu sein"- Fragen

Für einen Korallen-Kalkstein aus einem Korallenmeer, der in einer Umwelt wie der unten abgebildeten entstand, könnten die Antworten wie folgt ausfallen:



**Taucher und Schwämme**, Cane Bay wall, by Clark Anderson/ Aquaimages. Lizenziert unter: Creative Commons Attribution ShareAlike License version 2.5: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>

- *Hättest du dich dort hinstellen können?* Ja – der Meeresgrund ist hart, aber gleichzeitig sehr

uneben und du hättest dich vielleicht an den Füßen geschnitten. Wasserströmungen wären wahrscheinlich nicht stark genug gewesen, um dich aus dem Gleichgewicht zu bringen.

- *Was hättest du zum Überleben benötigt?* Du wärst in flachem, wenige Meter tiefem Wasser gewesen. Du hättest also einen Schnorchel oder eine Taucherausrüstung benötigt.
- *Was hättest du wohl gesehen?* Das Meer an Korallenriffen ist gewöhnlich sehr klar. Du hättest also vielleicht Korallen und bunte Fische im Wasser gesehen. An der Wasseroberfläche hättest du vielleicht flache Tropeninseln mit üppiger, grüner Vegetation gesehen – wie Tropeninseln heute. Je nach Alter des Steines hättest du vielleicht gesehen, wie ein Pterosaur in der Luft segelt oder ein großes Meeresreptil in deiner Nähe schwimmt.
- *Was hättest du wohl gehört?* Wenn du Taucherausrüstung getragen hättest, hättest du nur deinen eigenen Atem gehört. An der Oberfläche hättest du vielleicht Wellen an einem nahen Riff gehört und – je nach Alter des Gesteins – vielleicht auch Vogelgeschrei wahrgenommen.
- *Was hättest du wohl geschmeckt oder gerochen?* Das Wasser wäre salziges Meerwasser gewesen. Unter Wasser hätte man nichts gerochen, an der Oberfläche auch nur wenig.
- *Was hättest du wohl gespürt?* Du hättest beim Schwimmen das warme tropische Wasser auf deiner Haut gefühlt und den harten, unebenen Meeresboden mit deinen Händen oder Füßen gespürt.
- *Wie hättest du dich gefühlt? – ängstlich? – glücklich? – erstaunt?* Als erfahrener Taucher hättest du das tropische Unterwasserparadies wahrscheinlich genossen. Falls du kein erfahrener Taucher gewesen wärst, hättest du vielleicht etwas Angst gehabt...

Mehr Beispiele sind unten angegeben – aber nutzen Sie insbesondere Ihre eigene Vorstellungskraft für Reisen zur Gesteinsentstehung.

## Der Hintergrund

**Titel:** Wie war das damals in der steinernen Welt?

**Untertitel:** Die Bildung von Festgestein zum Leben erwecken, indem man sich vorstellt, bei der Entstehung dabei gewesen zu sein

**Inhalt:** Fragen stellen mit Bezug zu allen Sinnen, um vergangene Umwelten von Gesteinsentstehungen zum Leben zu erwecken.

**Geeignetes Alter der Schüler:** 8 – 80 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 15 Minuten

**Lernziele:** Schüler können die Umwelt einer Gesteinsentstehung beschreiben mit Bezug zu all ihren Sinnen.

**Kontext:** Die Entstehung von Festgestein wird zum Leben erweckt durch Impulsfragen wie in den Beispielen unten.

## Earthlearningidea

### Ein roter Sandstein mit deutlicher Kreuzschichtung



Spüre die Sanddünen: by Horizon, <http://www.flickr.com/photos/horizon/> You are free to copy, distribute, display, and perform the work <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/> deed.en\_GB

- *Hättest du dich dort hinstellen können?* Wie auf dem Foto erkennbar: du hättest stehen können. Allerdings wärst du vielleicht den steileren Hang der Düne hinuntergerutscht.
- *Was hättest du zum Überleben benötigt?* Unter diesen trockenen Bedingungen hättest du viel Wasser benötigt.
- *Was hättest du wohl gesehen?* Sanddünen überall um dich herum mit wenig oder keiner Vegetation oder anderen Anzeichen von Leben.
- *Was hättest du wohl gehört?* Das Heulen des Windes über die Dünen hinweg.
- *Was hättest du wohl geschmeckt oder gerochen?* Der feine Sand hätte zwischen deinen Zähnen geknirscht – aber gerochen hättest du kaum etwas.
- *Was hättest du wohl gespürt?* In Gebieten mit roten Sanddünen ist es tagsüber oft sehr heiß und nachts ziemlich kalt.
- *Wie hättest du dich gefühlt?* – *ängstlich?* – *glücklich?* – *erstaunt?* Du hättest vielleicht die weite offene Landschaft genossen – so lang du gewusst hättest, dass du die Nacht an einem komfortablen Platz verbringen würdest!

### Lavagestein mit Gasblasen



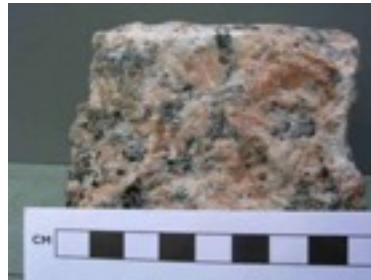
Vulkanologen nehmen Lavaprobe für Untersuchungen am Hawaiian Volcano Observatory. Photo ID: h6iw7b Image Courtesy United States Geological Survey; Image source: Earth Science World Image Bank <http://www.earthscienceworld.org/images>

- *Hättest du dich dort hinstellen können?* Du kannst auf Lava stehen, wenn sie erstarrt ist – aber versuch nicht auf fließender Lava zu stehen!
- *Was hättest du zum Überleben benötigt?* Wenn du nahe an der roten, heißen Lava gewesen wärst, hättest du Hitzeschutz-Kleidung benötigt.
- *Was hättest du wohl gesehen?* Der Lavafluss wäre rot oder orange gewesen. Erstarrte Lava ist normalerweise schwarz oder grau. Du hättest also eine verwüstete schwarze oder graue Landschaft ohne Pflanzen um dich herum gesehen.
- *Was hättest du wohl gehört?* Wenn eine Lavafontäne nahe bei dir eruptiert wäre,

hättest du ein lautes Zischen gehört. Wenn die Lava Bäume erreicht hätte, hättest du das Knistern der auflodernden Äste gehört.

- *Was hättest du wohl geschmeckt oder gerochen?* Es hätte nach Schwefel und vielleicht nach verbrannter Vegetation gerochen. Zu schmecken gibt es hier nicht viel.
- *Was hättest du wohl gespürt?* Wenn der Wind in deine Richtung geweht hätte, hättest du Schwaden heißer Luft gespürt.
- *Wie hättest du dich gefühlt?* – *ängstlich?* – *glücklich?* – *erstaunt?* Das ist ein erstaunlicher und öder Platz zugleich, wo neues Land vor deinen Augen entsteht.

### Granitgestein mit deutlich sichtbaren Kristallen



Granit: from [http://www.earthscienceeducation.com/virtual\\_rock\\_kit/index.htm](http://www.earthscienceeducation.com/virtual_rock_kit/index.htm)

- *Hättest du dich dort hinstellen können?* Der Stein war geschmolzen, als er entstand – also wäre kein Stehen in einer solchen Flüssigkeit möglich gewesen.
- *Was hättest du zum Überleben benötigt?* Granit kristallisiert aus Magma mehrere Kilometer tief im Untergrund und bei Temperaturen von etwa 800°C. Du hättest dich also in einem "Unter-Magma-Boot" befinden müssen, das enormen Druck und sehr hohe Temperaturen aushalten gemusst hätte.
- *Was hättest du wohl gesehen?* Wenn das U-Boot hitzegeschützte Fenster gehabt hätte: Das Magma wäre weiß gewesen, aber du hättest nicht durch das Magma schauen gekonnt, es wäre lichtundurchlässig gewesen.
- *Was hättest du wohl gehört?* Die Hitzeisolation des "Unter-Magma-Bootes" hätte keinerlei Geräusche hereingelassen.
- *Was hättest du wohl geschmeckt oder gerochen?* Nichts – weil du durch das Boot komplett vom Magma isoliert gewesen wärst.
- *Was hättest du wohl gespürt?* Wenn Isolation und Kühlung nicht gut funktioniert hätten, hättest du die Hitze gespürt. Wenn das U-Boot mechanische Arme gehabt hätte, hätten diese vielleicht Kristalle "geföhlt", die sich im flüssigen Magma gebildet hatten – immer mehr, wenn das Magma sich weiter abgekühlt hätte.
- *Wie hättest du dich geföhlt?* – *ängstlich?* – *glücklich?* – *erstaunt?* Du hättest Angst gehabt, deine Zukunft wäre düster gewesen. Wenn das Magma zunehmend zu Granit erstarrt wäre, wärst du als Xenolith ("Fremdgestein") eingeschlossen worden.

## Earthlearningidea

**Mögliche Anschlussaktivitäten:** Man kann die "Wie war das dabei zu sein?"-Fragen an die meisten Gesteine richten. Z.B. an eine versteinerte Graptolithen-Wohnröhre, an ein Stück Steinkohle mit Pflanzenabdruck, an ein Konglomerat, an Vulkanasche.

**Grundlegende Prinzipien:** Dieser Zugang wendet das geologische Prinzip des Aktualismus an, wonach die Gegenwart der Schlüssel zur Vergangenheit ist. Hierzu werden die Erfahrungen mit geologischen Prozessen in unserer heutigen Welt dazu benutzt, um mit Hilfe von Hinweisen aus dem Gestein die Vergangenheit zu rekonstruieren.

**Denken Lernen:** Eine große Bandbreite imaginativer und kreativer Fähigkeiten werden angesprochen, um unsere heutigen Alltagserfahrungen in die Vergangenheit zu übertragen.

**Material-Liste:** reichlich Vorstellungskraft.

**Hilfreiche Links:** Im Internet können Fotos zu allen möglichen heutigen Umwelten gefunden werden.

**Quelle:** Chris King vom Earthlearningidea -Team.

**Übersetzung:** Dirk Felzmann

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe.  
Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)  
Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)

Eckert.Dossiers Nr. 3

Earth Science Teachers Association  
(Übers. Julia Brinkmann)

**Dinosaurier ausgraben.  
Wie man ein Fossilienjäger wird  
und einen Dinosaurier ausgräbt**

Earth Science Teachers Association. „Dinosaurier ausgraben. Wie man ein Fossilienjäger wird und einen Dinosaurier ausgräbt.“ Übers. v. Julia Brinkmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011).  
<http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0156>.

edumeres.net



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Dinosaurier ausgraben! Wie man ein Fossilienjäger wird und einen Dinosaurier ausgräbt

Wie graben Wissenschaftler so große Fossilien aus wie Dinosaurier? Wie können Wissenschaftler sicherstellen, dass sie das Maximum aus ihrem Fund herausholen und nicht aus Versehen wichtige Hinweise zerstören?

Füllen Sie trockenen Sand auf ein Tablett und verstecken Sie darin Skelett-Einzelteile eines Spielzeug-Dinosauriers.

Alternativ können Sie auch die Knochen eines anderen toten Tieres verwenden, wie z.B. von einem kleinen Hühnchen. Dazu muss das Tier gekocht und die Knochen müssen dann in der Sonne getrocknet werden, um sie zu sterilisieren. Wie wir wissen sind die ausgestorbenen Dinosaurier eng mit den heutigen Vögeln verwandt! Lassen Sie ein oder zwei Knochenteile aus dem Sand herausstehen; so könnte es auch mit einem echten Skelett geschehen, das im Wüstensand vergraben ist.

Eine andere Alternative wäre, einige Teile des Skeletts zusammenzubauen und die SuS die übrigen Teile finden zu lassen. Legen Sie ein einfaches Gitternetz aus Gummibändern oder Faden, so dass sich z.B. 3x4 Quadrate ergeben. Geben Sie den SuS ein ähnliches Gitternetz im gleichen Maßstab, entweder auf Papier oder mit Kreide an der Tafel.

Statten Sie außerdem die SuS mit einigem einfachen Grabwerkzeug aus, wie etwa ein alter Pinsel und/ oder ein paar Löffel. Erzählen Sie den SuS dann die Geschichte der amerikanischen Wissenschaftler aus dem 19. Jahrhundert, die Dinosaurier so schnell wie möglich ausgegraben und die genauen Fundplätze nicht gut genug dokumentiert hatten. Wissenschaftler anderer Universitäten kamen sogar hinzu und zerstörten die Funde der Konkurrenten, um als erste Wissenschaftler einen Dinosaurier ausstellen zu können.

Im Anschluss sollen die SuS das vergrabene Skelett ausgraben, allerdings sollten sie dabei etwas „wissenschaftlicher“ vorgehen als ihre „alten Kollegen“. Jedes Fundstück sollte an der jeweiligen Stelle im Gitternetz abgelegt oder dort schemenhaft skizziert werden. Der abgegrabene Sand sollte in einem Behälter gesammelt werden.

Nachdem die SuS ihre Ausgrabungsarbeit beendet haben, sollen sie ihren Fund (Dino oder Hühnchen) rekonstruieren bzw. zusammenbauen.



Rekonstruiertes *Triceratops*-Modell (Foto: P. Kennett)



Ausgrabung – Vorsicht ist geboten! (Foto: P. Kennett)



Stolz! Zusammengebauter Fund wird vorgezeigt. Foto: P. Kennett)

## Der Hintergrund

**Titel:** Dinosaurier ausgraben

**Untertitel:** Wie man ein Fossilienjäger wird und einen Dinosaurier ausgräbt

**Inhalt:** Ausgraben von „Knochen“ gemäß einer systematischen Vorgehensweise und Rekonstruktion des Skeletts

**Geeignetes Alter der Schüler:** 6-11 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** ca. 20 min.

**Lernziele:** SuS können:

- systematisch arbeiten, um versteckte Teile zu finden;
- ihre Funde an den entsprechenden Stellen auf dem Gitternetz kartieren;
- ein Modell-Skelett rekonstruieren;
- erklären, ob das Tier *in situ* verschüttet oder vor der Verschüttung abgenagt/ verwest und verteilt wurde

**Kontext:**

Diese praktische Übung übt das systematische Arbeiten, im Gegensatz zum einfachen Herausziehen eines Objektes direkt nach dem Fund. Die Übung könnte eine Stunde über Fossilierung unterstützen. Auch der Einsatz eines Flächenrasters bzw. Gitternetzes passt in eine Mathematik- oder Geographie-Stunde.

**Mögliche Anschlussaktivitäten:**

- Die „Knochen“ können genau so angeordnet werden, wie die Tiere „starben“ und die SuS sollen dann darüber spekulieren, wie die Tiere fossilisiert wurden.
- Man könnte die Knochen auch durcheinander anordnen, um Erosions- und Verwesungsprozesse zu simulieren, die sich vor der Verschüttung zugetragen haben.
- Einige Knochen könnten zerschnitten oder zerbrochen sein, so dass die SuS über mögliche Todesursachen spekulieren müssen (z.B. Erlegen durch ein Raubtier).
- Eine Internetrecherche, um herauszufinden, wie die Dinosaurier tatsächlich ausgesehen haben könnten.

- Besuch eines Museums, in dem Wirbeltierskelette ausgestellt sind.
- Besuch einer Ausgrabungsstätte, in der Fossilien gefunden wurden oder werden können.

**Grundlegende fachliche Prinzipien:**

- Hinweise zur Art und Weise der Fossilierung müssen zum Zeitpunkt des Fundes sauber dokumentiert werden.
- Wir nutzen unsere Kenntnisse von der Lebensweise moderner Tiere, um diejenige ausgestorbener nachvollziehen zu können.
- Hinweise auf Leben und Tod eines Tieres beinhalten die Verteilung der Knochenteile im Gestein und Beschädigungen der Teile z.B. durch Raubtiere etc.

**Denken Lernen:**

Die SuS nutzen ihre Ausgrabungen, um das Skelett des ursprünglichen Tieres zu konstruieren und leisten dann einen Transfer vom Ausgrabungsfund zum tatsächlichen Tier.

**Material-Liste:**

- Eine große Schüssel oder Pappkiste (z.B. 40 x 30 cm)
- Ausreichend viel trockenen Sand
- Ein Dinosaurier-Skelett aus Holz oder Plastik (auch auseinander genommen); erhältlich in einem Spielzeugladen oder ausgesägt aus dünnem Speerholz (Vorlage auf S.3)
- **oder** ein Hühnchen-Gerippe, gekocht, getrocknet und auseinandergenommen
- einige alte Pinsel und Löffel
- weiteren Behälter für abgegrabenen Sand

**Hilfreiche Links:** The science of digging up dinosaurs:

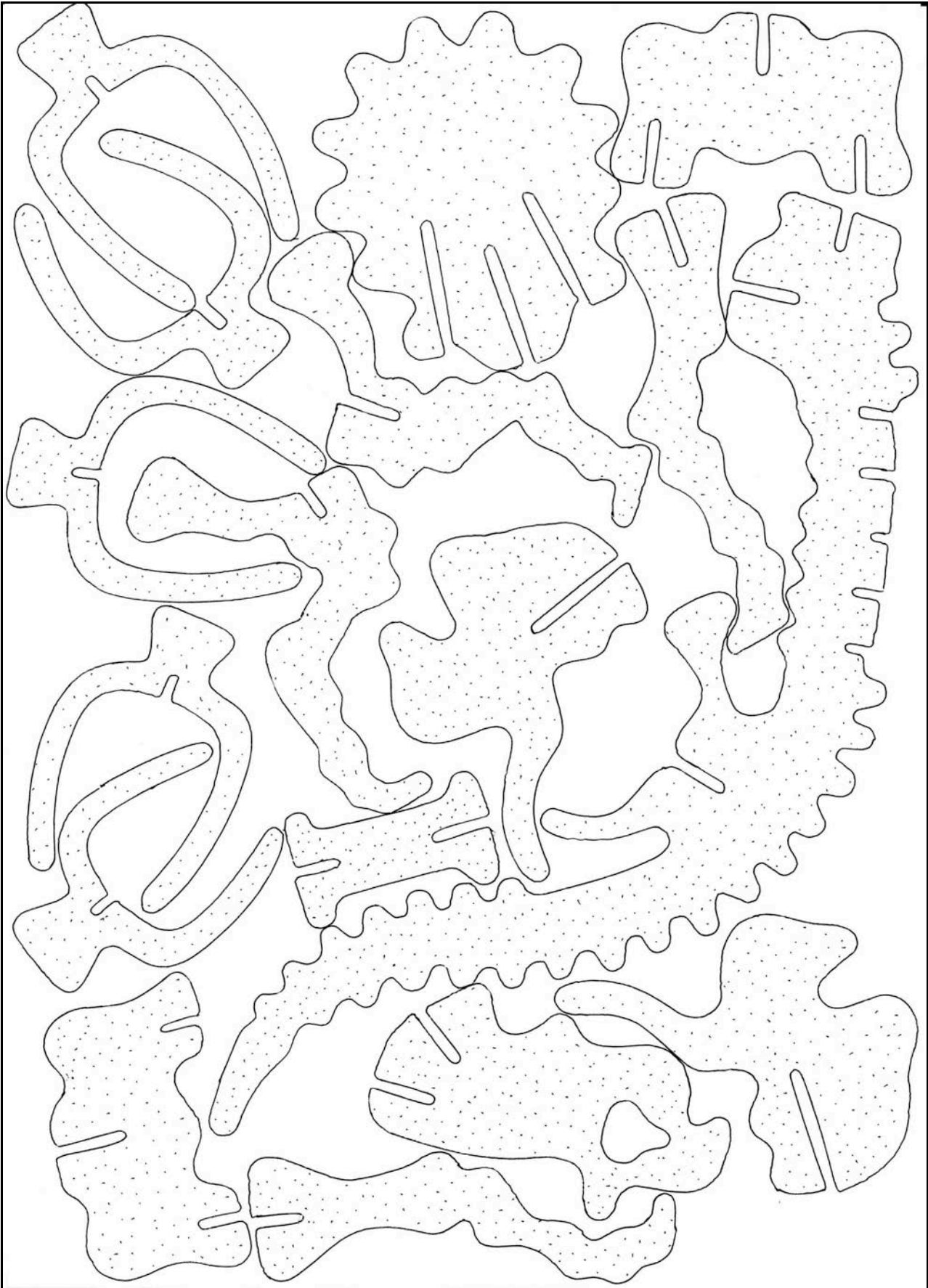
<http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/lessons/17/g68/serenodig.html>

**Quelle:** Hawley, D.J. (1995) Dinosaur detectives discovery dig: a palaeontological simulation. *Teaching Earth Sciences*, 20 (2), S. 53-55, Earth Science Teachers' Association.

**Übersetzung:**

Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe. Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com) Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)



Template for making a model of the skeleton of *Triceratops*

Eckert.Dossiers Nr. 3

Earth Science Education Unit  
(Übers. Julia Brinkmann)

**Wie wiegt man einen Dinosaurier?  
Anhand eines Dinosaurierfußabdrucks kann man  
das Gesamtgewicht des Tieres ermitteln.**

Earth Science Education Unit. „Wie wiegt man einen Dinosaurier? Anhand eines Dinosaurierfußabdrucks kann man das Gesamtgewicht des Tieres ermitteln.“ Übers. v. Julia Brinkmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011). <http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0072>.

**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Wie wiegt man einen Dinosaurier?

**Anhand eines Dinosaurierfußabdrucks kann man das Gesamtgewicht des Tieres ermitteln.**

Dinosaurier haben an einigen Stellen Fußabdrücke im Sand oder Matsch hinterlassen, die fest wurden und so **versteinerte Abdrücke** hinterließen. Man kann das Gewicht des Dinosauriers ermitteln, wenn wir den Fußabdruck mit einem anderen Abdruck vergleichen, der von irgendetwas verursacht wurde, dessen Gewicht bekannt ist. *(Im Folgenden wird ein erprobtes Beispiel vorgestellt. So kann die Berechnung leichter nachvollzogen werden. Allerdings sind Abweichungen vom Ergebnis möglich, da jede Schule andere Gerätschaften hat.)*

Befüllen Sie einen Behälter mit Sand, befeuchten Sie diesen vorsichtig. Überschüssiges Wasser sollte abgegossen werden.

Stellen Sie dann einen 10 cm hohen, rechteckigen Block mit einer Größe von 2 x 2 cm (z.B. 4 cm<sup>2</sup> im Querschnitt) aufrecht in den nassen Sand.

Beschweren Sie nun den Block mit einem 1 kg schweren Gewicht (s. Bild) und lassen Sie den Block in den nassen Sand sinken. (Anstelle eines Gewichtes geht auch eine 1-Liter-PET-Flasche gefüllt mit Wasser). Ein Gewicht von einem Kilogramm entspricht der Kraft von etwa 10 Newton.

Messen Sie danach die Einsinktiefe in cm (1,5 cm)

Druck = Kraft/Fläche, also entspricht der Druck, den der Block ausgeübt hat  $10/2 \times 2 = 2,5 \text{ N/cm}^2$ .

Das Diagramm auf Seite 3 zeigt einen Fußabdruck von einem kleinen, **zweibeinigen** Dinosaurier. Berechnen Sie die Fläche des Dinosaurier-Abdrucks durch Abzählen der Planquadrate. Jedes Quadrat entspricht einer Fläche von 25 cm<sup>2</sup> (325 cm<sup>2</sup>).

Schätzen Sie jetzt die durchschnittliche Tiefe des Abdrucks in cm von der Seitenansicht (3 cm).

Es wird angenommen, dass die "Einsinktiefe" proportional zum Druck ist (z.B. wenn der Druck zwei Mal so hoch ist, wird die Sinktiefe ebenfalls zwei Mal so groß sein). Berechnen Sie dann den Druck, den der Dinosaurierfuß ausgeübt haben muss ( $2,5 \times 3/1,5 = 5 \text{ N/cm}^2$ ).

Kraft = Druck x Fläche, also ergibt sich eine Kraft (z.B. Gewicht) von  $5 \times 325 = 1625 \text{ N}$ .

Da man von etwa 10 N pro kg Gewicht ausgeht, kommt man auf ein Gewicht  $1625/10 = 162,5 \text{ kg}$  – nur für das eine Dinosaurierbein! Das entspräche dem Gewicht einer Person mit einer Körpergröße von 2,70 m – ein Riese!

Stellt dieses Ergebnis das Gesamtgewicht des Dinosauriers dar? Welche anderen Möglichkeiten kommen noch in Frage?



Ein Lehrer zeigt, wie der Druck in dem Behälter voll Sand gemessen wird.

(Foto: P. Kennett)

### Der Hintergrund

**Titel:** Wie wiegt man einen Dinosaurier?

**Untertitel:** Anhand eines Dinosaurierfußabdrucks kann man das Gesamtgewicht des Tieres ermitteln.

**Inhalt:** Wie wird das Verhältnis von Druck, Kraft und Fläche genutzt, um das Gewicht eines zweibeinigen Dinosauriers zu messen, anhand der Fläche und Abdrucktiefe eines versteinerten Fußabdrucks?

**Geeignetes Alter der Schüler:** 14 - 18 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 30 min.

**Lernziele:** Die SuS können:

- den Druck aus einer vorgegebenen Kraft und Fläche berechnen;
- die Gleichung umstellen und eine unbekannte Kraft berechnen mithilfe eines bekannten Drucks und einer bekannten Fläche;

- Beurteilen, ob das Ergebnis das Gesamtgewicht des Dinosauriers darstellt oder ob das Ergebnis verdoppelt werden muss, da es sich ja um ein zweibeiniges Tier handelt;
- erläutern, dass diese Berechnungen lediglich einen Schätzwert darstellen.

**Kontext:** Die Unterrichtseinheit soll zeigen, dass ein versteinertes Fußabdruck genauso ein Fossil (Versteinerung) ist wie der gesamte Rest des Körpers – und manchmal kann er wertvolle Information über die Lebensweise eines Organismus liefern. Er verbindet Physik, Mathematik und Geologie miteinander.

### Mögliche Anschlussaktivitäten:

Die SuS wollen wahrscheinlich darüber diskutieren, ob die Berechnung, die mithilfe des Abdrucks gemacht wurde, das Gesamtgewicht des Dinosauriers repräsentiert. Er hatte zwei Beine, muss man also den Wert verdoppeln? In jedem Fall gab es einen Moment, zu dem das Tier

## Earthlearningidea

sein Gesamtgewicht auf ein Bein verlagert hat, als es das andere Bein im Laufen hochzog. SuS könnten anhand ihres eigenen Gewichtes das Rätsel lösen, indem sie einen Abdruck im nassen Sand machen und danach berechnen wie oben beschrieben. Fragen Sie die SuS, ob das Ergebnis unterschiedlich ausgefallen wäre, wenn das Tier schnell gelaufen wäre anstelle von langsam. Auch das können die SuS selber im Sand erproben.

**Grundlegende fachliche Prinzipien:** Druck = Kraft/ Fläche.

- Versteinerte Abdrücke sagen oftmals ebenso viel über die Lebensweise der jeweiligen Organismen aus wie die versteinerten Überreste des Körpers an sich – manchmal sogar noch mehr.

**Denken Lernen:**

- Es wird ein Muster des Verhältnisses zwischen der aufgewendeten Kraft und der Abdrucktiefe entwickelt.
- Das Gelernte auf den Dinosaurierabdruck anzuwenden, erfordert eine Transferleistung.
- Die Diskussion über das Gewicht, das ein Fußabdruck repräsentiert, löst einen kognitiven Konflikt aus.

**Material-Liste:**

- Weicher, sehr nasser Sand in einem tiefen Behälter (z.B. 10 cm)

- Ein Gewicht von 1 kg oder eine 1-Liter-PET-Flasche mit Wasser (beides erzeugt eine Kraft von 10 N)
- Taschenrechner und Lineal
- Ein quaderförmiger Block, 2 cm x 2 cm mit einer Länge von etwa 10 cm; Markierungen im Abstand von 1 cm sind von Vorteil
- Arbeitsblatt „Skizze eines einzelnen Dinosaurierfußabdrucks in einem 5 cm Gitternetz“ für die Schätzung der Fläche (im Anhang zu finden))

**Hilfreiche Links:** Earthlearningidea 'Das Treffen der Dinosaurier – Vor 100 Mio. Jahren', veröffentlicht am 03.03.2008. Außerdem:

<http://www.sorbygeology.group.shef.ac.uk/dino.html>

<http://www.enchantedlearning.com/subjects/dinosaurs/dinotemplates/Footprint.shtml>

<http://www.uc.edu/geology/geologylist/dinotracks.html>

<http://www.scienceviews.com/dinosaurs/dinotracks.html>

**Quelle:** Earth Science Education Unit (2005) *Through the lab window to the world: teaching Key Stage 3 physics.*

Dank geht an Dr. Martin Whyte von der Universität von Sheffield für seine hilfreichen Anmerkungen zu diesem Versuch.

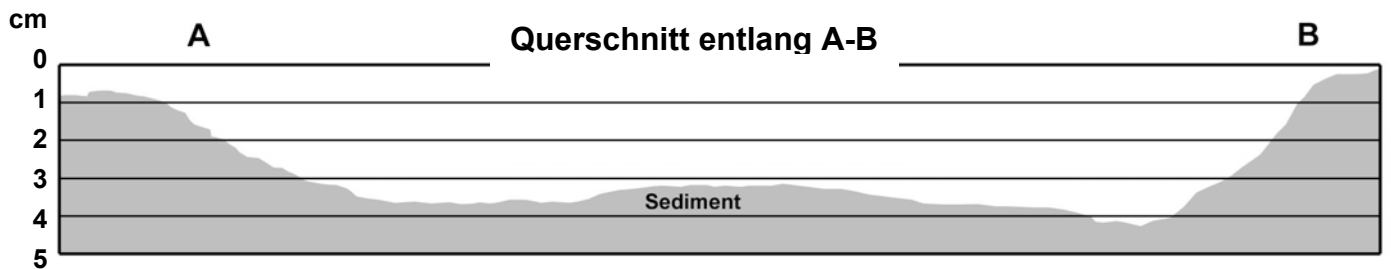
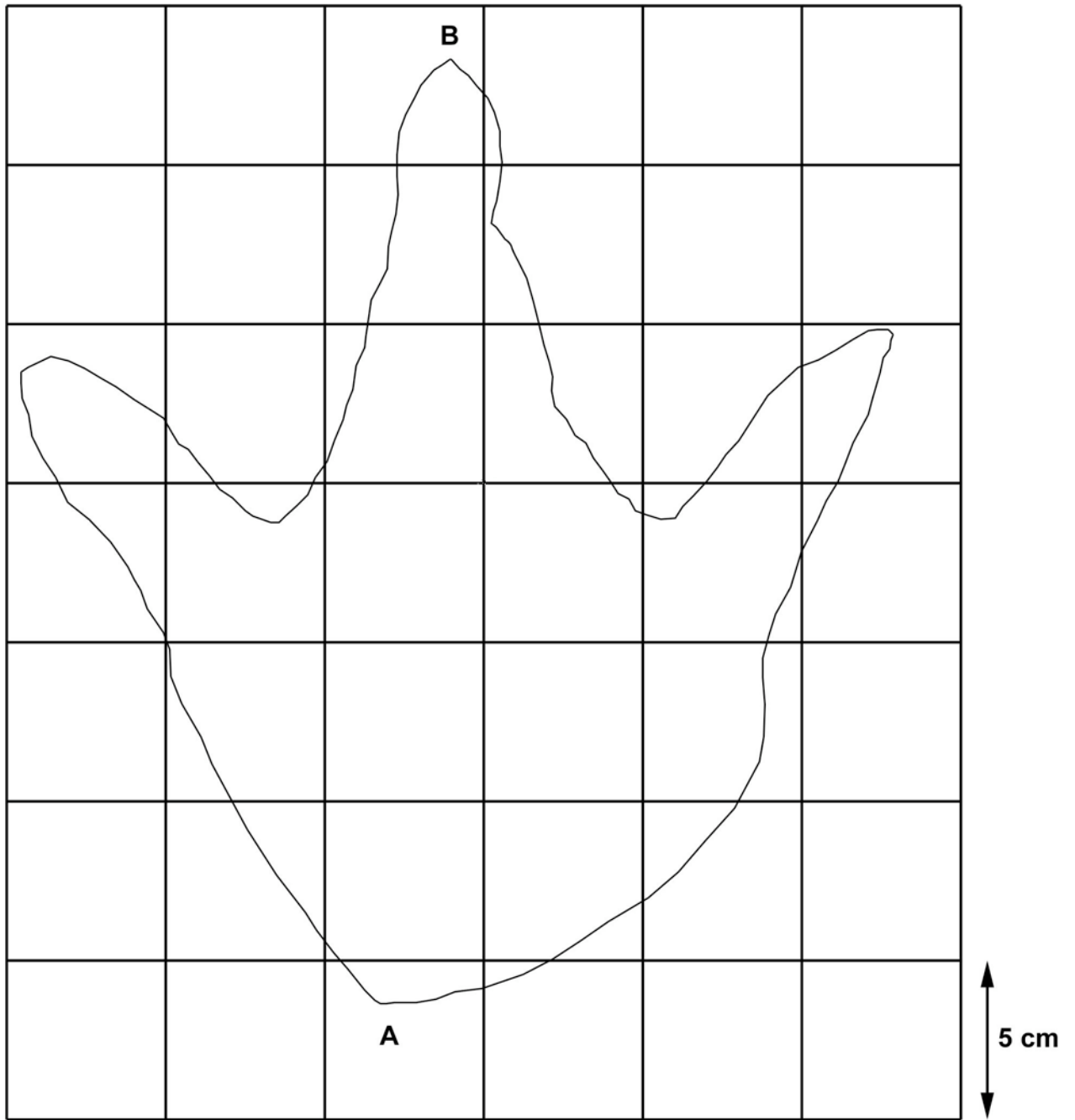
**Übersetzung:**

Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe. Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com) Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)

# Fußabdruck eines zweibeinigen Dinosauriers

(dargestellt in halber Größe)



Eckert.Dossiers Nr. 3

Earth Science Education Unit  
(Übers. Julia Brinkmann)

**Wann wird er ausbrechen?  
– Eruptionen vorhersagen  
Wie ein einfacher Neigungsmesser  
die Aufwölbung eines Vulkans  
vor der Eruption anzeigen kann**

Earth Science Education Unit. „Wann wird er ausbrechen? - Eruptionen vorhersagen. Wie ein einfacher Neigungsmesser die Aufwölbung eines Vulkans vor der Eruption anzeigen kann.“ Übers. v. Julia Brinkmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011).  
<http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0025>.

**edumeres.net**

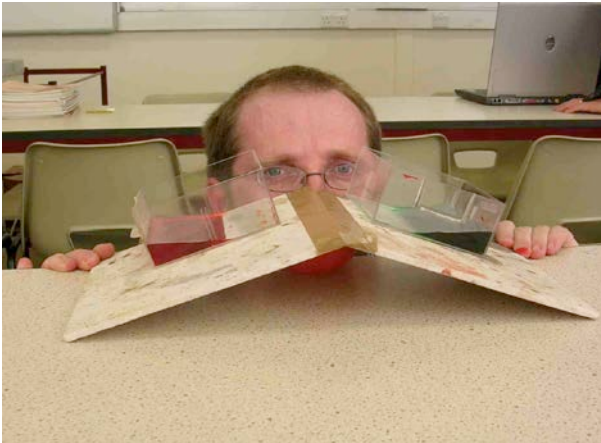


Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Wann wird er ausbrechen? – Eruptionen vorhersagen Wie ein einfacher Neigungsmesser die Aufwölbung eines Vulkans vor der Eruption anzeigen kann

Kleben Sie zwei Bretter an einem Ende zusammen und stellen Sie diese an der Tischkante auf. Geben Sie in zwei Behälter so viel Wasser, dass es etwa 1 cm hoch steht und färben Sie dann das Wasser mit Tinte, Kaffee oder Tee, (wenn vorhanden). Setzen Sie nun jeweils einen Behälter auf jedes Brett. Dabei sollte der Abstand zur Verbindungsstelle genau gleich sein. Die Behälter werden mit Klebeband festgeklebt (s. Foto).

Jetzt wird ein Luftballon oder eine Plastiktüte unter die Verbindungsstelle platziert. Lassen Sie nun einen Schüler oder eine Schülerin den Ballon/die Tüte aufblasen. Vorsichtig! Ein



Die Aufwölbung des Vulkans wird mit einem Ballon nachgestellt.

weiterer SuS soll mit einem Winkelmesser messen, um wie viel Grad die Neigung der Bretter von der Horizontalen abweicht (das wird am besten im Verhältnis zur Arbeitsfläche gemacht, welche den gleichen Winkel anzeigt wie der zwischen den geneigten Brettern und der Wasseroberfläche).

Genauso funktionieren Neigungsmesser auf Vulkanen. Wenn sich der Vulkan „aufwölbt“, also seine Form verändert, weil sich das Magma in seinem Inneren hebt, dann wird sich die Flüssigkeit im Neigungsmesser bewegen und sendet ein elektrisches Signal „zurück zur Basis“.



Ein Neigungsmesser ist auf der Vulkaninsel Montserrat in Gebrauch.  
Foto: Peter Kennett

---

### Der Hintergrund

**Titel:** Wann wird er ausbrechen?

**Untertitel:** Eruptionen vorhersagen

**Inhalt:** Wie ein einfacher „Neigungsmesser“ die Aufwölbung eines Vulkans vor der Eruption anzeigen kann. Dabei werden Schalen mit Wasser verwendet, um das Aufwölben hervorzuheben, wenn eine Tüte oder ein Ballon aufgeblasen wird.

**Geeignetes Alter der Schüler:** 7 – 18 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 5 min.

**Lernziele:** SuS können:

- Beschreiben, wie sich Magma in einem Vulkan vor der Eruption hebt und sich die Oberfläche aufwölbt.

- Erklären, wie das Ausmaß der Oberflächenneigung gemessen werden kann unter Berücksichtigung der horizontalen Wasseroberfläche in einem Neigungsmesser.

**Kontext:** Der Versuch kann Bestandteil einer Stunde über Vulkanausbrüche, deren Auswirkungen und möglichen Schutzmaßnahmen sein.

**Mögliche Anschlussaktivitäten:** Recherche tatsächlicher Daten im Internet

<http://hvo.wr.usgs.gov/kilauea/update/main.html>

Diskussion darüber, ob für die Vorhersage von Vulkanausbrüchen die Verwendung einer Daten-Quelle oder mehrerer Daten-Quellen geeigneter ist, z.B. auf Galeras, als während einer vulkanologischen Konferenz auf dem Vulkangipfel Schwerkraft und Gasemissionen beobachtet wurden, seismische Aktivitäten jedoch nicht

## Earthlearningidea

gemessen wurden (wegen Abwesenheit des Seismologen). Es folgte ein heftiger Vulkanausbruch, bei dem Professor Geoff Brown von der Open University und einige Kollegen ums Leben kamen und mehrere andere verletzt wurden.

### Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Magma oder flüssiges Gestein im Untergrund haben eine geringere Dichte als das umgebende Gestein.
- Vor der Eruption erzwingt sich das Magma einen Weg nach oben, was häufig eine Aufwölbung der Erdoberfläche mit sich bringt.
- Die Aufwölbung kann mit Hilfe von Neigungsmessern oder anderen Geräten, die Höhenunterschiede oder Entfernungen messen, erfasst werden.
- Elektrische Signale dieser Instrumente werden an Beobachtungsstationen übermittelt. So wird die Vorhersage von Ausbrüchen genauer.
- Durch diese Vorhersagen konnten in der Vergangenheit Bevölkerungsevakuationen aus Sicherheitsgründen eingeleitet werden.

**Denken Lernen:** SuS sollen den Transfer zwischen einem einfachen Versuch im Klassenraum hin zur Realität von Neigungsmessern oder ähnlichen Geräten schlagen, die für die Vorhersagen zu Vulkanausbrüchen verwendet werden.

### Material-Liste:

- 2 kleine steife Bretter
- Klebeband
- Ballon (rund oder lang) oder eine kleine Papier- oder Plastiktüte
- 2 kleine Behälter für Wasser, vorzugsweise rechteckig, z.B. durchsichtige Plastik(Gefrier)behälter.
- Optional: Tinte, Kaffee, Tee zum Färben des Wassers
- Winkelmesser

### Hilfreiche Links:

Neigungsmesser im Gebrauch werden auf der täglich aktualisierten Seite über den Ausbruch des Vulkans Kilauea auf Hawaii beschrieben:  
<http://hvo.wr.usgs.gov/kilauea/update/main.html>

Neigungsmesser haben auch Wissenschaftlern geholfen, den Ausbruch des Mt. St. Helen vorherzusagen:

<http://volcanoes.usgs.gov/About/What/Monitor/Defomation/TiltMSH.html>

**Quelle:** 'The Earth and plate tectonics' Workshop Broschüre der Earth Science Education Unit,  
<http://www.earthscienceeducation.com>

### Übersetzung:

Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe. Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)  
Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)

Eckert.Dossiers Nr. 3

Peter Kennet  
(Übers. Julia Brinkmann)

**Erdbeben - stürzt unser Haus ein?  
Wenn ein Erdbeben kommt - Versuch zur  
Standfestigkeit der Gebäude**

Kennett, Peter. „Erdbeben - stürzt unser Haus ein? Wenn ein Erdbeben kommt - Versuch zur Standfestigkeit der Gebäude.“ Übers. v. Julia Brinkmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011).  
<http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0011>.

**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Erdbeben – stürzt unser Haus ein?

### Wenn ein Erdbeben kommt – Versuch zur Standfestigkeit der Gebäude

Bauen Sie das Modell vor Beginn des Unterrichts zusammen, so dass die SuS die Zusammenstellung nicht sehen können. Legen Sie dazu ein dünnes Holzstück (oder Brett) auf die eine Seite eines Tablett und befüllen Sie dann das gesamte Tablett gleichmäßig mit Sand. Das Holz sollte vollständig unter dem Sand versteckt sein. Begießen Sie dann den Sand mit Wasser, schütten Sie überflüssiges Wasser ab. Setzen Sie danach vorsichtig zwei gleichschwere Gegenstände mit gleicher Form auf den Sand, jeweils einen an jedem Ende des Tablett. Die Gegenstände sollen Gebäude repräsentieren.

Erklären Sie dann den Schülern, dass im Falle eines Erdbebens der Boden heftig erschüttert wird. Im Modell stehen zwei "Gebäude" auf nassem, sandigen Untergrund. Fragen Sie die SuS zunächst, was man beobachten würde, wenn man das Tablett hin und her rütteln würde. Rütteln Sie dann das Tablett wiederholt hin und her. Es sollte dafür auf einem Tisch aufliegen. Nach einigem Rütteln können die SuS beobachten, dass sich der Sand "verflüssigt" und

Wasser an die Oberfläche steigt. Das eine "Gebäude" fällt um, während das andere stehen bleibt und auch nicht einsinkt. Fordern Sie die SuS nun auf, ihre Ideen zu äußern, warum das so ist.

Im Regelfall äußern die SuS zahlreiche Vermutungen zu dem, was sie gesehen haben. Sie kommen allerdings selten darauf, dass die Lehrperson vorher heimlich etwas Hartes unter dem Sand versteckt haben könnte. Das Rütteln verringert die Festigkeit des Sandes, da das Wasser dabei die einzelnen Sandkörner auseinander drängt. So verliert das „Gebäude“ seinen festen Halt im Untergrund und fällt um oder sinkt ein. Genau dies ist in Mexiko-Stadt bei einem Erdbeben passiert. Die Metropole ist nämlich auf einem alten Seebett erbaut. Bei dem Erdbeben fielen zahlreiche Gebäude, die auf minderwertigem Untergrund gebaut waren, in sich zusammen. Ein Erdbeben gleicher Stärke würde bei Gebäuden, die auf Stein errichtet sind, sehr viel geringeren Schaden anrichten.



Hier rüttelt jemand



Das passiert, wenn Gebäude auf weichem Unterricht errichtet sind.

Ich, die Bibliothek des *Earthquake Engineering Research Center* an der *University of California* in Berkeley, und Urheber dieses Bildes, überlasse es hiermit der Öffentlichkeit. Dies gilt weltweit. Ich erlaube jedweder Einrichtung die bedingungslose Nutzung für jegliche Zwecke, es sei denn, die jeweilige Rechtssprechung macht andere Absprachen erforderlich.

---

## Der Hintergrund

**Titel:** Erdbeben

**Untertitel:** Stürzt unser Haus ein?

**Inhalt:** Wenn ein Erdbeben kommt – Versuch zur Standfestigkeit von Gebäuden. Wie sich Gebäude mit verschiedenen Fundamenten im Erdbebenfall verhalten.

**Geeignetes Alter der Schüler :** 7 – 18 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 5 min.

**Lernziele:** SuS können:

- Darstellen, auf welche Weise das Schütteln (wie bei einem Erdbeben) von feuchtem Sand dessen Festigkeit reduziert.
- Erklären, wie ein geeignetes Fundament die Festigkeit des Sandes, der erschüttert wird, erhöht und dass dieser Sand dann schwere Lasten tragen kann. Der Untergrundboden allein verbessert aber nicht die Tragfähigkeit des Sandes. Das Stück Holz dient als eine Art Fundamentplatte, die es dem Gebäude ermöglicht, auf dem Sand zu „gleiten“.

**Kontext:** Der Modellversuch könnte Teil einer Unterrichtseinheit über Erdbeben und deren Auswirkungen sein. Die Darstellung könnte ebenso gut als Einleitung dienen über eine Unterrichtseinheit zum richtigen Verhalten in von Erdbeben bedrohten Gebieten

**Mögliche Anschlussaktivitäten:** Versuchen Sie eine Internetrecherche nach tatsächlichen Informationen.

**Grundlegende fachliche Prinzipien:**

- Die langsame Verschiebung der Erdplatten erzeugt Spannungen im Untergrundgestein.
- Irgendwann kommt es zum Reißen des Gesteins (Entlastungsriß) an einer Verwerfung, und das Gestein springt (elastisch) auseinander, was Stoßwellen zur Folge hat.
- Zwei Arten von Stoßwellen werden erzeugt, Longitudinal- (Längs-, Primär-, P-) wellen und Transversal- (Scher-, Sekundär-, S-) wellen.
- Diese Wellen erreichen die Oberfläche und erzeugen Bodenwellen – Wellenbewegungen der Erdoberfläche.
- Diese Wellen lösen Bewegungen des Festgesteins aus; wenn diese Wellen jedoch auf Wasser gesättigten Sand treffen, verliert der Sand an Zusammenhalt und „verflüssigt“ sich. Als Folge dessen können schwere

Massen (z.B. Gebäude) einsinken, umfallen oder einstürzen.

- Menschen werden verletzt oder getötet durch herabfallende Trümmer, zersplittertes Glas oder Feuer, das als Folge ausbrechen kann.
- Am sichersten ist man während eines Erdbebens i.d.R. draußen, weit weg von Gebäuden, die einstürzen könnten.

**Denken Lernen:**

- Der Gegensatz zwischen dem einen “Gebäude”, das einsinkt und dem anderen, das nicht einsinkt, ruft einen kognitiven Konflikt hervor (mentale Herausforderung).
- Eine anschließende Diskussion über Verhaltensweisen bei einem Erdbeben verlangt nach Transferfähigkeit (Anwendung), wenn die beobachteten Ereignisse auf die Realität übertragen werden sollen.

**Material-Liste:**

- Flaches Tablett, z.B. ca. 20 x 15 x 5 cm.
- Sand
- Wasser
- Zwei kleine, schwere Gegenstände, z.B. große Metallbolzen; 3 cm lange Bleirohre o.ä.
- Dünnes Holzbrett oder ähnliches Material, das unter dem Sand auf der einen Seite des Tablett versteckt wird.

**Hilfreiche Links:**

Die Webseite *US Geological Survey ‘Earthquakes for kids’* -

<http://earthquake.usgs.gov/learning/kids.php>

Führer über verschiedene Seiten mit Informationen zu Erdbeben -

[http://mceer.buffalo.edu/infoservice/Reference\\_Services/earthquakeEducation.asp](http://mceer.buffalo.edu/infoservice/Reference_Services/earthquakeEducation.asp)

Weltkarte mit aktuellen Erdbebenereignissen, nach Aktualität geordnet unter Angabe der Region und Stärke des Bebens

<http://survival.4u.org/erdbeben/erdbeben-karte.htm>

Kindergerechte Seite mit vielen Antworten und Interaktionen rund um das Thema Erdbeben

[http://www.medienwerkstatt-online.de/lws\\_wissen/index.php?level=2&kategorie\\_1=Naturerscheinungen&kategorie\\_2=Erdbeben](http://www.medienwerkstatt-online.de/lws_wissen/index.php?level=2&kategorie_1=Naturerscheinungen&kategorie_2=Erdbeben)

**Quelle:** Diese Arbeitseinheit wurde von Peter Kennett aus dem *Earthlearningidea*-Team entwickelt.

**Übersetzung:**

Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann

## Earthlearningidea

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe.

Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)  
Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)

Eckert.Dossiers Nr. 3

Earth Science Education Unit  
(Übers.Dirk Felzmann)

**Tsunami?**  
**Was beeinflusst die Geschwindigkeit**  
**einer Tsunamiwelle?**

Earth Science Education Unit. „Tsunami - Was beeinflusst die Geschwindigkeit einer Tsunamiwelle?“ Übers. v. Dirk Felzmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011).  
<http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0092>.

**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Tsunami

### Was beeinflusst die Geschwindigkeit einer Tsunamiwelle?

Erinnern Sie die Schüler an die verheerenden Tsunamis am 26.12.2004 im Indischen Ozean oder am 11.3.2011 in Japan. Vielleicht hatten sogar Schüler oder deren Verwandte schon einmal direkte Erfahrungen mit einem Tsunami. Fragen Sie die Schüler, welche Faktoren die Geschwindigkeit, mit der eine Tsunamiwelle sich fortbewegt, beeinflussen könnte. *(Der wichtigste Faktor ist die Tiefe des Meeresbodens, über den die Welle sich bewegt).*

Konstruieren oder besorgen Sie sich einen Behälter aus geeignetem – idealerweise – durchsichtigem Material. (Die ein Meter lange Dachrinne, die auf dem Foto rechts im Hintergrund zu sehen ist, funktioniert, ist aber eher zu flach).

Fügen Sie in den Behälter z.B. 10 mm Wasser und färben Sie dieses mit Tinte oder Lebensmittelfarbe. Heben Sie das eine Ende des Behälters auf einen etwa 5 cm hohen Block an und lassen Sie das Wasser sich beruhigen. Lassen Sie dann schnell das Behälterende auf den Laborisch herunterfallen, indem Sie den Block herausziehen (vgl. Video). Messen Sie die Zeit, wie lange die Welle braucht bis zum Erreichen der gegenüberliegenden Behälterwand. Wenn die Behälterwand nicht sehr lange ist, erhält man ein genaueres Ergebnis, indem man die gesamte Zeit während etwa 5 Wellenreflexionen an den Behälterwänden stoppt und anschließend diese Zeit durch die Zahl an Reflexionen teilt. Mehrere Durchgänge sollten gemessen werden und daraus der Mittelwert errechnet werden. Fragen Sie die Schüler, ob die Welle schneller oder langsamer wandert, wenn das Wasser tiefer ist *(Sie wandert schneller).*

Verdoppeln Sie die Wassertiefe (z.B. auf 20mm) und wiederholen Sie den Versuch entsprechend den obigen Ausführungen.

Zeigen Sie die Effekte einer abfallenden Küste, indem Sie eine aus Ton modellierte Küste in das eine Ende des Behälters setzen. Lassen Sie die Schüler beobachten, wie die Welle schnell die

„Küste“ überspült, aber relativ harmlos auf die gegenüberliegende Behälterseite schlägt (also viel Energie abgegeben hat) (In der Realität mag das nicht harmlos sein!).



Zeitmessung eines „Tsunamis“ in einem Wasserbehälter  
(Photo: P. Kennett)



Ein Tsunami trifft auf die Küste – hier der 2004 Tsunami an der thailändischen Küste von Ao Nang. Photo by David Rydevik: ([skylark292@gmail.com](mailto:skylark292@gmail.com) This image has been (or is hereby) released into the [public domain](#) by its creator, David Rydevik. This applies worldwide.)

### Der Hintergrund

**Titel:** Tsunami

**Untertitel:** Was beeinflusst die Geschwindigkeit einer Tsunamiwelle?

**Inhalt:** Untersuchung der Beziehung zwischen der Wassertiefe in einem Behälter und der Geschwindigkeit einer Welle, die durch Hochheben und Fallenlassen des Behälterendes entstand.

**Geeignetes Alter der Schüler:** 10 – 18 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 20 min

**Lernziele:** Die Schüler können:

- Beschreiben, wie Wellen sich durch das Wasser bewegen;

- Erläutern, dass Wellen schneller in tieferem als in flacherem Wasser wandern;
- Die Bedeutung der Reibung beim Abbremsen der Welle erklären;
- die Gefahren erläutern, wenn man sich bei einem Tsunami an der Küste aufhält.

**Kontext:** Das Thema stellt eine anschauliche Verknüpfung zwischen der Theorie zur Wellenbewegung und einem potenziell lebensbedrohlichen Naturphänomen dar. Es könnte sowohl in Physik als auch in Geographie unterrichtet werden.

**Mögliche Anschlussaktivitäten:**

- Die SuS könnten die Geschwindigkeit der Welle bei unterschiedlichen Wassertiefen berechnen und ein Diagramm zum Zusammenhang Wassertiefe-Geschwindigkeit

## Earthlearningidea

entwerfen (*Es handelt sich um eine nicht-lineare Beziehung*).

- Die Schüler könnten unterschiedliche Küstenverläufe aus Ton modellieren, um diese im Wasserbehälter auf ihre „Tsunami“-Wirkung zu untersuchen.

### Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Tsunamis werden ausgelöst durch Großereignisse wie Erdbeben, Hangrutschungen unter Wasser und Vulkanexplosionen.
- Solche Ereignisse verursachen unterschiedliche Wellentypen – einige bewegen sich durch die Erde als Raumwellen, während andere als Oberflächenwellen entlang der Erdoberfläche wandern. Tsunamis sind ein Typ von Oberflächenwellen.
- Erreicht ein Tsunami flaches Wasser, wird die Basis der Welle durch Reibung verlangsamt. Der Scheitel der Welle überholt die Basis und staut sich dann möglicherweise zu einer „Wasserwand“ auf, die auf die Küste herunterkracht.
- Andere Tsunamis sind weniger dramatisch, führen aber immer noch zu einem gefährlich schnellen Steigen des Wasserspiegels an der Küste.
- Der Tsunami im Indischen Ozean 2004 bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von mehreren hundert Kilometern pro Stunde fort.

### Denken Lernen:

- das entstehende Muster zwischen Wassertiefe und Geschwindigkeit verstehen (Konstruktionsprozess)
- über die Antworten hinaus erklären (Metakognition)
- die Ergebnisse auf reale Situationen übertragen (Transfer)

### Material-Liste:

- ein am Grunde ebener Behälter, idealerweise durchsichtig, z.B. ein Aquarium, eine Regenrinne oder ein aufgeschnittenes Wasserrohr.
- Wasser (möglichst gefärbt)
- ein Block von etwa 50mm Höhe, um ein Gefälle des Wasserbehälters zu erhalten
- Stoppuhr oder Uhr mit Sekundenanzeiger
- ein Zollstock oder ein Lineal
- Ton

### Hilfreiche Links:

Versuchen Sie auch die Earthlearningidea

‘A tsunami through the window – what would you see, what would you feel?’

Ein 11 Jahre altes Mädchen aus England, das im Dezember 2004 in Phuket, Thailand, Urlaub machte, erkannte auf Grund von kurz zuvor erfolgtem Geographieunterricht, dass es sich bei dem „schaumigen Meer“ um ein Anzeichen für einen nahenden Tsunami handelte. Sie schlug Alarm und rettete so viele Leben. Ihre Geschichte ist auf der BBC News website erzählt:

<http://news.bbc.co.uk/1/hi/uk/4229392.stm>

Simulation der Wasserteilchen-Bewegung einer Tsunamiwelle unter:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Tsunami>

**Quelle:** Earth Science Education Unit (2005)

*Sensing the Earth: teaching Key Stage 4 Physics.*

**Übersetzung:** Dirk Felzmann

**Ergänzende Hinweise von Jan Yo Da,**  
National Taiwan Normal University, Department of Earth Sciences, Taiwan

Um die Ausbreitung einer Tsunamiwelle zu verstehen, ist ein Blick sowohl auf sehr großen als auch sehr kleinen Maßstäben nötig:

(1) die potenzielle Energie, die durch eine vertikale Verschiebung sehr großer Wassermassen entsteht, wird in kinetische Energie umgewandelt, die die Tsunamiwelle sich fortbewegen lässt.

(2) Wasserteilchen als Energieüberträger bewegen sich in kreisförmigen Bahnen.

### Vorschläge:

(1) Beginnen Sie mit einer Animation statischer Darstellungsweisen z.B. BBC NEWS Special Reports: The tsunami disaster explained - -

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/4136289.stm>

(2) Demonstrieren Sie den Unterschied zwischen einer Welle und einer Strömung, der nach meiner Erfahrung für SuS alles andere als selbstverständlich ist. Legen Sie ein Blatt auf die Wasseroberfläche, um zu zeigen, dass dieses nur sehr schwach in seiner horizontalen Position beim Durchlauf der Welle verändert wird, sich aber in der Vertikalen deutlich auf und ab bewegt. Strömungen dagegen bewegen Teilchen überwiegend in der Horizontalen.

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe. Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)  
Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)

Eckert.Dossiers Nr. 3

Earth Science Teachers Association  
(Übers. Julia Brinkmann)

**Vom Regen zur Quelle: Wasser unter der Erde.  
Demonstration wie Wasser im Untergrund fließt –  
und wie es genutzt und verschmutzt wird.**

Earth Science Teachers Association. „Vom Regen zur Quelle: Wasser unter der Erde.  
Demonstration wie Wasser im Untergrund fließt – und wie es genutzt und verschmutzt wird.“  
Übers. v. Julia Brinkmann. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v.  
Earthlearningidea Team. Eckert.Dossiers 3 (2011).  
<http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0083>.

**edumeres.net**



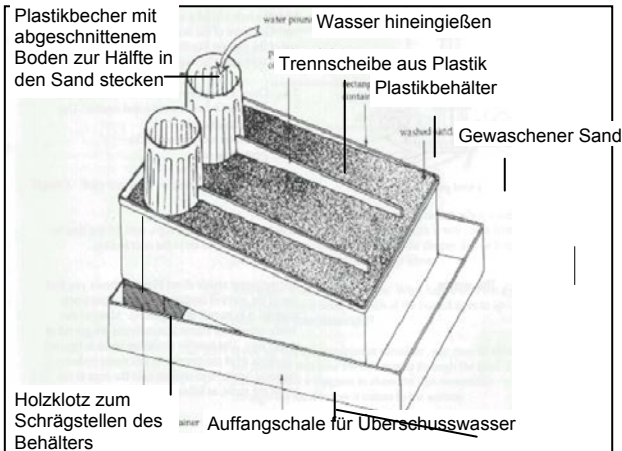
Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

## Vom Regen zur Quelle: Wasser unter der Erde

### Demonstration wie Wasser im Untergrund fließt – und wie es genutzt und verschmutzt wird

#### Wasserfluss im Untergrund

Zeigen Sie wie Regen zu Grundwasser wird, das unter der Erde fließt und dann als Quelle irgendwo herauskommt. Verwenden Sie dafür ein Modell wie dieses:



Gießen Sie beide Becher voll mit Wasser. Gleich darauf kann man an den Seiten des Plastikbehälters beobachten, dass der Sand nass wird und das Wasser „hangabwärts“ fließt. Fragen Sie die SuS, wo das Wasser wohl am ehesten an die Oberfläche kommt, während Sie weiter Wasser in die Becher gießen. Je nach dem wie tief die Becher in den Sand gesteckt wurden, wird das Wasser entweder in der Nähe der Becher oder am unteren Ende des Behälters erscheinen – in jedem Falle aber tritt das Wasser als „Quelle“ zutage (s. Foto). Irgendwann wird das Wasser über die Ränder des Behälters treten und in die Schale darunter fließen.



Eine natürliche Quelle im Death Valley, Kalifornien, USA

Quelle: Earth Science World Image Bank - Foto ID: h4uu4k © Marli Miller, University of Oregon.

#### Wasserbrunnen

Fragen Sie die SuS, wie sie das Wasser aus dem Untergrund heraus bekommen könnten, bevor es die „Quelle“ erreicht. Was könnte man machen? Die Antwort sollte sein: Man könnte irgendwo oberhalb der Quelle einen Brunnen ausgraben oder bohren und das Wasser abpumpen. Sie können das demonstrieren und mit Hilfe eines

Löffels ein kleines Loch „bohren“, das sich sogleich mit Wasser füllen wird.



Ein Schachtbrunnen, der mit Hand betrieben wird, Obelai, Uganda

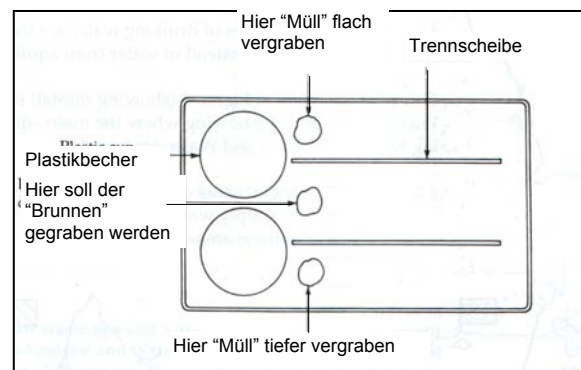
© Teso Development Trust.  
[www.teso.org.uk](http://www.teso.org.uk)  
 45 Sandhurst Avenue,  
 Stourbridge, West Midlands DY9 0XL.

Fragen Sie die SuS, welche Materialien im Modell die folgenden Dinge darstellen:

- Die Hügel
- Der Regen
- Eine Quelle
- Ein Brunnen oder ein Bohrloch

#### Giftmüll

Zeigen Sie, wie Grundwasser durch Abfall verunreinigt werden kann – bauen Sie den Versuch vorher auf (bevor Wasser dazugegeben wird). Vergraben Sie „Müll“ (z.B. mit Tinte vollgesogenes Papier o.ä.) an einer flachen und an einer tieferen Stelle im Modell (s.u.). Informieren Sie die SuS, dass Abfall mit giftigen Chemikalien an zwei Stellen unterschiedlicher Tiefe im Modell vergraben wurde.



Fragen Sie die SuS, aus welcher Stelle (tiefer oder flacher) der Müll wohl als erstes herauskommt und die „Quelle“ verunreinigt. Nachdem sie SuS ihre Vorhersage getroffen haben, sehen sie i.d.R. sehr genau hin, wenn das Wasser zugegeben wird, um nichts zu verpassen. Je nach dem wie der Versuch aufgebaut ist, kann die Verunreinigung von beiden Stellen als erstes erkennbar sein. Der Punkt ist: Egal wie tief der Müll vergraben ist, er kommt immer an die Oberfläche und verursacht dort Verunreinigungen, es sei denn, er ist in dichten Behältern oder undurchlässigem Gestein begraben. (Anmerkung: Sie können den Versuch auch als „Denk-Experiment“ gestalten und vergraben keinen „Müll“. Dann müssen Sie den Sand vor dem nächsten Versuch nicht waschen.)

## Der Hintergrund

**Titel:** Vom Regen zur Quelle: Wasser aus dem Untergrund

**Untertitel:** Demonstration wie Wasser im Untergrund fließt – und wie es genutzt und wie es verschmutzt wird

**Inhalt:** Ein Modellversuch zu Grundwasser, Quellen, Brunnen und zu den Problemen von Giftmüllentsorgung

**Geeignetes Alter der Schüler:** 10 – 18 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 15 min.

**Lernziele:** SuS können anhand des Modellversuchs beschreiben:

- wie Wasser, das als Regen gefallen ist, an anderen Stellen als Quelle zu Tage tritt;
- wie unterirdisches Wasser durch Brunnen angezapft werden kann;
- wie Giftmüll das Grundwasser verunreinigen kann.

**Kontext:** Der Modellversuch demonstriert, dass Grundwasser fließt und wie es fließt und dass in der Erde Grundwasser führende Schichten entstehen (durchlässiges Gestein dient als Wasserspeicher). Im Modell stellt der obere Teil mit den Bechern den Hügel dar; das Wasser, das in die Becher gegossen wird, stellt den Regen dar; das Wasser tritt in einer „Quelle“ zu Tage. Die „Quelle“ befindet sich i.d.R. am unteren Ende des Behälters, wo das nach unten fließende Wasser gegen den undurchlässigen Rand des Behälters stößt und dann an die Oberfläche gedrückt wird – genau so wie bei zahlreichen natürlichen Quellen auch, wo Grundwasser auf undurchlässige Schichten trifft.

Um an das Wasser zu kommen, bevor es an einer Quelle ausströmt, muss man einen Brunnen bauen oder bohren.

Undicht verpackter Giftmüll, der in jedweder Tiefe und/oder in Grundwasser führenden Schichten vergraben wurde, wird immer an irgendeiner Stelle Grundwasser und dessen Zuflüsse verunreinigen.

### Mögliche Anschlussaktivitäten:

Sie können für Ihre Erklärungen auch folgende Earthlearningideas verwenden: *‘Modelling for rocks : what’s hidden inside and why’*, veröffentlicht am 1.12.2007 und *‘The space within: the porosity of rocks’*, veröffentlicht am 30.6.2008.

### Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Regenwasser fließt hangabwärts durch Gesteinsporen in durchlässigem Gestein. Die Poren sind mit einander verbunden.

- Es kommt dort aus dem Gestein heraus, wo die Wasser führenden Gesteinsschichten aus dem Boden austreten oder wo es auf undurchlässiges Gestein stößt und so nach oben gedrückt wird.
- Wasser tritt als Quelle aus Gestein aus oder kommt im Marschland oder in Mooren an die Oberfläche.
- Wasser wird durch das Durchdringen der durchlässigen Gesteinsschichten gefiltert, so dass Grundwasser meistens sauberer ist als Oberflächenwasser. Allerdings kann es trotzdem auf natürliche Art oder durch giftige Abfälle verunreinigt werden.

### Denken Lernen:

- SuS erkennen, dass Wasser nach einem bestimmten Muster fließt (Konstruktion)
- Vorherzusagen, wo Quellen entspringen und wo Verunreinigungen nach draußen kommen, erzeugt einen kognitiven Konflikt.
- Diskussionen über ihre Vorhersagen erfordern Metakognition.
- Die Übertragung des Modellversuchs auf die Natur erfordert Transfervermögen.

### Material-Liste:

- Rechteckiger Plastikbehälter (z.B. 30 cm x 20 cm), vorzugsweise durchsichtig – kleinere oder größere Behälter können auch verwendet werden
- Plastikschaale für das Überlaufwasser
- Ausreichend gewaschener Sand zum Befüllen des rechteckigen Behälters fast bis zur oberen Kante
- Zwei Plastikbecher, Boden abgeschnitten
- Holzklötz zum Emporheben des Behälters
- Zwei Trennscheiben aus Plastik (können z.B. aus einem Plastikdeckel geschnitten werden)
- Wasser in einem zweiten Behälter
- Löffel, um Brunnen zu „bohren“ oder „Müll“ zu vergraben
- „Müll“ – Papier (z.B. Küchenpapier), das in Tinte, Kaffee, Tee o.ä. getaucht wurde (Anmerkung: Wenn Sie den Versuch mit „Müll“ machen, müssen Sie den Sand vor dem nächsten Gebrauch/Versuch waschen.)

**Hilfreiche Links:** Einen etwas komplizierteren Modellversuch finden Sie auf:

<http://www.beg.utexas.edu/education/aquitank/tank01.htm>

**Quelle:** Earth Science Teachers Association (1992) *Science of the Earth 11 – 14, Water overground and underground: WG2 Out of sight- out of mind?* GeoSupplies, Sheffield.

**Übersetzung:** Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann

## Earthlearningidea

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe.

Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)  
Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)

Eckert.Dossiers Nr. 3

Earth Science Education Unit  
(Übers. Walter Lükenga)

**„Wasser, Wasser überall,  
aber kein Tropfen zum Trinken“  
Untersuchung, wie man sauberes Wasser aus  
verschmutztem „Teich“-Wasser gewinnt.**

Earth Science Education Unit. „Wasser, Wasser überall, aber kein Tropfen zum Trinken.“  
Untersuchung, wie man sauberes Wasser aus verschmutztem 'Teich'-Wasser gewinnt.“ Übers.  
v. Walter Lükenga. In *Earth Learning Ideas - Unterrichtseinheiten*, hg. v. Earthlearningidea  
Team. Eckert.Dossiers 3 (2011). <http://www.edumeres.net/urn/urn:nbn:de:0220-2011-0021-0140>.

**edumeres.net**



Diese Publikation wurde veröffentlicht unter der creative-commons-Lizenz:  
Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0);  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

**„Wasser, Wasser überall, aber kein Tropfen zum Trinken“  
 (“Water, water everywhere but not a drop to drink”)\***

**Untersuchung, wie man sauberes Wasser aus verschmutztem „Teich“-Wasser gewinnt**

Rund 72% der Erdoberfläche ist von Wasser bedeckt. Das meiste davon befindet sich in den Ozeanen; aber nur 1% davon ist nutzbar für Menschen und Landtiere. Die Beschaffung von sauberem Trinkwasser stellt in vielen Ländern der Erde ein Problem dar.

Können Ihre Schüler verschmutztes Wasser aus einem „Teich“ in genügender Menge reinigen, um es zu trinken und damit zu überleben?

**Bitten Sie die Schüler/Schülerinnen (SuS):**

- aus verschmutztem „Teich“-Wasser, das ihnen gegeben wird, das sauberste Wasser zu gewinnen;  
*Weil mit der Benutzung von echtem „Teich“-Wasser Gesundheits- und Hygieneprobleme verbunden sind, ist es am besten, Wasser zu benutzen, das mit zerbröselten Teebeuteln, Farben, pulverisiertem Ton, Gras oder Laubabfall oder ähnlichem „verunreinigt“ wurde. (Falls echtes Teichwasser verwendet wird, stellen Sie sicher, dass alle SuS Gummihandschuhe tragen).*
- in kleinen Gruppen zu überlegen, wie sie das verschmutzte „Teich“-Wasser reinigen wollen;
- zu planen, in welcher Reihenfolge sie die notwendigen Reinigungsschritte durchführen wollen und welche Geräte/Ausrüstung sie dazu benötigen könnten;
- dem Lehrer eine Liste aller benötigten Geräte/Ausrüstung zu geben (Die SuS können die Liste nicht mehr erweitern, nachdem sie sich entschieden haben). Leistungsschwächeren Schü-

lern können einige Anhaltspunkte gegeben werden, falls sie sich nicht entscheiden können.

- die Wasserreinigung nur mit den Geräten/Ausrüstung durchzuführen, die sie angefordert haben. Die SuS haben 20 Min. Zeit, die besten Ergebnisse zu erzielen.

Am Ende der Untersuchung werden die Ergebnisse mit den Aufklebern der verschiedenen Gruppen in einer Reihe aufgestellt. Verteilen Sie Belohnungspunkte entsprechend der Reinheit des Wassers.

Dann bitten Sie die SuS, ihre Schlussfolgerungen zu ziehen. Ist das gereinigte „Teich“-Wasser geeignet zum Trinken?



Reinigung von „Teich“-Wasser. Photo: Peter Kennett

---

**Der Hintergrund**

**Titel:** „Wasser, Wasser überall, aber kein Tropfen zum Trinken“

\*Das Zitat „Water, water everywhere nor any drop to drink“ stammt aus „The Rime of the Ancient Mariner“ von Samuel Taylor Coleridge, 1797-98

**Untertitel:** Untersuchung, wie man sauberes Wasser aus verschmutztem „Teich“-Wasser gewinnt

**Inhalt:** Diese Aktivität kann in jedem Unterricht eingesetzt werden, in dem es um die Wasserversorgung geht. Menschen waren immer in der Verlegenheit, sauberes Wasser zum Trinken zu finden. Es ist ein unerlässlicher Faktor zum Leben.

**Geeignetes Alter der Schüler:** 10 – 16 Jahre

**Zeitbedarf für die gesamte Aktivität:** 45 Min.

**Lernziele:** Die SuS können

- eine komplette Untersuchung planen, durchführen und evaluieren;
- eine Liste der für ihre Untersuchung notwendigen Geräte/Ausrüstung zusammenstellen;
- verschmutztes „Teich“-Wasser reinigen, indem sie es durch einen Filter und/oder Sand filtern;
- erkennen, dass gereinigtes „Teich“-Wasser eine weitere Aufbereitung erfordert, bevor es zum Trinken geeignet ist;
- die weitere Behandlung vorschlagen, die notwendig sein könnte.

**Kontext:**

- Die SuS entscheiden sich gewöhnlich dafür, das Teichwasser zuerst durch Siebe oder Netze laufen zu lassen, um schwimmendes Material zu entfernen. Bitten Sie die SuS, eine Liste der entfernten Materialien zu erstellen.

## Earthlearningidea

- Als nächstes filtern die SuS gewöhnlich das Teichwasser durch Papierfilter.
- Einige SuS werden das Wasser dann durch Sand filtern wollen.
- Als Schlussfolgerung sollen die SuS feststellen, dass das gereinigte Teichwasser noch NICHT zum Trinken geeignet ist. Es ist noch nicht auf seine Inhaltsstoffe untersucht worden und müsste noch gründlicher gereinigt werden, um gelöste Schadstoffe und Bakterien zu entfernen.

Am Schluss der Untersuchung sollten die SuS wissen, dass verschmutztes Teichwasser noch folgende Stoffe enthalten könnte:

- Suspendierte Feststoffe, wie zersetzte Pflanzenreste, Abfall und Schlamm;
- Gelöste Schadstoffe (diese können im Klassenraum nicht entfernt werden);
- Unsichtbare Inhaltsstoffe wie Bakterien – stellen Sie heraus, dass „natürliches“ Teichwasser Bakterien enthalten würde.

Wenn Ihre SuS dazu in der Lage sind, können Sie mit ihnen diskutieren, wie man die Bakterien entfernen könnte.

Folgende Möglichkeiten sind denkbar:

- Destillation;
- Zusatz von Chemikalien wie Wasserentkeimungstabletten oder Chlor (wie es zuweilen im Wasserwerk eingesetzt wird);
- Einsatz von UV-Bestrahlung.

Erklären Sie, dass unser Trinkwasser sorgfältig gefiltert wird, um es sicher zum Trinken zu machen. Wasser, das durch Gesteinsschichten wie Sandstein läuft, hat oft eine sehr gute Qualität als Trinkwasser. Wasser kann auch durch den Einsatz von Holzkohle und (in der Vergangenheit) durch Stroh gereinigt werden.

### Mögliche Anschlussaktivitäten:

- Stellen Sie einen Filter her, indem Sie lagenweise Holzkohle und Stroh in einen Blumentopf füllen und diesen Filter testen;
- Besuchen Sie ein Wasserwerk. Viele haben ein Besucherzentrum;
- Schauen Sie bei den Etiketten von Wasserflaschen auf die Herkunftsbezeichnung;
- Die SuS könnten weiterhin untersuchen, wie ihr gereinigtes „Teich“-Wasser in Trinkwasser umgewandelt werden kann;
- Diskutieren Sie, wie Meerwasser in Entsalzungsanlagen in Süßwasser/Trinkwasser umgewandelt werden kann.

### Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Wasser muss gefiltert oder behandelt werden, um es zum Trinken sicher zu machen;
- Wasser, das durch Gesteinsschichten gesichert ist, weist gewöhnlich eine gute Trinkwasserqualität auf;
- „Teich“-Wasser (echtes oder künstlich hergestelltes) enthält suspendierte Feststoffe, gelöste Schadstoffe und unsichtbare Bestandteile wie Bakterien;
- Nur 1% der Weltwasservorräte ist geeignet für Menschen und Landtiere;
- Ein Fünftel der Weltbevölkerung hat keinen Zugang zu genügend sauberem Trinkwasser;
- Verunreinigtes Trinkwasser ist weltweit die Hauptursache für Krankheiten.

### Denken Lernen:

- Die Durchführung der verschiedenen Untersuchungsschritte führt dazu, ein Schema zu entwickeln;
- Versuch und Irrtum bei der Wasserreinigung führt zu einem kognitiven Konflikt;
- Die Diskussion der Untersuchungsmethoden führt zu Erkenntnissen auf der Meta-Ebene;
- Die Erkenntnisse bei der Reinigung von „Teich“-Wasser führen zu einem Verständnis der Reinigungsschritte, die in einem Wasserwerk durchgeführt werden, um Trinkwasser zu erhalten.

### Material-Liste:

Für jede Gruppe:

- 2 x 1 Liter Behälter – um das „Teich“-Wasser von „vorher“ und „nachher“ für jede Gruppe aufzubewahren;
- 1 Trichter (dazu können abgeschnittene Hälse von Plastikflaschen verwendet werden);
- Filterpapier;
- Musseline oder ein feinmaschiges Tuch;
- Gewaschener Quarzsand;
- Absorbierende Tücher;
- Sieb;
- Netz oder Käscher;
- Plastikbehälter verschiedener Größe;

Nur einmal:

- Eimer für verschmutztes „Teich“-Wasser;
- Zerbröselte Teebeutel, wasserlösliche Farben; Gras und Laubabfall;
- Pulverisierter Ton (wird hergestellt, indem man Ton trocknet und dann (evtl. im Mörser) zerreibt).

## Earthlearningidea

### Hilfreiche Links:

Earthlearningidea - Water cycle 'thought experiment'  
'Space survival: how we could survive a year in a dome'  
[www.earthlearningidea.com/English/Earth\\_as\\_a\\_System.html](http://www.earthlearningidea.com/English/Earth_as_a_System.html)  
[www.primaryschool.com.au/environmentresults.php?strand=Water Quality and Management&grade=56](http://www.primaryschool.com.au/environmentresults.php?strand=Water+Quality+and+Management&grade=56)

### Quelle:

ESEU Primary Earth Science Workshops '*How the Earth Works in Your Classroom*', from a wide variety of sources, collated by Niki Whitburn.  
<http://www.earthscienceeducation.com>

### Übersetzung:

Dr. Walter Lükenga

© **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 oder 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 Earthlearningidea-Team zwecks weiterer Hilfe. Kontakt zum Earthlearningidea-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)  
Zu Fragen bezüglich der deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@didageo.uni-hannover.de](mailto:felzmann@didageo.uni-hannover.de)