

Vulkan im Labor

Modellierung magmatischer Prozesse in Wachs und Sand

Bereiten Sie ein 500 ml Becherglas wie im unten beschriebenen Abschnitt „Materialien“ vor und platzieren Sie es auf einem Dreibeinstativ. Nun ist alles bereit und Sie können den Bunsenbrenner anzünden. Bevor der Bunsenbrenner angezündet wird, fragen Sie die Klasse nach ihren Erwartungen und Vermutungen: „Was passiert, wenn man den Inhalt des Becherglases erhitzt?“. Wenn die Schülerinnen und Schüler Anregungen benötigen, so können Sie folgende Fragen stellen:

- **Was wird zuerst schmelzen – das Wachs oder der Sand?** (Das Wachs)
- **Was wird mit dem Wachs passieren, sobald es geschmolzen ist?** (Es wird aufsteigen)
- **Warum wird es aufsteigen?** (Geschmolzenes Wachs hat eine geringere Dichte als Wasser)
- **Wird das geschmolzene Wachs an die Wasseroberfläche aufsteigen?** (Ja, generell verteilt sich ein Teil des Wachses in Form eines Bogens an der Wasseroberfläche)
- **Wird sich ein Teil des geschmolzenen Wachses im Wasser absetzen?** (Ja, besonders wenn das Wasser zuvor gekühlt war)
- **Wird sich das geschmolzene Wachs am Rand des Becherglases absetzen?** (Nein, das Becherglas ist zu beschränkt und das Wachs zu schwimmfähig).

Nun erhitzen Sie das Becherglas und bitten die Schülerinnen und Schüler das Ganze sorgsam, mit Sicherheitsabstand oder hinter einem Schutzschild, zu beobachten. Manchmal braucht es nur ein bisschen, bis das Wachs plötzlich „ausbricht“. **Fragen Sie die Klasse, wie es sein**

kann, dass das geschmolzene Wachs den ganzen Weg bis an die Wasseroberfläche schafft, auch wenn das Wasser, in dem sich das Wachs befindet, rundherum kalt ist? (Im Wasser formt sich meist ein Rohr aus Wachs, in welchem das restliche Wachs aufsteigt, da es effektiv vom Wasser rundherum isoliert wird).

(Entfernen Sie den Bunsenbrenner, während noch ein wenig Wachs auf dem Boden des Becherglases ist).



Abb.1: Der Wachs vulkan in Aktion – in diesem Beispiel wird der oberflächliche „Lavaström“ von drei Zuleitungen gespeist, wobei sich „Intrusionen“ in der Nähe ihrer Basen aufbauen - aber alle Ausbrüche sind unterschiedlich. (Photo: Peter Kennett)

Der Hintergrund:

Inhalt: Modellierung des Aufstiegs von „Magma“ durch die „Kruste“. Beobachtungen, wie ein Teil des „Magmas“ auf der (Wasser-)Oberfläche ausbrechen kann, was einen Lavaström darstellt, während ein anderer Teil in der Wassermasse aushärtet und so eine magmatische Intrusion darstellt.

- Lernziele:** Die Schülerinnen und Schüler
- nennen Hypothesen, die auf ihren bisherigen Erfahrungen mit erhitzten Materialien basieren;
 - beurteilen und diskutieren ihre detaillierten Hypothesen;

- beobachten eine Abfolge von Ereignissen und erklären das Ergebnis;
- beschreiben, wie sich das Modell auf die Realität bezieht;
- erklären, wie Magma die Oberfläche erreichen kann und so Vulkanausbrüche erzeugen kann oder wie das Magma unter der Oberfläche erstarren kann und so Intrusionen bilden kann.

GEEIGNETES ALTER DER SCHÜLER:
12 - 18 Jahre

ZEITBEDARF :
10 Minuten für die Durchführung, plus ca. 15 Min. um das Becherglas herzurichten

Kontext: Das Experiment kann in den Naturwissenschaften und dem Geographieunterricht durchgeführt werden, um die Prinzipien der magmatischen Aktivität sowohl auf der Erdoberfläche, als auch im Erdinneren darzustellen.

Mögliche Anschlussaktivitäten: Diskutieren Sie die Übertragbarkeit des Modells auf die reale Welt, z.B.:

- Der Sand und das Wasser stellen Schichten der Erdkruste dar.
- Das Wachs stellt den oberen Mantel dar, der normalerweise fest ist, aber lokal an einer Stelle geschmolzen sein kann.
- So wie das Wachs aufgrund seiner im Vergleich zu seiner Umgebung niedrigeren Dichte aufsteigt, so kann Magma aufsteigen, in die Erdkruste eindringen oder an der Erdoberfläche ausbrechen und so Lavaströme bilden
- Wachs, das die Oberfläche erreicht, ist sehr beweglich und breitet sich als eine große Platte aus, welche auch die weitverbreiteten „Plateau-Lavas“ bzw. Lavadecken simuliert. Beispiele für solche Lavadecken befinden sich auf Island oder auf der Antrim-Hochebene in Nordirland. Hier brachen große Mengen an Lava nicht aus Vulkanen aus, sondern die Lava trat aus Spalten und Rissen empor
- Solche Spalten und Risse kommen vor und isolieren das aufsteigende Magma effektiv von der kälteren Umgebung, so wie im Becherglas (Experiment)
- Die Formen des verfestigten Wachses im Wasser ähneln realen magmatischen Intrusionen. Diese Intrusionen kann man den Schülerinnen und Schülern veranschaulichen, indem man die Lava (Wachs) nach dem Erstarren anhebt und ein wenig von dem Wasser abgießt, um so eine Erosion in der echten Welt zu simulieren.
- Die Schülerinnen und Schüler können herausgefordert werden, indem sie darüber nachdenken sollen, inwieweit das Modell nicht die reale Welt repräsentiert (In Wirklichkeit würden sich die Oberflächen-Lavas wegen der niedrigeren Umgebungstemperaturen an der Oberfläche viel schneller verfestigen als die aufdringenden Massen. Die echten Gesteine erstarren nicht nur wie das Wachs, wenn sie erkalten, sondern sie kristallisieren meist auch. Die Verwendung von Wasser zur Darstellung von Gesteinsschichten kann für einige Schülerinnen und Schüler ein schwieriges Konzept darstellen. Leider gibt es aber keine andere Möglichkeit, die Prozesse sichtbar zu machen).
- Das Modell kann mit der Theorie der Plattentektonik in Beziehung gesetzt werden.

Grundlegende fachliche

Prinzipien:

Die grundlegenden fachlichen Prinzipien werden meist im obigen Text schon genannt. Einige Schülerinnen und Schüler (und Lehrer!) kämpfen mit der Vorstellung, dass der Mantel fest ist und doch Bewegungen der Platten zulässt. Gleichzeitig ist der Mantel die Quelle vieler Magmen. Seismische Untersuchungen belegen, dass der Mantel mindestens zu 95% fest ist, wobei der flüssige Anteil als interstitielle Flüssigkeit zwischen den Körnern des Gesteins in der Schicht existiert, die als Asthenosphäre bekannt ist. An den Stellen, an denen der Mantel teilweise aufschmilzt, entstehen lokale Magmakammern, die selten mehr als ein paar Kilometer breit sind. Es ist auch möglich, dass die Gesteine der unteren Kruste teilweise zu Magma schmelzen.

Die Gründe, weshalb Magma an manchen Stellen die Oberfläche erreicht und an anderen nicht, ist komplex und meistens von der Temperatur des Magmas und der Menge an gelöstem Wasser abhängig. Ein heißeres „trockeneres“ Magma erreicht die Erdoberfläche leichter, als ein kühleres „nasser“ Magma.

Denken Lernen:

- Vorhersagen über das Ergebnis der Erwärmung des Wachses beinhaltet Konstruktion.
- Erklärungen, warum die Vorhersagen der Schülerinnen und Schüler nicht immer richtig sind, führen zu einem kognitiven Konflikt.
- Diskussion über die Ergebnisse der einzelnen Gruppen beansprucht die Metakognition.
- Die Verknüpfung des Modells mit der realen Welt erfordert Transfer.

MATERIALLISTE:

- ein 500 ml Becherglas
- farbiges Kerzenwachs
- gewaschener Sand
- kaltes Wasser (am besten in einem Kühlschrank gekühlt)
- ein Bunsenbrenner oder ein Campingkocher
- Stativ
- Gas bzw. Gasversorgung
- hitzebeständige Matte
- Streichhölzer
- Schutzbrille oder Sicherheitsschirm

Anmerkung: Obwohl eine „Wachseruption“ eine gefährliche Aktivität zu sein scheint, hat die Erfahrung gezeigt, dass das Schlimmste, was passieren kann, das Springen bzw. Brechen des Becherglases ist, wenn es zu stark erhitzt wird.

Das Modell sollte vor dem Unterricht vorbereitet werden. Lassen Sie das geschmolzene Wachs ca. 1 cm dick in das Becherglas fließen und anschließend fest werden. Füllen Sie nun das Becherglas mit dem gewaschenen Sand ca. 1 cm dick auf. Anschließend füllen Sie das Becherglas mit Wasser auf, bis es ca. dreiviertel voll ist. Nach dem Hinzufügen des Wassers, stellen Sie sicher, dass der Sand eine gleichmäßige Dicke hat. Um einige magmatische Intrusionen zu garantieren, können Sie das Modell in einem Kühlschrank vor dem Unterricht kühlen.

Hilfreiche Links: Ein ähnlicher Versuch findet sich auf der CD „System Erde“ des Instituts für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN). Erläuterndes Material hierzu findet sich auf: ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/SystemErde/05_Begleittext_oL.pdf

Quelle: Basierend auf dem Workshop “The Earth and plate tectonics”, Earth Science Education Unit (ESEU), © The Earth Science Education Unit: <http://www.earthscienceeducation.com/> licensed under an Attribution-

Noncommercial-Share Alike 3.0 Unported Creative Commons licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Dieser Versuch wurde ursprünglich von Mike Tuke entwickelt und in seiner Earth Science Activities and Demonstrations (1991) von John Murray veröffentlicht.

Übersetzung: Julie Karasch (Lehramtsstudentin PH Ludwigsburg)



1: Das Aufstellen, vor dem Erhitzen



2: Das geschmolzene Wachs beginnt zu steigen (Photo: Peter Kennett)



3. Ein „Wachsrohr“ bahnt sich den Weg an die Oberfläche



4: und 5. mehr „Wachsrohre“ entwickeln sich und „Intrusionen“ bilden sich als Wachsets im kalten Wasser



6. Die geologische Signifikanz der Aktivität

Der Wachsulkan in Aktion
(Fotos: Peter Kennett)



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

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

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

Kontakt zum Earth-Learning-Team: info@earthlearningidea.com

Zu **Fragen** bezüglich der **deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: felzmann@uni-landau.de**