

Erdwärme - Simulation geothermischer Energie

Modellierung geothermischer Energiequellen – erneuerbar oder nicht?

Fügen Sie Wasser zu einem beheizten, kiesgefüllten Überlaufgefäß hinzu, um drei Arten von geothermischen Energiequellen zu modellieren, wie folgt:

Füllen Sie das Überlaufgefäß mit grobem durchlässigem Kies. Stecken Sie die Plexiglas-Röhre in den Kies, bis sie fast den Boden erreicht (siehe Abbildung). Heizen Sie diesen Aufbau anschließend in einem Ofen oder auf einer heißen Platte auf (z.B. auf 100°C). Achten Sie hier auf Sicherheit, da die Kanne heiß ist. Sobald der Aufbau erhitzt ist führen Sie ein Thermometer zur Oberseite des Kieses und halten einen Behälter, ebenfalls mit Thermometer, bereit, um überfließendes Wasser aufzufangen und seine Temperatur zu messen.

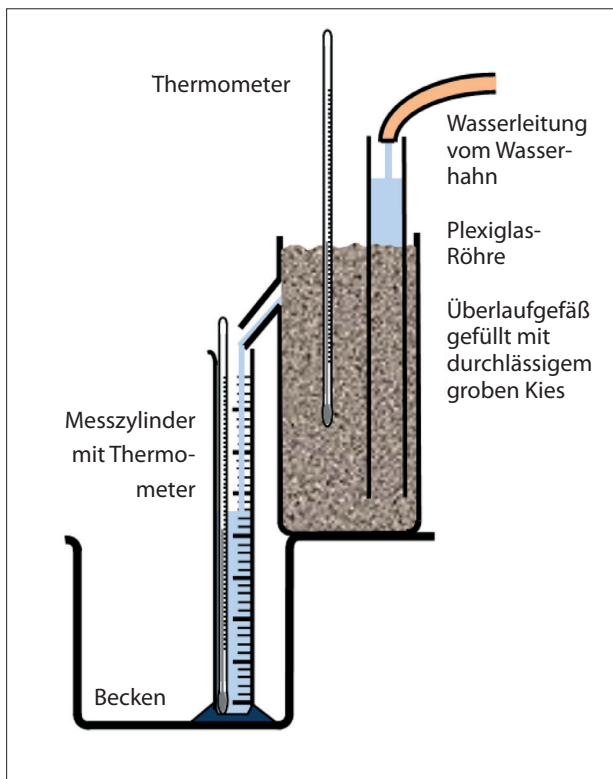


Abb 1: Versuchsaufbau

Anschließend verwenden Sie den Aufbau, um folgende geothermische Energiequellen zu modellieren:

- **„hot dry rocks“:** Modellieren Sie dies, indem Sie dem Plexiglas-Rohr ständig Wasser hinzufügen und den Überlauf auffangen. Überwachen Sie währenddessen die Temperatur des Kieses und des Überlaufwassers. „Hot dry rocks“ sind Felsen wie Granit, die sich über Jahrmillionen des Zerfalls der in ihnen enthaltenen radioaktiven Mineralien erwärmt haben. Die Wärme kann durch das Bohren zweier

Bohrlöcher in den Granit extrahiert werden. Hierbei müssen die Bohrlöcher durch Risse verbunden sein, damit Wasser durch das System gepumpt werden kann.

- **„hot wet rocks“:** Simulieren Sie dies wie oben beschrieben, aber füllen Sie das heiße Überlaufgefäß zunächst mit Wasser bis sie gerade überläuft und lassen Sie diese dann für einige Zeit (z.B. 5 Minuten) stehen. Dies veranschaulicht, wie Wasser, das in tiefen durchlässigen Gesteinen (Aquifer) eingeschlossen ist, welche durch dicke darüberliegende Gesteinsschichten isoliert werden, geothermische Wärme ansammeln kann. Entnehmen Sie die Wärme durch Zugabe von Wasser in die Plexiglas-Röhre, wie oben beschrieben, und überwachen Sie die Temperaturen des Kieses und des Überlaufwassers.
- **„Hydrothermale Energie“:** Um diese Energiequelle zu modellieren stellen Sie das Überlaufgefäß auf eine Heizplatte und wiederholen Sie den Ablauf. Hydrothermale Energie wird an Stellen gewonnen, an denen sich eine geothermische Wärmequelle naher der Erdoberfläche befindet. Dies kommt beispielsweise in Ländern wie Island, Italien, Japan, Neuseeland und im Yellowstone Gebiet der USA vor. Entnehmen Sie Wärme aus dem Modell, indem Sie wie oben beschrieben Wasser in das Plexiglas-Rohr laufen lassen.

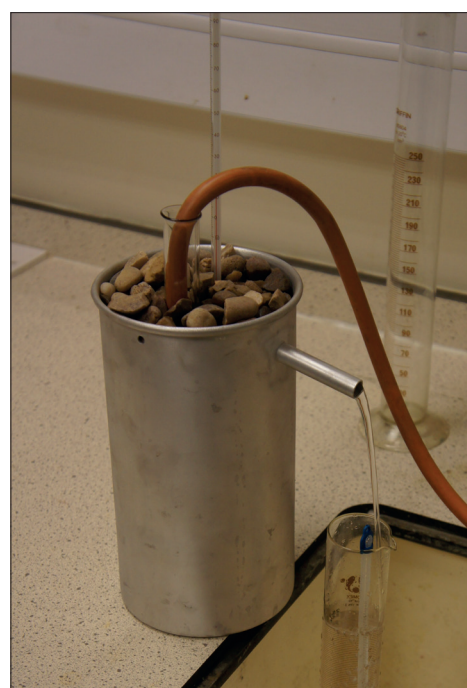


Abb 2: Das Modell der geothermischen Energie "in Aktion" (Foto: Chris King)

- Verwenden Sie die aus den Simulationen gewonnenen Erkenntnisse, um zu diskutieren, welche der geothermischen Energiequellen erneuerbar sind.

Alternativ können Sie auch nur eines dieser Modelle ausführen und anhand der Ergebnisse überlegen, wie

die anderen beiden Modelle funktionieren könnten.

Diskutieren Sie abschließend die in vielen wissenschaftlichen Lehrbüchern enthaltene Aussage, dass „Geothermische Energie“ erneuerbar sei.

Der Hintergrund:

Inhalt:

Ein mit Kies gefülltes Überlaufgefäß kann zur Modellierung verschiedener Erdwärmequellen verwendet werden.

Lernziele:

Schüler können:

- Verschiedene Situationen beschreiben, in denen geothermische Energie aus Gesteinen gewonnen werden kann
- Erklären, wie ein Überlaufgefäß gefüllt mit heißem Kies zur Modellierung dieser Formen verwendet werden kann
- Erörtern, ob diese Formen der Erdwärme als erneuerbar gelten

Kontext:

Die verschiedenen Situationen veranschaulichen, dass:

- die geothermische Energie des „**hot dry rocks**“-**Verfahrens** nicht erneuerbar ist, da die Temperatur des Kieses ständig abfällt, indem die Wärme durch das überfließende Wasser entzogen wird. Dies hat zur Folge, dass das überfließende Wasser ebenfalls mit der Zeit an Wärme verliert. Das Absinken der Temperatur liegt daran, dass die Wärme viel schneller entzogen wird, als dass sie durch radioaktiven Zerfall im Gestein erzeugt werden kann.
- die geothermische Energie des „**hot wet rocks**“-**Systems** nicht erneuerbar ist, da sie „fossile Wärme“, die sich über jüngere geologische Zeit angesammelt hat, schneller entzieht, als dass diese sich regenerieren kann.
- „**hydrothermale Energie**“ erneuerbar gewonnen werden kann, wenn die Wärme langsamer abgeführt wird, als sie von der unterhalb liegenden Wärmequelle nachkommen kann. Die meisten hydrothermalen Kraftwerke entziehen die Wärme jedoch schneller als sie nachkommen kann, sodass sie nur eine begrenzte Lebensdauer haben und schließlich schließen müssen. In diesen Fällen wird die Wärme zu nicht erneuerbaren Konditionen entzogen.

Hinweis: Sie können die erste Demonstration durchführen, indem Sie lediglich vorgeben, das Überlaufgefäß sei bereits erhitzt worden, indem Sie es berühren und so tun, als hätten sie sich die Finger verbrannt. Ganze

Klassen können so überzeugt werden.

Eine vierte Energiequelle, die manchmal als „geothermisch“ bezeichnet wird, sind Erdwärmepumpen, bei denen Wärme von Wasser aus einer unterirdischen oder oberirdischen Quelle entzogen wird um Gebäude zu wärmen. Da jedoch etwa 98% der Energie in diesen Systemen aus der solaren Erwärmung der Erdoberfläche stammt und nur etwa 2% echte geothermische Energie aus der Erde ist, ist dies keine geothermische Energie im oben beschriebenen Sinne. Es existieren auch Luftquellen-Wärmepumpen, bei denen Wärme aus der Luft und nicht aus dem Boden entnommen wird.

Mögliche Anschlussaktivitäten:

Fordern Sie die Schüler dazu auf zu untersuchen, wie „Erdwärmepumpen“ funktionieren und ob diese Energiequelle als „erneuerbar“ bezeichnet werden kann. Sie kann als erneuerbar bezeichnet werden, da die Wärme nur so schnell extrahiert werden kann, wie sie sich ansammelt.

Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Die Erde erzeugt Wärme, genannt Erdwärme.
- Die Erdwärme wird durch radioaktiven Zerfall in den Gesteinen der Erde erzeugt (ein Teil ist ursprüngliche Wärme aus der Erdentstehung)
- Die Erdwärme strömt an die Oberfläche und kann durch die drei oben beschriebenen Formen von Geothermiekraftwerken genutzt werden.
- Diese Energie ist normalerweise nicht erneuerbar, da die Wärme in der Regel schneller entzogen wird, als sie sich ansammelt.

MATERIALLISTE:

- Ein großes Überlaufgefäß
- Durchlässiger, grober Kies um das Überlaufgefäß über seinen Auslauf zu füllen
- Ein Rohr aus Plexiglas, das lang genug ist um fast zum Boden des Kie-ses zu reichen und oben ein wenig raus steht
- Ein Ofen oder eine Heizplatte (eine Heizplatte wird für die „hydrothermale Energiesimulation“ benötigt)
- Hitzebeständige Handschuhe um den heißen Behälter zu bewegen
- Ein Thermometer, das im Kies steckt (Anzeige mit mehr als 100°C falls Kanne mit Überlauf so hoch erhitzt wird)
- Ein Behälter zum Auffangen des Überlaufs (z.B. mehrere Messzylinder)
- Ein Thermometer in den Überlaufbehältern
- Ein Waschbecken oder Becken
- Eine Quelle mit fließendem Wasser

**Denken lernen:**

Nachdem ein Durchgang ausgeführt wurde, werden die Schüler gefragt, wie sich der Aufbau unter den beiden anderen Umständen verhalten könnte. Hierbei erstellen sie eine mentale Konstruktion eines Modells und wenden diese auf die anderen Modelle an, was zu einem kognitiven Konflikt führt. Die Diskussion über die Modelle und ihre Verbindung zur Realität beinhaltet Metakognition. Die Verknüpfung jedes Modells mit seiner „realen Welt“ beinhaltet Transferleistungen.

Quelle:

Das Modell wurde von Adrian Cook in der Earth Science Teachers' Association's „Science of the Earth“, „Rock Power! – geothermal energy resources“ (1991) beschrieben

und von Geo Supplies, Sheffield, veröffentlicht. Es basiert auf einer Aktivität, die ursprünglich von James Bradbury (1986), veröffentlicht von Blackwell, beschrieben wurde, der die Erlaubnis für seine Verwendung erteilte.

Übersetzung:

Marius Neumann

GEEIGNETES ALTER DER SCHÜLER:

14- 19 Jahre

ZEITBEDARF:

ca. 15 Minuten pro Durchlauf

©**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**