

# KLIMA GEOTHERMIE & ERDWÄRME



Mit **Geothermie** bezeichnet man die Wärme aus dem Erdinneren ab einer Tiefe von drei Metern.

Mit **Erdwärme** hingegen meint man die im Erdreich gespeicherte Sonnenenergie, die von der Sonneneinstrahlung abhängig ist. Sie definiert sich von der Erdoberfläche bis in drei Meter Tiefe. Sie ist eine Form der so genannten Umgebungs- oder Umweltwärme, die ebenso die in Luft oder in stehenden Gewässern gespeicherte Sonnenenergie umfasst.

An geologischen Störungen der Erdkruste lassen aktive Vulkane und Geysire das geothermische Potenzial im Inneren unseres Planeten erahnen. In Österreich wird Thermalwasser und die in bis zu 100 Meter und tiefer gespeicherte Geothermie genutzt.



Geysire zählen zu beeindruckenden Naturschauspielen. Auf Island werden diese auch touristisch und energetisch genutzt.

## THERMALWASSER

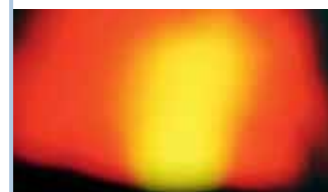
Der Untergrund wird vorwiegend durch natürliche, radioaktive Zerfallsprozesse erwärmt, im Durchschnitt um 3°C pro 100 Meter. In Vulkangebieten werden schneller höhere Untergrundtemperaturen gemessen und in Form von Thermalquellen, Geysiren für (Heil)Bäder oder zu Heizzwecken genutzt. Generell ist eine wirtschaftliche Nutzung ab einer Schüttung von 30 m<sup>3</sup> pro Stunde mit mindestens 100°C möglich. Die Therme Bad Waltersdorf in der Steiermark erreicht zwar „nur“ 61°C, dafür jedoch 61 m<sup>3</sup> Schüttung in der Stunde. Das Thermalwasser aus 1400 m Tiefe beheizt Tourismuseinrichtungen mit rund 1000 Gästebetten, zwei Schulen und das Thermalbad mit Therapiezentrum. Mit den verbleibenden 55°C wird Warmwasser mitproduziert, und die Zuluft des Lüftungssystems der Therme vorgewärmt bzw. vorgekühlt. Erst danach wird das Thermalwasser im Thermalbad genutzt. Bevor das Thermalwasser laut gesetzlicher Vorschrift wieder in die ursprünglichen geologischen Schichten zurückgeführt wird, erfolgt noch die Beheizung der Gemeindegärtnerei.

## HOT-DRY-ROCK VERFAHREN

Um nicht nur heißes (Thermal)Wasser „anzuzapfen“, sondern auch die Wärme von heißem, trockenem Granit im Erdinneren, hat man in den 1970ern in den USA einen „natürlichen“ Durchlauferhitzer im Boden entwickelt. Dazu benötigt man zwei Bohrungen, welche nach heutigem Wissensstand rund einen Kilometer Abstand haben. Mit Bohrloch I wird kaltes Wasser in das Gestein in der Tiefe gepresst, wodurch Haarrisse auf mm erweitert bzw. Gestein zertrümmert wird. Beim Durchströmen des Wassers durch die heiße Gesteinsschicht erwärmt sich dieses



Vulkankrater faszinieren die Menschen – viele aktive wie inaktive Vulkane sind heute beliebte Ausflugsziele.



Wärme aus der Erde lässt sich nutzen.



Auch Thermalbäder nutzen Geothermie. Bereits die Römer wussten diese Energie zu nutzen und sind bis heute für ihre Badekultur bekannt.



und steigt über Bohrloch 2 (Steigrohr) an die Oberfläche. Solche Anlagen können 20 bis 30 Jahre in Betrieb bleiben, danach muss um einige Kilometer weitergerückt werden.

**ZUSAMMENFASSUNG:** Das Erdinnere verfügt über ein unerschöpfliches Energiereservoir in Form von heißem Gestein und heißem Wasser. Die Nutzung von heißem Wasser führt bereits in die Antike zurück. Heißes Gestein als Energiequelle wurde erstmals während der 1. Erdölkrise interessant. Mit Hilfe von Sonden oder Erdkollektoren können auch Privathaushalte Geothermie bzw. Erdwärme oder Umgebungswärme nutzen.



### GEOTHERMIE IN ÖSTERREICH

Nach den momentanen geologischen und wirtschaftlichen Vorgaben liegt das Geothermie-Potenzial in Österreich bei 2000 MW thermischer Energie (Wärme) und 7 MW Strom. Geothermie wird derzeit in der steirischen Thermenregion und im oberösterreichischen Alpenvorland genutzt: 41,5 MW (Wärme) mit 12 installierten geothermischen Anlagen.

### DAS PRINZIP DER WÄRMEPUMPE

Wärmepumpen nutzen Sonden und Erdkollektoren um in Privathaushalten mithilfe von Geothermie bzw. Erdwärme Wärme zu erzeugen. Hierfür bieten sich Sonden bis 100 m Tiefe in Kombination mit einer Wärmepumpenheizung an. Dies ist eine Alternative zum Erdkollektor in 1,50 m Tiefe (größere Schlauchleitungungsfläche im Garten), welcher mit tiefer wurzelnden Pflanzen kollidieren würde. Die Kompressionswärmepumpe, meist elektrisch angetrieben ist der häufigste Bautyp. Mit Fremdenergie werden niedrigere Temperaturniveaus mittels Druck auf höhere Temperaturen gebracht, oder wie im Fall des Kühlschranks abgekühlt.



# KLIMA GEOTHERMIE & ERDWÄRME



Aufgrund ihrer Masse nimmt die Erde auch an der Oberfläche ständig – selbst im Winter – durch Sonne, Wind und Regenwasser Energie auf und speichert sie. Mit einer Wärmepumpe kann die Wärme der sonst nicht nutzbaren Wärmequellen Umgebungsluft, Grundwasser und Erdreich durch Zufuhr mechanischer Energie aufgewertet und auf eine höhere, nutzbare Temperatur gebracht werden. Sie benötigt 1kW Elektrizität um bis zu 4 kW Wärmeenergie bereitzustellen. Wie bei einem Kühlschrank nimmt ein Kältemittel Wärme auf, transportiert sie und gibt sie wieder ab. Erdwärmepumpen in ihren verschiedensten Bauarten können das ganze Jahr über für Warmwasser, im Winter zum Heizen und im Sommer zum Kühlen, eingesetzt werden.

## LERNZIELE:

- Die Kinder sollen die Herkunft und Nutzungsmöglichkeit der geothermischen Energie und Umgebungswärme verstehen lernen.
- Es soll ihnen klar werden, wie eine Wärmepumpe funktioniert.

## WÄRMEKARUSSELL

**ORT:** Klassenraum.

**ZEITAUFWAND:** 30 Minuten.

**MATERIALIEN:** Klassensatz Joghurtbecher, zwei Kübel, Warm- und Kaltwasser, zwei Handtücher, Arbeitsblatt.

**KOSTEN:** keine.

**UMSETZUNG:** Das Funktionsprinzip des Wärmetausches kann mit einem Spiel demonstriert werden. Zwei Gruppen werden gebildet, die den Kältemittel- und den Heizwasserkreislauf symbolisieren. Je ein Kind platziert sich an der Wärmequelle (= Kübel mit Warmwasser) und an der Wärmeabgabestelle (= Kübel mit Kaltwasser). Jedes Kind bekommt einen Joghurtbecher. Die Gruppen stellen sich in zwei Kreisen gegenüber auf. An einer „Übergabestelle“ können sie sich berühren. Das Wärmekarussell beginnt, indem die Kinder im Kreis gehen, und Kind für Kind an der Wärmequelle seinen Becher gegen einen Becher Warmwasser tauscht, seine Hand ins warme Wasser steckt, sich abtrocknet und weitergeht. An der Abgabestelle bekommen die Kinder Kaltwasser im Tausch gegen einen leeren



Das Baden in warmen Quellen liebten schon die Römer, in Niederösterreich beispielsweise in Bad Deutsch-Altenburg und Baden.



Thermalwasser wird in Österreich in Tiefenbohrungen von mehr als 1000 Metern erschlossen.



Der Wärmetauscher – ein wichtiger Bauteil der Erdwärmepumpe – ist wie der Händedruck einer kalten und einer warmen Hand. Die warme gibt ihre Wärme ab und erkaltet, die kalte Hand wird warm.



ALTERSGRUPPE

6 - 10



Heißes Wasser tritt in vulkanisch aktiven Gebieten von alleine ans Tageslicht. Bei uns wird für private Heizzwecke die Energie aus der Erde mit Erdwärmepumpen und tiefen Erdsonden gewonnen.

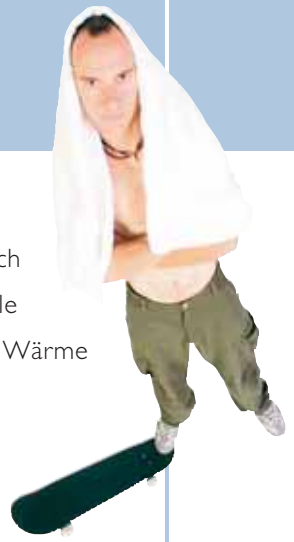


Als Modell kann auch ein Pfirsich dienen - man kann die Haut abziehen und den Kern mit einem Nussknacker knacken.

**INFO SERVICE:**

Weitere Informationen erhalten Sie im Ordner Lebensraum, Kapitel Boden.

Becher und kühlen ihre Hand. An der Übergabestelle erfolgt der Bechertausch mit einem Händedruck zwischen den Kindern. Das Karussell dreht sich bis alle einmal dran waren. Dann werden das Wirkungsprinzip und die Herkunft der Wärme besprochen, siehe Arbeitsblatt.



**ERDKUGELSCHICHTEN AUS MARZIPAN**

**ORT:** Klassenraum.

**ZEITAUFWAND:** eine Unterrichtseinheit.

**MATERIALIEN:** Marzipan, rote, gelbe und braune Lebensmittelfarbe, Messer, Teller.

**KOSTEN:** ca. 3,- Euro.

**UMSETZUNG:** Um die Herkunft der geothermischen Energie zu veranschaulichen, formen je zwei Kinder aus rot, orange, gelb und braun gefärbtem Marzipan ein Modell vom Schalenaufbau der Erde. Die Erdkruste könnte statt aus braunem Marzipan aus Schokoladetunke gemacht werden. Die Dicke der Schalen sollte ungefähr den realen Verhältnissen entsprechen. Mit einem Messer wird die Kugel dann durchgeschnitten, um die Zonen besprechen zu können.



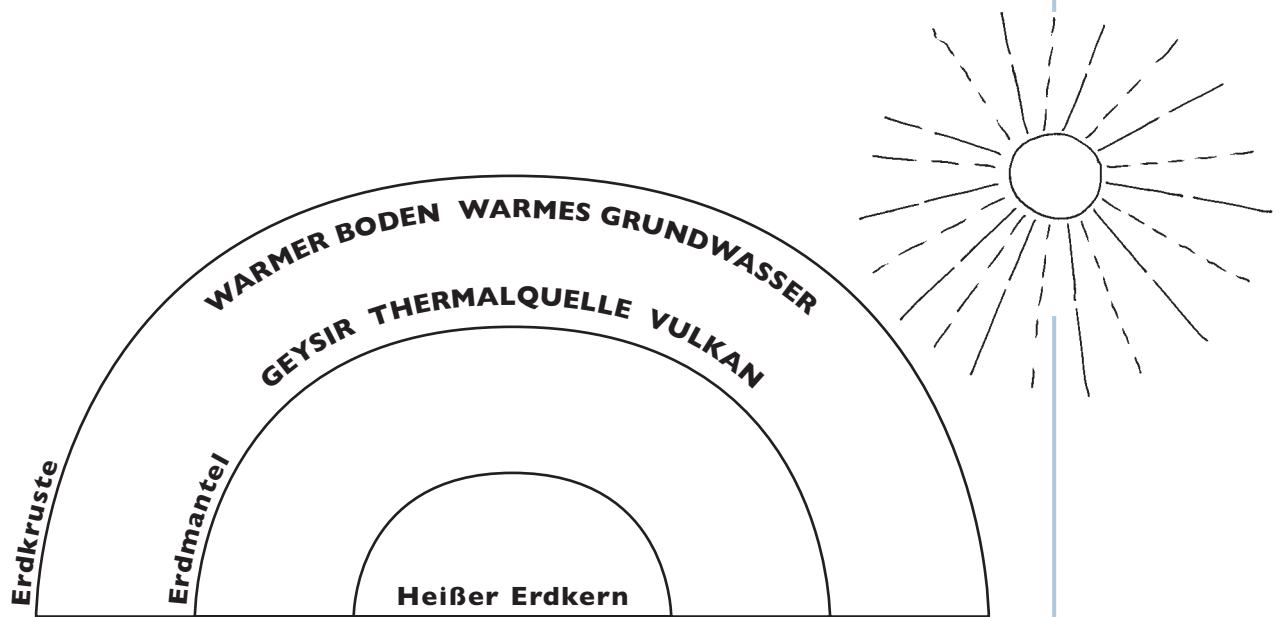
# KLIMA

## GEOTHERMIE & ERDWÄRME

ALTERSGRUPPE

6-10

Es gibt zwei Wärmequellen für die Erdwärme: die Sonne und das heiße Erdinnere. Male die Zonen der Erde und die Wärmequellen an! Suche die Antworten auf die nächsten Fragen in der Zeichnung!



Bei welchen drei vulkanischen Erscheinungen kommt die Hitze aus dem Erdinneren an die Oberfläche?

---

Wo ist unter der Erdoberfläche die Sonnenwärme gespeichert?

---

Wofür können wir die Wärme aus der Erde verwenden?

BAD-MAL-THER DE-BA-SSER-WA ZUNG-HEI

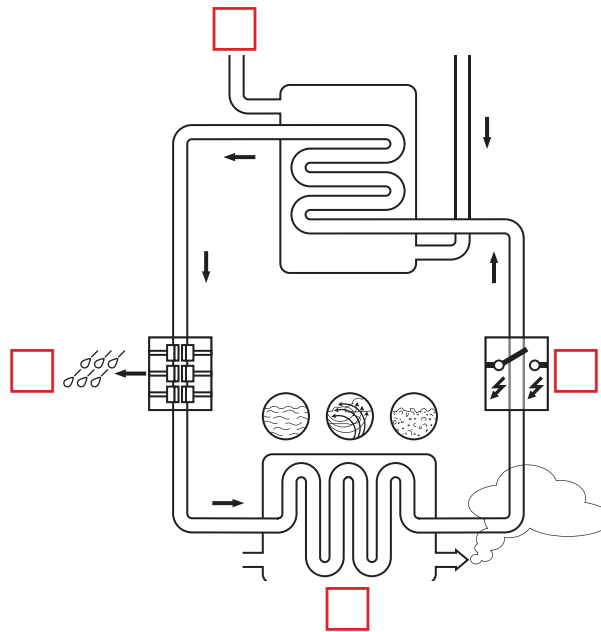
---

ALTERSGRUPPE

**6 - 10**

In einer Wärmepumpe arbeitet ein Kältemittel als Energieumwandler. Es siedet schon bei niedriger Temperatur. In einem geschlossenen Rohrkreislauf wird es nacheinander verdampft, verdichtet, verflüssigt und wieder entspannt.

Ordne die untenstehenden vier Schritte den richtigen Stellen in der Skizze zu und male dann mit roter und blauer Farbe die warmen und kalten Bereiche an!



- 1** Im Verdampfer hat das flüssige Kältemittel einen niedrigen Druck (3,6 bar) und eine niedrige Temperatur ( $-3^{\circ}\text{C}$ ). In der Umgebung des Verdampfers ist die Temperatur höher als die Siedetemperatur des Kältemittels. Die Wärme in der Umgebungsluft, im Grundwasser oder im Erdreich überträgt sich auf das Kältemittel. Das beginnt zu sieden und verdampft.
- 2** Der Kältemitteldampf wird vom strombetriebenen Verdichter angesaugt und zusammengepresst. Dadurch steigt der Druck auf 13,2 bar und die Temperatur auf  $62^{\circ}\text{C}$ . Im Verflüssiger erhitzt der heiße Dampf das kalte Heizwasser, kühlt ab und wird wieder flüssig.
- 3** Das flüssig gewordene Kältemittel fließt über ein Expansionsventil in den Verdampfer zurück. Es dehnt sich wieder aus und kühlt dabei ab.
- 4** Beim Eintritt in den Verdampfer sind der Anfangsdruck und die Anfangstemperatur wieder erreicht. Der Kreislauf ist geschlossen.

**Pumpe einen**

**Fahrradschlauch auf! Wie viel bar Druck braucht dein Schlauch? Je mehr du pumpst - also je höher der Druck - desto heißer wird es. So ähnlich ist es auch bei der Wärmepumpe.**