

Vor langer Zeit war die Erde eine glühend heiße Kugel. Langsam hat sie sich an der Oberfläche abgekühlt, im Inneren jedoch ist sie immer noch sehr heiß. Die Geothermie nutzt diese Erdwärme zur Energiegewinnung. „Geos“ bedeutet auf Griechisch die „Erde“ und „Thermos“ bedeutet „Wärme“. Geothermie bedeutet also Erdwärme. Je tiefer man in die Erde bohrt, umso heißer wird es. Die Temperatur der Erde nimmt pro 100 Meter Tiefe um etwa 3 °C zu. An manchen Orten mit besonderen Gesteinsformationen steigt die Temperatur mit zunehmender Tiefe auch schneller an. Solche Orte sind für eine Nutzung der Erdwärme besonders geeignet, z.B. zum Heizen oder zur Stromerzeugung. Das beiliegende **Poster „Bohrung Urach 3“** ist ein Beispiel für solch einen Ort in Baden-Württemberg.

Jede Form der Nutzung der Geothermie findet nahe der Erdoberfläche und innerhalb der Erdkruste statt, die ca. 40 km dick und maximal 1100 °C heiß ist. Der innere Kern der Erde ist jedoch 6371 km von der Erdoberfläche entfernt und bis zu 5000 °C heiß! Den inneren Aufbau der Erde könnt ihr aus den beiliegenden Materialien weiter verstehen.

Es gibt unterschiedliche Arten der Nutzung der Erdwärme: Oberflächen- und Tiefengeothermie. Einen Überblick über geothermische Nutzungssysteme findet ihr in dem beiliegenden **Poster „Geothermische Nutzungssysteme“**.

Prinzipiell wird die Erdwärme nutzbar gemacht, indem Wasser in Bohrungen gepumpt wird, sich in der Tiefe erwärmt, wieder herausgepumpt wird und dann bei kleinen Anlagen durch Wärmepumpen als Brauchwasser oder zum Heizen oder bei großen Anlagen zur Stromerzeugung in Dampfturbinen genutzt werden kann.

Bei der **Oberflächengeothermie** wird in eine Tiefe von bis zu 400 m, meist jedoch nur 10-60 m gebohrt. Entsprechend gering ist der Temperaturanstieg (auf etwa 10 bis 15 °C), der nutzbar gemacht werden kann. Eine Wärmepumpe hebt diesen geringen Temperaturanstieg durch Verdampfen, Verdichten und Verflüssigen eines Wärmeträgers weiter an, sodass man die Energie für das Brauchwasser oder zum Heizen nutzen kann.

Bei der **Tiefengeothermie** wird in größere Tiefen gebohrt (1500 bis 3000 Meter). Entsprechend größer ist der Temperaturanstieg (meist über 60 °C), und auch die Menge an erwärmtem Wasser ist größer. So können durch Nutzung der Tiefengeothermie ganze Dörfer beheizt oder in einem Dampfturbinenkraftwerk Strom erzeugt werden.

Hier findet ihr ein paar Video-Clips zum Thema Geothermie:

Quo vadis, Geothermie? (8:22):

<http://www.ardmediathek.de/ard/servlet/content/3517136?documentId=9914960>

Energie aus der Erde (14:38):

[http://www.planet-schule.de/sf/php/02\\_sen01.php?sendung=7976](http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=7976)

Film „Geothermie am Oberrhein“ (6:00):



[http://www.tiefegeothermie.de/fileadmin/user\\_upload/Filme/Geothermie.wmv](http://www.tiefegeothermie.de/fileadmin/user_upload/Filme/Geothermie.wmv)

Weitere Informationen zum Thema Geothermie findet ihr im eLearning Modul oder unter:

Bundesverband Geothermie e.V. - Geothermie - Energie aus dem heißen Planeten.

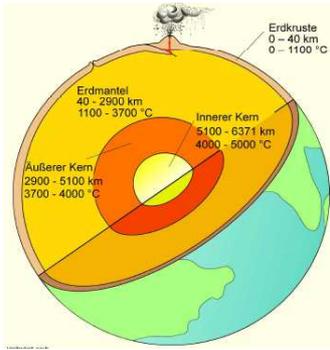
<http://www.um.baden->

[wuerttemberg.de/servlet/is/51486/Geothermie.pdf?command=downloadContent&filename=Geothermie.pdf](http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/51486/Geothermie.pdf?command=downloadContent&filename=Geothermie.pdf)

BMU-Broschüre: Geothermische Stromerzeugung

<http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/47599/4594/>





## Geothermie

### Grundlagen

Experiment 1

Level 1

Lest euch die Hintergrundinformation zur Geothermie aufmerksam durch und schaut die beiliegenden Poster zum Thema Geothermie an. Bearbeitet dann die folgenden Aufgaben:

### Aufgaben

a) Wie heiß ist es im Inneren der Erde?

---

b) Welche geothermisch interessante Region gibt es in Baden-Württemberg?

---

c) Welche geothermischen Nutzungssysteme gibt es? Welche davon gehören zur Oberflächengeothermie, welche zur Tiefengeothermie?

---

---

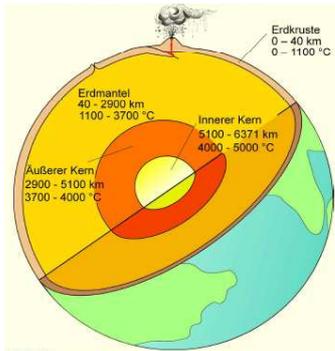
---

d) Um wie viel Grad Celsius nimmt die Erdtemperatur durchschnittlich je 100 Meter Tiefe zu? Gilt das auch für die Bohrung Urach 3?

---

---





## Geothermie

### Grundlagen

Experiment 1

Level 2

Lest euch die Hintergrundinformation zur Geothermie aufmerksam durch und schaut die beiliegenden Poster zum Thema Geothermie an. Die Zunahme der Erdtemperatur mit zunehmender Tiefe nennt man **Temperaturgradient**. Bearbeitet dann die folgenden Aufgaben:

### Aufgaben

a) Wie heiß ist es im Inneren der Erde?

---

b) Welche geothermisch interessante Region gibt es in Baden-Württemberg?

---

c) Welche geothermischen Nutzungssysteme gibt es? Welche davon gehören zur Oberflächengeothermie, welche zur Tiefengeothermie?

---

---

d) Um wie viel Grad Celsius nimmt die Erdtemperatur durchschnittlich je 100 Meter Tiefe zu? Gilt das auch für die Bohrung Urach 3?

---

---

e) Bis zu welcher Tiefe ist der Temperaturgradient bei der Bohrung Urach 3 am größten?

---





## Geothermie

Film „Geothermie am Oberrhein“

Experiment 2

Level 1

Seht euch den Film „Geothermie am Oberrhein“ an. Lest euch dann die Aufgaben durch, schaut den Film noch mal an und beantwortet die Fragen. Macht euch dabei Notizen.

### Aufgaben

- a) Warum ist der Oberrheingraben als Region besonders zur Nutzung der Geothermie geeignet?

---

---

- b) Wie tief muss bei Kehl/Straßburg gebohrt werden, um Geothermie zu nutzen?

---

---

- c) Welche Temperatur hat das Thermalwasser in Kehl?

---

---

- d) Wie tief muss man in Freiburg bohren, um Hydrogeothermie zu nutzen?

---

---

- e) Wie heiß ist hier das Gestein?

---

---





## Geothermie

Film „Geothermie am Oberrhein“

Experiment 2

Level 2

Seht euch den Film „Geothermie am Oberrhein“ an. Lest euch dann die Aufgaben durch, schaut den Film noch mal an und beantwortet die Fragen. Macht euch dabei Notizen.

### Aufgaben

- a) Warum ist der Oberrheingraben als Region besonders zur Nutzung der Geothermie geeignet?

---

---

- b) Wie tief muss bei Kehl/Straßburg gebohrt werden, um Geothermie zu nutzen?

---

- c) Welche Temperatur hat das Thermalwasser in Kehl?

---

- d) Wie tief muss man in Freiburg bohren, um Hydrogeothermie zu nutzen?

---

- e) Wie heiß ist hier das Gestein?

---

- f) Wofür kann Erdwärme genutzt werden?

---

---





## Geothermie

### Risiken

Experiment 3

Level 1

Lest euch aufmerksam den Zeitungsartikel aus der Badischen Zeitung „Erst muss die Erde zur Ruhe kommen“ durch und bearbeitet dann die folgenden Aufgaben.

### Aufgaben

a) Welche Energieversorgung wurde für das Rathaus Staufen geplant?

---

b) Was ist bei der Ausführung der Bohrarbeiten in der Tiefe passiert?

---

---

c) Was sind die Folgen davon?

---

---

---

d) Wann wird eine Sanierung der Altstadt möglich sein?

---





## Geothermie

### Risiken

Experiment 3

Level 2

Lest euch aufmerksam den Zeitungsartikel aus der Badischen Zeitung „Erst muss die Erde zur Ruhe kommen“ durch und bearbeitet dann die folgenden Aufgaben.

### Aufgaben

a) Welche Energieversorgung wurde für das Rathaus Staufen geplant?

---

b) Was ist bei der Ausführung der Bohrarbeiten in der Tiefe passiert?

---

---

c) Was sind die Folgen davon?

---

---

d) Wann wird eine Sanierung der Altstadt möglich sein?

---

e) Welche allgemeinen Risiken der Nutzung der Geothermie leitet ihr aus dem Beispiel Staufen ab?

---

---



## Lösungen zu den Arbeitsblättern

## Lösungen

### Experiment 1: Geothermie - Grundlagen

- a) Bis zu 5000 °C
- b) Der südliche Oberrheingraben
- c) Erdwärmekollektoren, Zweibrunnen-System, flache Erdwärmesonde (Oberflächengeothermie)  
tiefe Erdwärmesonde, hydrothermale Dublette, Hot-Dry-Rock (Tiefengeothermie)
- d) 3 °C. Bei der Bohrung Urach 3 nimmt die Temperatur schneller zu, um ca. 8 °C bis in eine Tiefe von 500 Meter und um ca. 4 °C bis in große Tiefen.
- e) In einer Tiefe von bis zu 400 Metern.

### Experiment 2: Film „Geothermie am Oberrhein“

- a) Im Oberrheingraben verlaufen oberflächennahe heiße Thermalwasserströme. Weiterhin ist die Erdkruste hier sehr dünn, und damit steigt die Temperatur in der Tiefe schneller an, um bis zu 4 °C je 100 Meter Tiefe.
- b) Bis zu 3000 Meter tief
- c) 150 °C
- d) Bis zu 5000 Meter tief
- e) 180 °C
- f) Erdwärme kann zur Stromerzeugung genutzt werden, aber auch zur Bereitstellung von Heizwärme, z.B. für Wohnhäuser oder große Wärmeabnehmer wie Schwimmbäder Seniorenheime oder Krankenhäuser, zur Bereitstellung von Prozesswärme für die Industrie oder von Brauchwasser z.B. für Haushalte.

### Experiment 3: Geothermie - Risiken

- a) Wärme und Kühlung für das Rathaus über oberflächennahe geothermische Bohrlöcher
- b) Eine bis dahin unbekannte in 60 bis 100 Meter Tiefe liegende Anhydritschicht (Anhydrit=Calciumsulfat und mit dem Gips verwandt) wurde durchbohrt. Grundwasser drang ein und ließ diese Schicht aufquellen.
- c) In Folge hebt sich die Erdoberfläche um das Rathaus um 30 cm pro Jahr. Die Folge davon ist, dass die Bauwerke auf dieser Fläche Risse bekommen, instabil werden und inzwischen einsturzgefährdet sind – ein enormer wirtschaftlicher Schaden ist entstanden.
- d) Erst wenn die Erde zur Ruhe gekommen ist.
- e) Das Bohren in unbekanntenen Erdschichten kann unvorhersehbare Folgen haben. Weiterhin können bei der Bohrung auch technische Fehler gemacht werden, wie in dem Artikel angedeutet, mit unvorhersehbaren Folgen.

