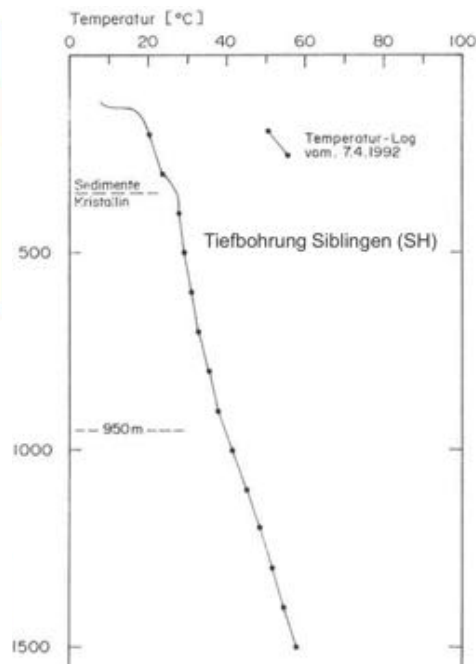
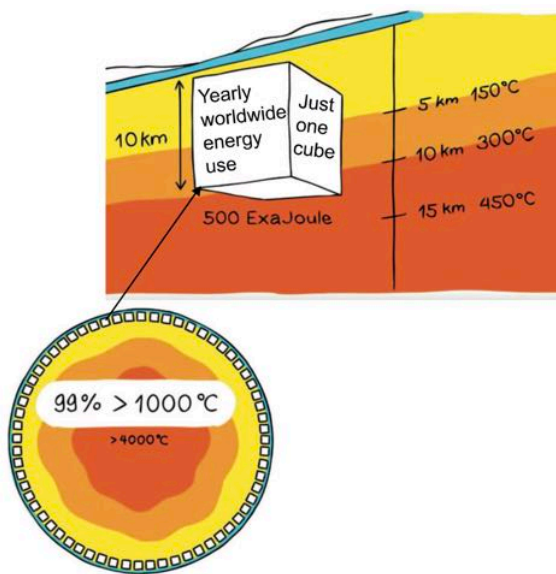


Unterrichtseinheit Sekstufe II: Erneuerbare Energien - Geothermie

Unsere Erde: Ein unermesslicher Energielieferant



Warum ist die Erde heiss?

Der Druck, der erzeugt wurde, als sich die Erde bildete.

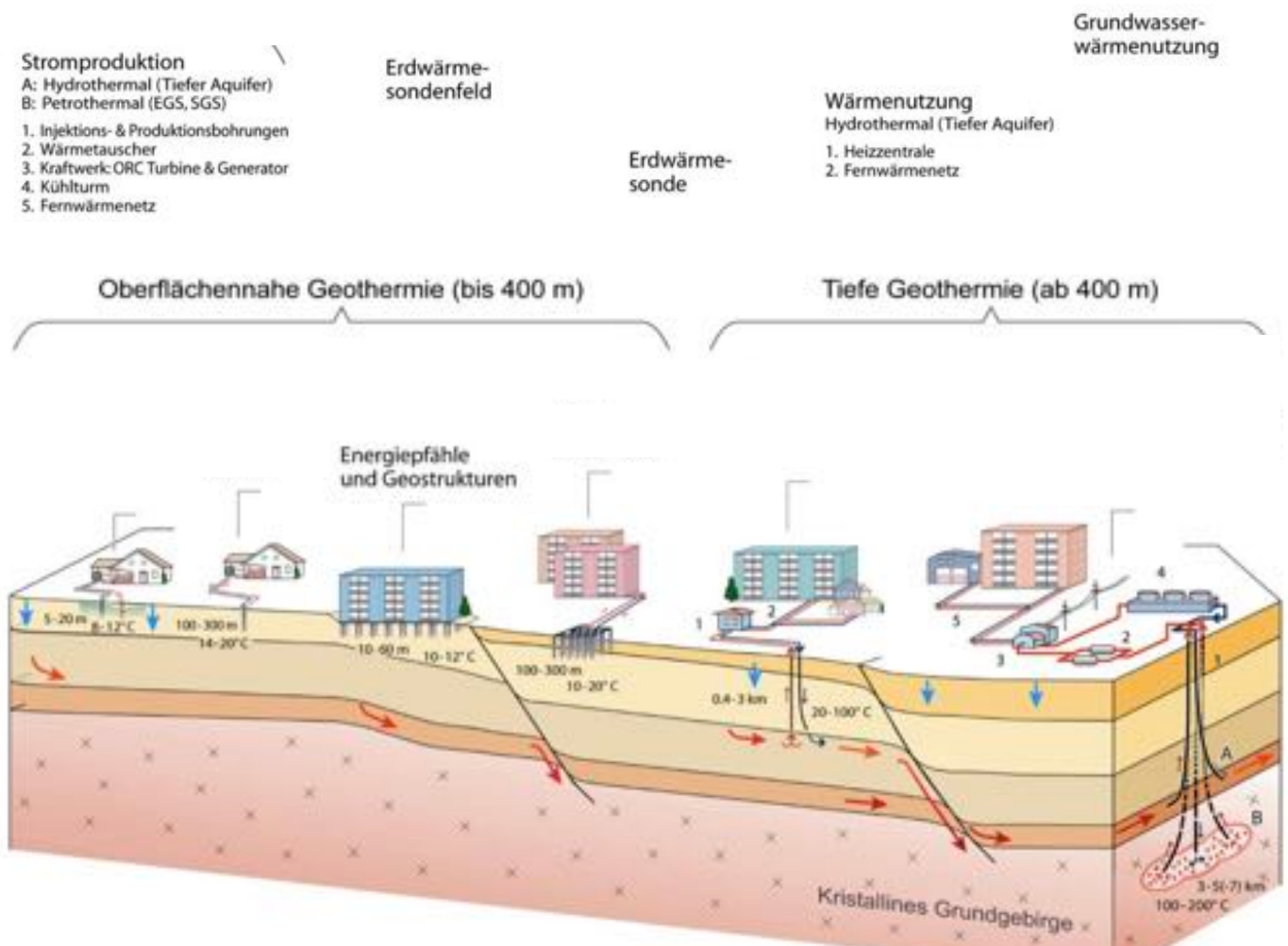
Radioaktiver Zerfall von Elementen.

Meteoriteneinschläge

Möglichkeiten der Energienutzung der Geothermie

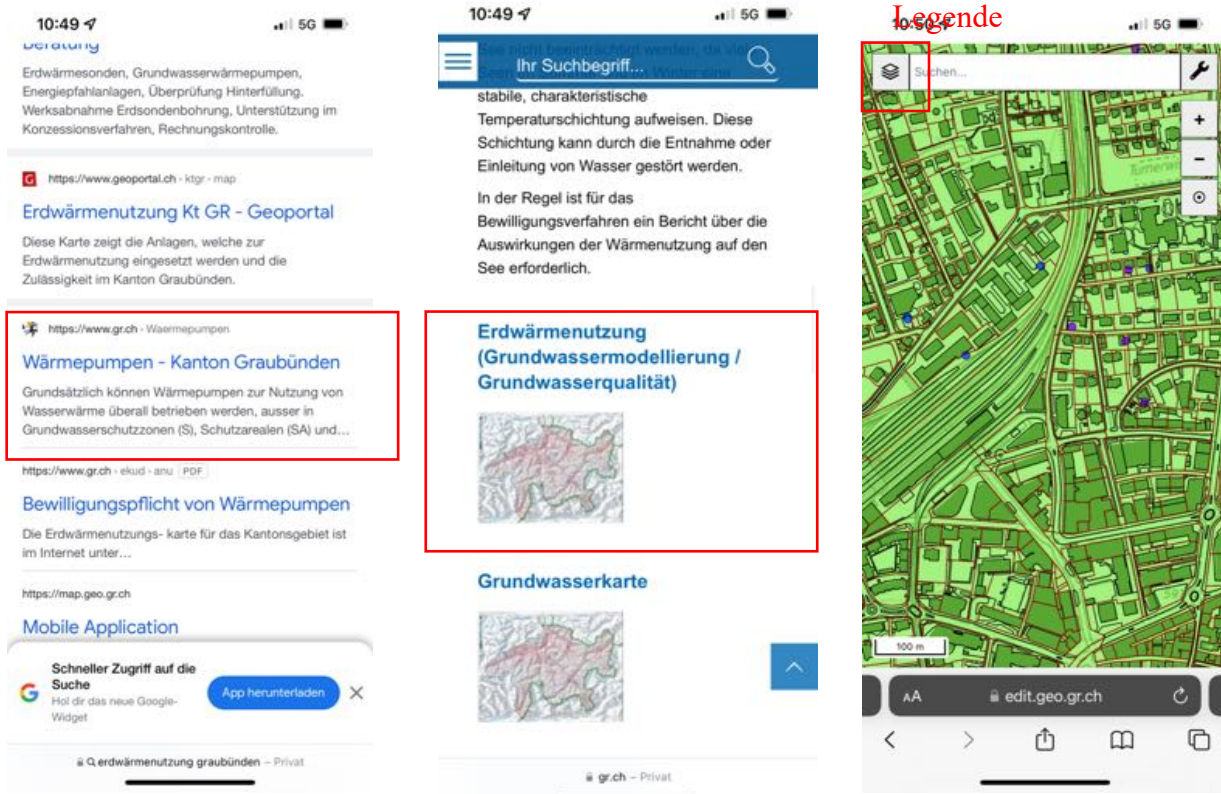
Aufgabe:

Ordne die Möglichkeiten der Energienutzung der Geothermie den richtigen Stellen zu.



Aufgabe:

Google – Erdwärmenutzung Graubünden – Wärmepumpen Kanton Graubünden – Erdwärmenutzung (Grundwassermodellierung / Grundwasserqualität)



a) Wird in deiner Wohnung / Haus Erdwärme genutzt? Wenn ja, wie (welche Art von Anlage)?

b) Welche Erdwärmenutzungsanlagen werden in Chur verwendet. Vergleiche die Anlagen mit dem Blockbild auf der Seite 1. Welche Möglichkeiten der Energienutzung sind damit jeweils gemeint?

Oberflächennahe Geothermie: Wärme und kein Strom

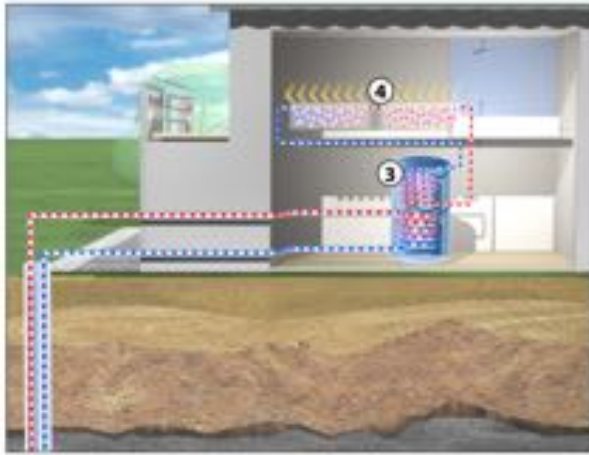
In der Schweiz wurden 2021 mit Geothermie-Anlagen mehr als vier Terawattstunden Wärme produziert. Das ist mehr Wärme als alle 30 Schweizer Kehrlichtverbrennungsanlagen in einem Jahr produzieren. Über 80 Prozent der Geothermie-Wärme stammte aus Erdwärmesonden. Zwischen 2004 und 2016 stieg die geothermische Wärmeproduktion um 168 Prozent, zwischen 2018 und 2019 um 8.6 Prozent.

Erdwärmesonden

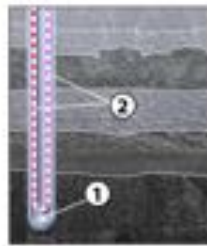
Vertikal eingebrachte Erdwärmesonden (EWS) sind die mit Abstand häufigste Technologie der (untiefen) Geothermie. Erdwärmesonden werden je nach Wärmebedarf, Bohrlochmöglichkeit, Raumbedarf und Regularien in Tiefen von 50-500 m installiert. In der Schweiz wird für Erdwärmesonden im Mittel 250 m tief gebohrt. Die Erdwärmesonden werden im vertikalen Bohrloch versetzt. Im U-Förmigen Rohr zirkuliert dann eine Flüssigkeit aus einem Wasser-Glykol-Gemisch. Glykol ist das Frostschutzmittel, Wasser benutzt man wegen seiner hohen Wärmekapazität. Die Zirkulation des Wärmeträgermediums erfolgt durch eine Umwälzpumpe. Die Trägerflüssigkeit entzieht dem Untergrund Wärme und gibt sie oben via Wärmetauscher und Wärmepumpe ans Heizsystem ab. Die abgekühlte Trägerflüssigkeit gelangt wieder in den Untergrund, wo sie erneut Erdwärme aufnimmt.

Aufgabe:

Fülle aufgrund des obenstehenden Textes und des Filmes die Lücken in der untenstehenden Abbildung aus.



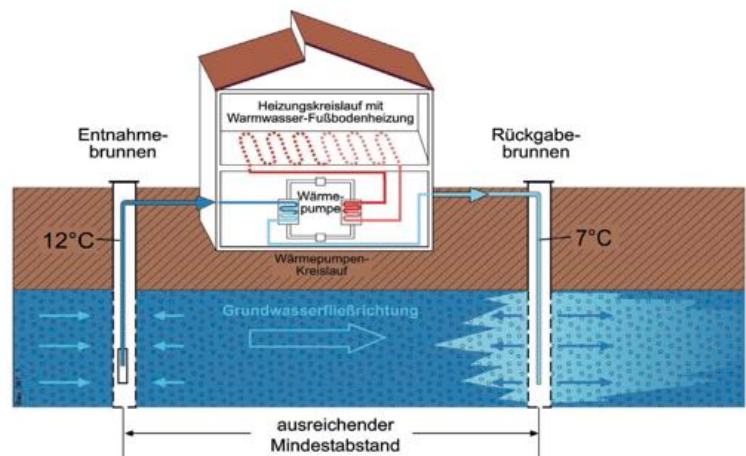
Verfahren	
Tiefe (m)	
Temp. (°C) im Erdreich	



- ① _____
- ② _____
- ③ _____
- ④ _____

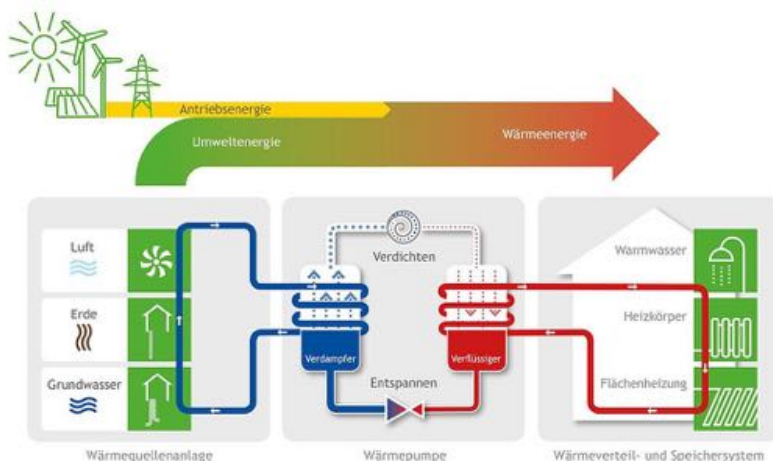
Grundwasserwärmennutzung

Bei Grundwasserwärmepumpen wird normalerweise über eine Brunnendublette Grundwasser aus einem produktiven oberflächennahen Aquifer entzogen, Wärme mit einer Wärmepumpe entzogen und das Wasser abstromig wieder eingeleitet. Damit ist das Grundwasser selbst das Wärmeträgerfluid. Je nach Grundwasservolumen und Grundwasserdynamik kann ein bestimmter Raum des Untergrunds erschlossen werden, der weiter reicht als der von geschlossenen Systemen. Damit sind Bohrkosten geringer, die Pumpraten jedoch höher. Die Regularien sind oft restriktiver, da der Grundwasserschutz eine wichtigere Rolle spielt



Wärmepumpe

Für das Heizen sind die Temperaturen des oberflächennahen Untergrundes für die unmittelbare energetische Nutzung zu gering. Wie kann man mit 10° Celsius (so warm ist maximal die Wärmeträgerflüssigkeit) also ein Haus beheizen? In diesem Fall ist die Erhöhung dieser Temperatur durch eine Wärmepumpe notwendig. Wärmepumpen arbeiten prinzipiell wie Kühlschränke, allerdings mit umgekehrter Wirkungsweise. In einem geschlossenen Kreislauf befindet sich in der Wärmepumpe eine leicht siedende Flüssigkeit als Arbeitsmedium. Diese wird durch den Verdampfer bei niedrigen Temperaturen verdampft und nimmt, um die Phasenänderung zu erreichen, viel Wärme auf. Diese Wärme ist dann vor allem in Form von latenter Wärme im Dampf gespeichert. Durch die Kompression des Verdichters wird das Temperaturniveau des Dampfes weiter erhöht und gelangt dann in den Verflüssiger. Ein Wärmeaustauscher gibt die Wärme des kondensierenden Dampfes an den Heizkreislauf ab (Durch die Kondensation wird zusätzlich auch fühlbare Wärme frei). Durch ein Expansionsventil (Entspanner) wird dann der Druck abgebaut. Das so wieder abgekühlte und verflüssigte Kältemittel wird dem Verdampfer wieder zugeführt. Hier beginnt der Kreislauf erneut.



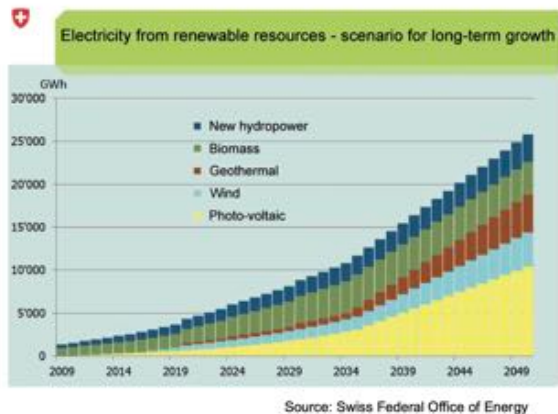
Tiefen Geothermie: Wärme und Strom

Die Schweiz hat noch keine geothermische Elektrizitätsgewinnung! Bis zum Jahr 2050 soll aber zumindest zu einem gewissen Teil aus geothermischer Energie Strom produziert werden. Dies wird eine sehr grosse Herausforderung, dass das Ziel von 4.4 TWh pro Jahr erreicht wird. Das würde bedeuten, dass wir ungefähr zwanzig 20-Megawatt elektrisch geothermale Kraftwerke bräuchten.

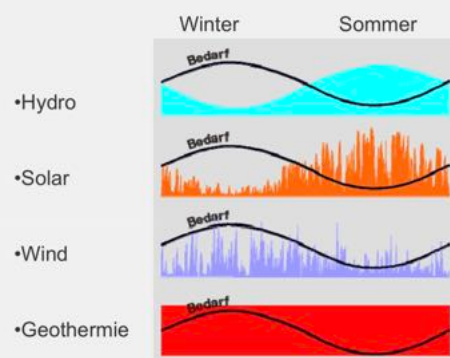
Bisher wurde in der Schweiz in Basel und St. Gallen Geothermieprojekte in einer Pilotphase betrieben, die sich zum Ziel gesetzt hatten, mit Erdwärme Strom zu produzieren. Beide Projekte wurden eingestellt. In Betrieb sind aber einige Anlagen der Tiefengeothermie, die der Wärmeversorgung dienen und beispielsweise Fernwärmenetze speisen.

Zahlreiche Tiefengeothermieprojekte sind in der Schweiz derzeit in Planung und befinden sich in unterschiedlich weit fortgeschrittenen Stadien. Eine Übersicht ist auf folgendem link ersichtlich: <https://geothermie-schweiz.ch>

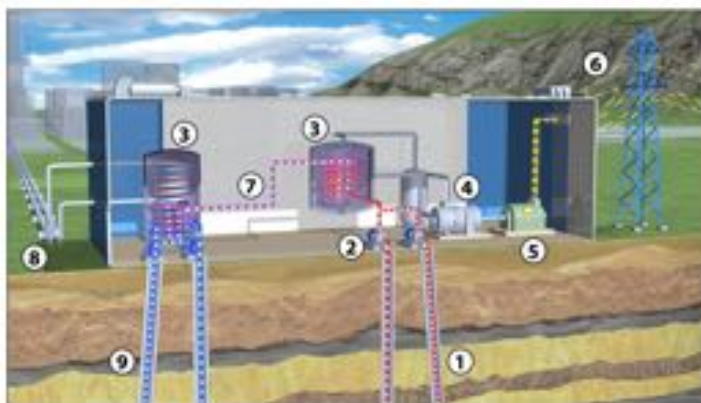
Switzerland's Energy Strategy 2050



Tiefengeothermie liefert Baselineenergie



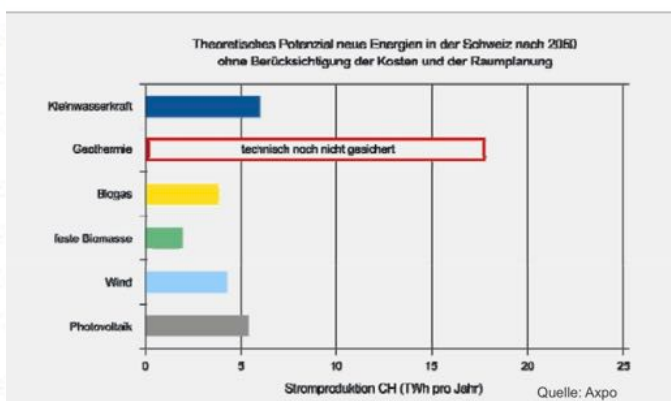
Stromproduktion Tiefengeothermie



- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____
- 6 _____
- 7 _____
- 8 _____
- 9 _____

Verfahren	
Tiefe (m)	
Temp. (°C) im Erdreich	

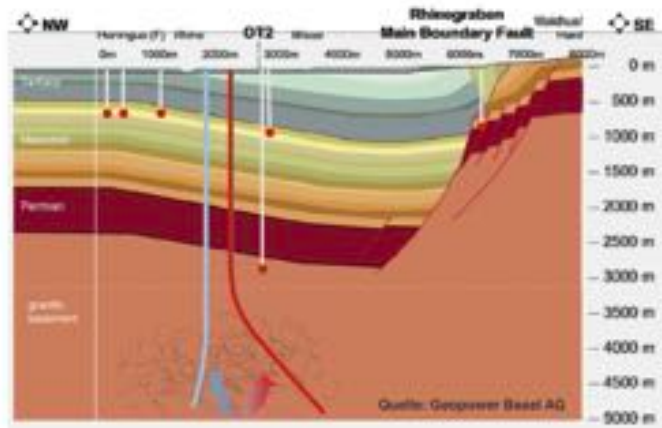
Potenzial Geothermie nach 2050



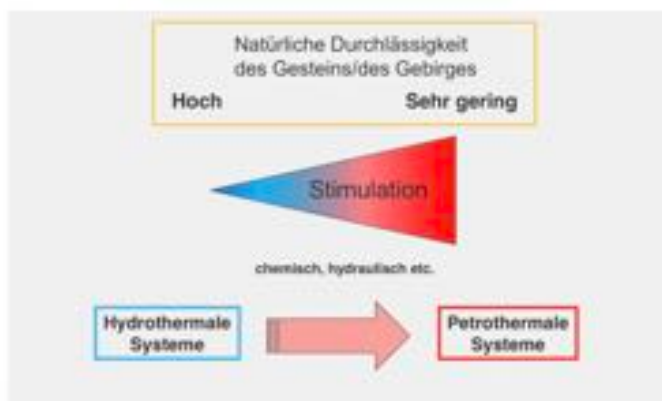
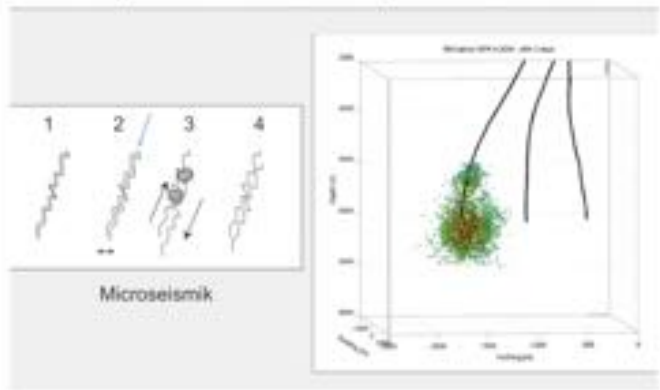
Aufgaben:

- a) Fülle aufgrund des Filmes die Lücken in der Abbildung „Stromproduktion Tiefengeothermie“ aus.
- b) Was ist das Ziel bezüglich der Tiefen Geothermie bis ins Jahr 2050? Berichte.
- c) Welche Vorteile und welches Potential hat die Tiefen Geothermie im Vergleich zu anderen erneuerbaren Ressourcen.

Das Geothermieprojekt in Basel



EGS: Erzeugen des Kluftnetzes durch hydraulische Stimulation



Aufgaben:

a) Was ist der Grund, dass das Geothermieprojekt in Basel stillgelegt wurde? Berichte.

b) Erkläre den Unterschied zwischen einem Hydrothermalen System und einem Petrothermalen System.