

# Geothermie und Wärmepumpen – It's getting hot in here

- *Wo liegen Möglichkeiten und Grenzen der Geothermie*
- *Was ist der maximale Beitrag von Geothermie und Wärmepumpen zu Energiewende*

Im Erdinneren schlummert eine gewaltige Energiemenge – Da wäre es doch eine gute Idee diese Energie auch für unsere Energieversorgung zu nutzen. Man unterscheidet hierbei zwischen tiefer Geothermie und oberflächennaher Geothermie mit Wärmepumpen.

Tiefe Geothermie: Mit Hilfe von z.B. 3-4 km tiefen Bohrungen in der Nähe von München, trifft man auf Schichten, die heißes Wasser führen. Dieses Wasser kann man direkt zum Heizen nutzen

Für Deutschland kann anhand von Studien kann das Potential der tiefen Geothermie mit ca. 4 kWh pro Person und Tag abgeschätzt werden.



► 1 Energie aus der Erde

## Aufgabe 1:

a) Gib an, in welcher Form die Energie im Erdinneren vorliegt.

*V.a. in Form von Wärme*

b) Überlege kurz, warum Geothermie in Deutschland nur begrenzt, z.B. im Vergleich zu Island zur Verfügung steht

*Äußerste Erdkruste 70 km tief und 500°C heiß, oberer und unterer Mantel 2900km tief und 3000°C heiß, Erdkern 6700°C heiß. Die richtig heißen Temperaturen sind in solchen Tiefen, die man nicht erreichen kann durch Bohrungen (außer in vulkanischen Gegenden). Deswegen steht in Deutschland nur begrenzt Energie zur Verfügung, da hier die Erdkruste zu dick ist.*

c) Bestimme aus ► 2 den aktuellen Bedarf an Heizwärme.

*20% · 85 kWh = 17 kWh (pro Person und Tag) (aus ► 2)*

d) Bestimme den Heizwärmebedarf, der nicht mit tiefer Geothermie abgedeckt werden kann.

*17kWh – 4kWh = 13kWh*

- e) Erkläre kurz, warum man in Zukunft davon ausgehen kann, dass sich der Heizwärmebedarf für Gebäude in Deutschland erheblich reduzieren (um ca. 50%) wird. Bestimme dann mit dem Ergebnis aus Aufgabe 4, welcher Heizwärmebedarf sich damit für die Zukunft ergibt, der noch gedeckt werden muss!

*Die benötigte Heizenergie wird in Zukunft stark abnehmen, da ältere Häuser noch gedämmt werden können.*

$$0,5 \cdot 13kWh = 6,5kWh$$

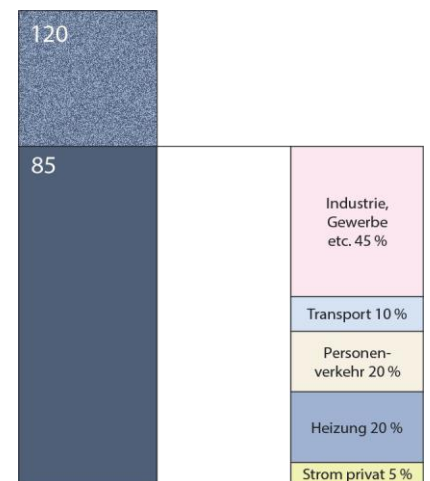
Um diese restliche Energie regenerativ zu erzeugen, ist es sinnvoll Wärmepumpen zu nutzen, die als Wärmequelle die Luft oder die Energie in einigen Metern Tiefe nutzen. Wärmepumpen verwenden dabei elektrischen Strom, um die Energie der Wärmequelle ins Heizsystem zu transportieren.

### Aufgabe 2:

- a) Bei Wärmepumpen gibt die Jahresarbeitszahl (JAZ) (vereinfacht) über das Jahr gemittelt das Verhältnis aus der zum Heizen verwendeten abgegebenen Energie  $Q$  zu der benötigten elektrischen Energie  $E_{el}$  an. Diese ist in etwa bei 3,1

$$JAZ = \frac{Q}{E_{el}}$$

Ermittle, mit Hilfe des noch verbleibenden Heizwärmebedarfs, den man in Aufgabe 5 ermittelt hat, wie viel elektrische Energie benötigt werden würde, wenn man den verbleibenden Heizwärmebedarf durch Wärmepumpen decken würde!



► 2 heutiger (End)Energiebedarf

$$E_{el} = \frac{Q}{JAZ} = \frac{6,5kWh}{3,1} \approx 2,1kWh$$

- b) Ermittle dann aus dem Ergebnis aus Aufgabe 6 und dem verbleibendem Heizwärmebedarf wie viel Energie durch Wärmepumpen aus der Umgebung gewonnen wird und somit zusätzlich zur Verfügung steht. Ermittle dann den maximalen Beitrag von Geothermie & Wärmepumpen!

*Verbleibender Heizwärmebedarf 6,5kWh*

*Werden durch Wärmepumpen bereitgestellt.*

*Diese benötigen 2kWh elektrische Energie, somit wird  $6,5kWh - 2,1kWh = 4,4kWh$  aus der Umgebung zusätzlich gewonnen.*

*Insgesamt erhält man also aus tiefer Geothermie und durch Wärmepumpen*

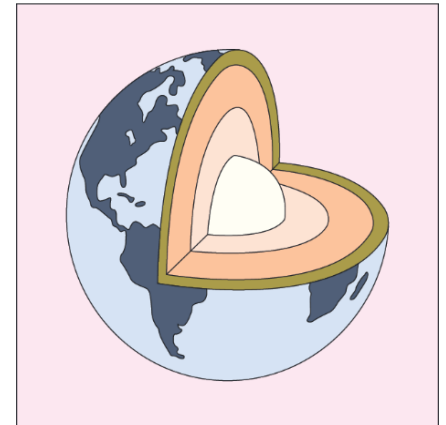
$$4kWh + 4,4kWh = 8,4kWh$$

Max. Beitrag von Geothermie & Wärmepumpen zur Energiewende: 8kWh kWh pro Person und Tag

## Zusatzaufgaben zu Aufgabe 1

- 1) Nenne auch mit Hilfe von **M1** mind. drei Beispiele für Prozesse oder Aktivitäten an der Erdoberfläche, welche durch Energie aus dem Erdinneren ausgelöst werden.

*Vulkanismus inkl. Geysire/Mare, geothermisches Wasser, Plattentektonik mit seinen Erscheinungsformen Erdbeben, Gebirgsbildung und Kontinentalverschiebung*



► 3 schematischer Aufbau des Erdinneren

- 2) Erkläre anhand von **M3**, dass nur ein kleiner Teil dieser Energiemenge genutzt werden kann, v.a. wenn du berücksichtigst, dass die tiefste, jemals ausgeführte Bohrung nur in 12km Tiefe vorgestoßen ist. Recherchiere hierzu falls nötig die Dicken und Temperaturen der Erdschichten.

*Äußerste Erdkruste 70 km tief und 500°C heiß, oberer und unterer Mantel 2900km tief und 3000°C heiß, Erdkern 6700°C heiß. Die richtig heißen Temperaturen sind in solchen Tiefen, die man nicht erreichen kann durch Bohrungen (außer in vulkanischen Gegenden)*

- 3) Statt der Leistungszahl (COP) wird oft die sogenannte Jahresarbeitszahl verwendet. Recherchiere Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den beiden Angaben!

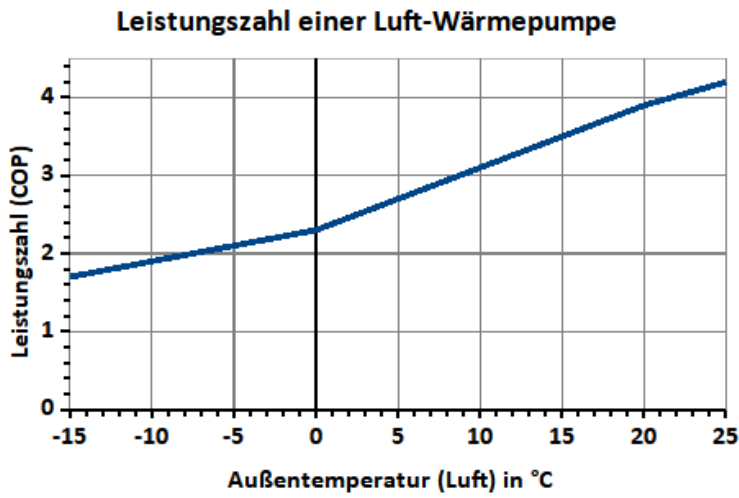
Leistungszahl	Jahresarbeitszahl
Unter genormten Bedingungen	Unter realen Bedingungen
Ermöglicht technischen Vergleich verschiedener Wärmepumpen	Wird über ein Jahr gemittelt → gute Aussagekraft als Einzelwert
Ändert sich im Jahresverlauf → Vergleich nur punktuell möglich	Aber: abhängig von Situation vor Ort, also auch z.B. Fehlnutzung/-planung

## Zusatzaufgaben zu Aufgabe 2

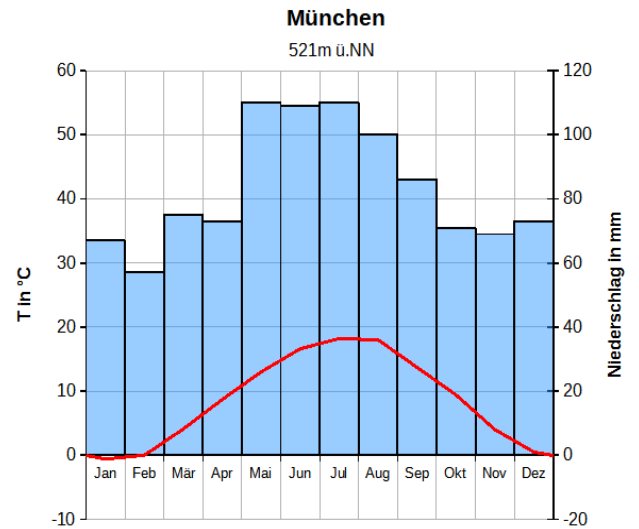
- 4) Erörtere gegebenenfalls durch eine Recherche, welche Temperaturen die Wärmequellen haben, welche Temperaturen benötigt werden und wozu die Wärmepumpe dient.

*Bohrt man weniger tief, so findet man Temperaturen von 10-25 °C oder man nutzt die Luft mit Temperaturen von -10°C bis 5°C als Wärmereservoir im Winter. Um aber die zum Heizen benötigte Temperatur von 40°C-60°C zu erhalten, benötigt man Wärmepumpen. Mit diesen gelingt es, Energie aus der Wärmequelle mit niedrigerer Temperatur ins Heizsystem zu pumpen.*

- 5) Schätze mit Hilfe von **M4** und **M5** die mittlere Leistungszahl einer Luft-Wärmepumpe während der Heizperiode (Okt-Apr) ab



► 4 Leistungszahl einer Luft-Wärmepumpe  
(eigene Darstellung) Daten aus Planungsunterlagen  
Wärmepumpe Viessmann Vitocal 200-S



► 5 Klimadiagramm von München  
(eigene Darstellung) Daten aus  
[www.de.climate-data.org](http://www.de.climate-data.org)

Aus dem Klimadiagramm lässt sich eine mittlere Temperatur von ca 5 °C in der Heizperiode ablesen. Das würde einem mittleren COP von ca. 2,7 entsprechen