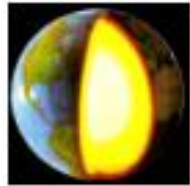


# Geothermie

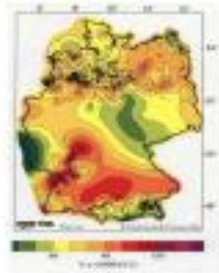
- Energie unter den Füßen -







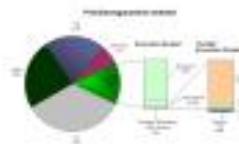
## Was ist Geothermie?



## Anwendungsbereiche und Arten der Geothermie



## Vorkommen / Potenzial geothermischer Energiequellen



## Ökonomische und Ökologische Aspekte

**Geothermie** ist die Wärmelehre des Erdkörpers; unter diesem Begriff wird jedoch häufig die technische Ausnutzung der Erdwärme zur Energiegewinnung verstanden.

Geothermische Energie (Erdwärme) ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde.

Ursprung:

**Restwärme** aus der Zeit der Erdentstehung (Anteil ca. 30 – 70 %)  
(4,6 – 4,7 Milliarden Jahre => Akkretion von Materie => Wärmeentwicklung)

**Radioaktive Zerfallsprozesse** (Anteil ca. 50 – 70 %)  
(natürliche Kernenergie, Zerfall radioaktiver Isotope Uran, Thorium, Kalium)

**Sonneneinstrahlung** in Erdoberflächennähe





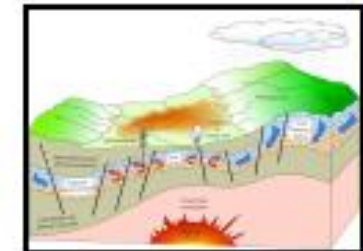
- ⇒ **Wärmeversorgung**
- ⇒ **Kühlung**
- ⇒ **Speicherung von Wärme und Kälte**
- ⇒ **Balneologische Nutzung**
- ⇒ **Stromerzeugung** (Voraussetzung:  $T > 95 \text{ °C}$  sowie hohe Ergiebigkeit)

...um die **Erdwärme** gewinnen zu können, braucht man ein  
**„Transportmittel“** wie **Dampf, Wasser oder Sole**

**Oberflächennahe Geothermie** bis etwa 400 m Tiefe  
geringeres Temperaturniveau (ca. 7 bis max. 25 °C)

- ⇒ Wärmepumpen
- Kollektoren
  - Sonden
  - Grundwasser - auch Nutzung von Gruben-, Tunnelwässern

**Tiefe Geothermie** bis etwa 7.000 m  
höheres Temperaturniveau (ca. 40 bis über 100 °C)



- ⇒ Hydrothermale Energiegewinnung (Heißwasseraquifere)
- ⇒ Hot-Dry-Rock-Verfahren (heiße aber trockene Tiefengesteine, mind. 2 Bohrungen, die durch bestehender Risse oder künstliche Aufweitung untereinander hydraulisch verbunden sind)



## Temperaturverteilung:

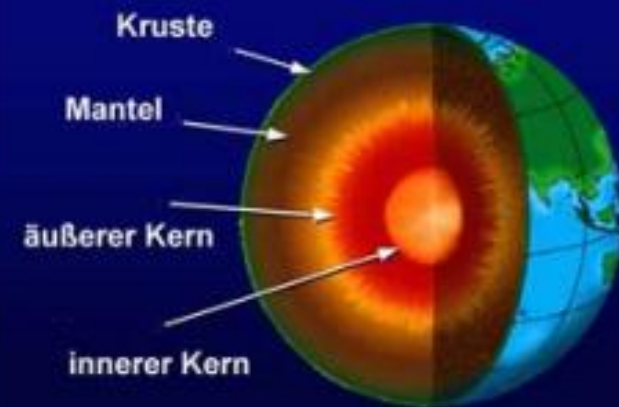
**Geschätzte Erdkern-Temperatur 4.500 bis 6.500 °C**

**99% unseres Planeten sind heißer als 1.000 °C**

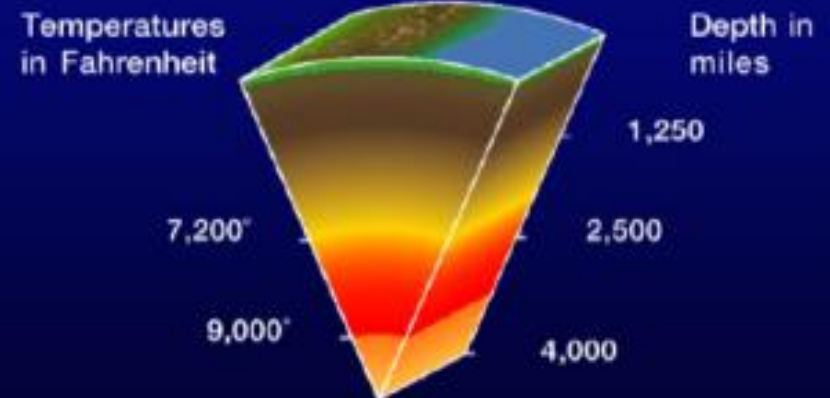
**99% vom Rest sind immer noch heißer als 100 °C**

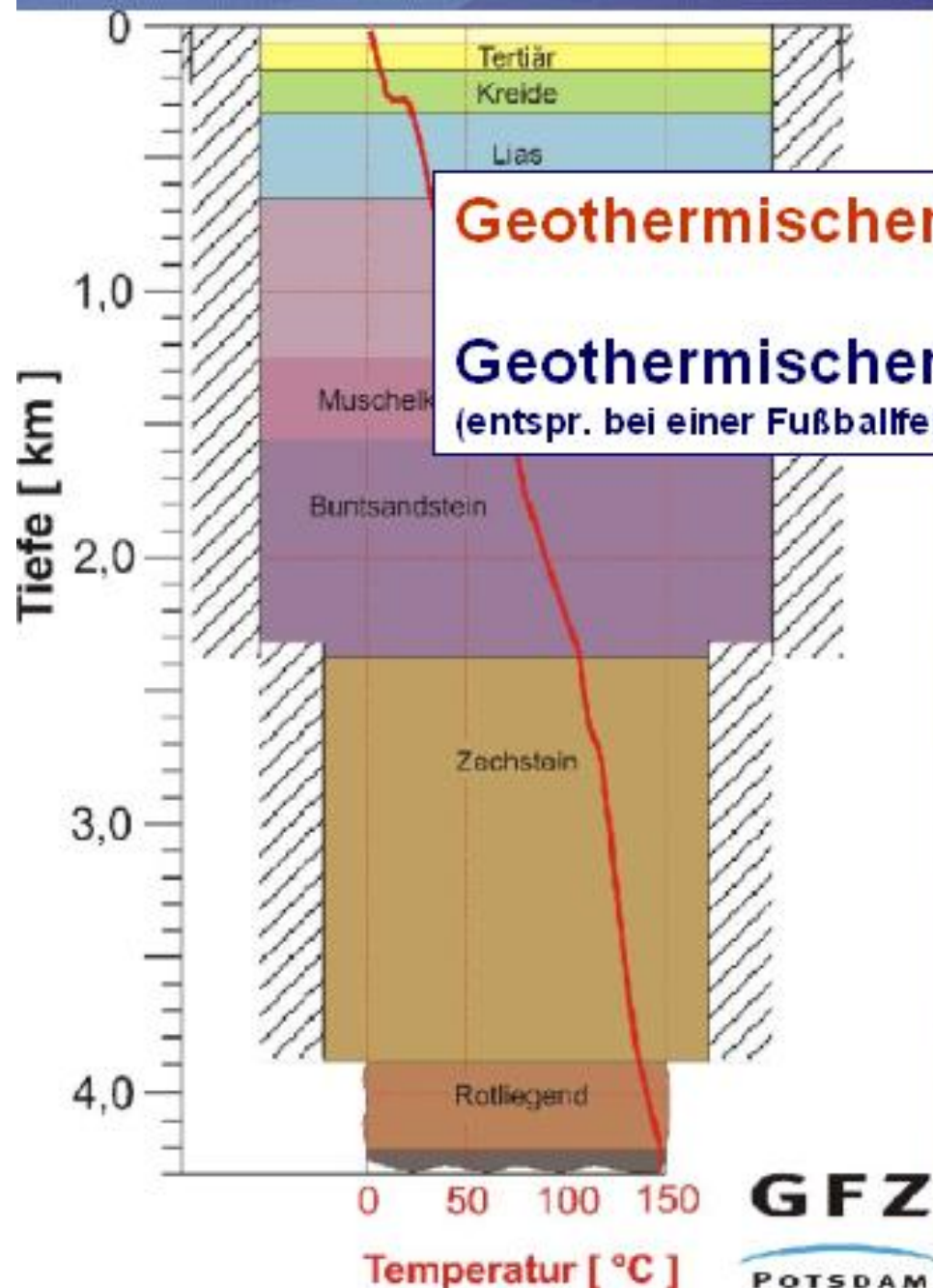
**Aufgrund des Temperaturgefälles zwischen Erdinnerem und Erdoberfläche wird die Erdwärme ständig „nachgeliefert“**

## Die Erde



## Temperatures in the Earth





**Geothermischer Gradient ca. 3 °C pro 100 m**

**Geothermischer Wärmefluss rd. 60 – 80 mW/m<sup>2</sup>**  
(entspr. bei einer Fußballfeldgröße lediglich 4 bis 6 100 W-Glühbirnen)

Abkühlung von 1 km<sup>3</sup> Gestein um 20 °C  
entspricht ca. 15.000 GWh (thermisch)  
entspricht 1.275.000 Tonnen Rohöl  
(rd. 1% des Jahresbedarfes Deutschlands)

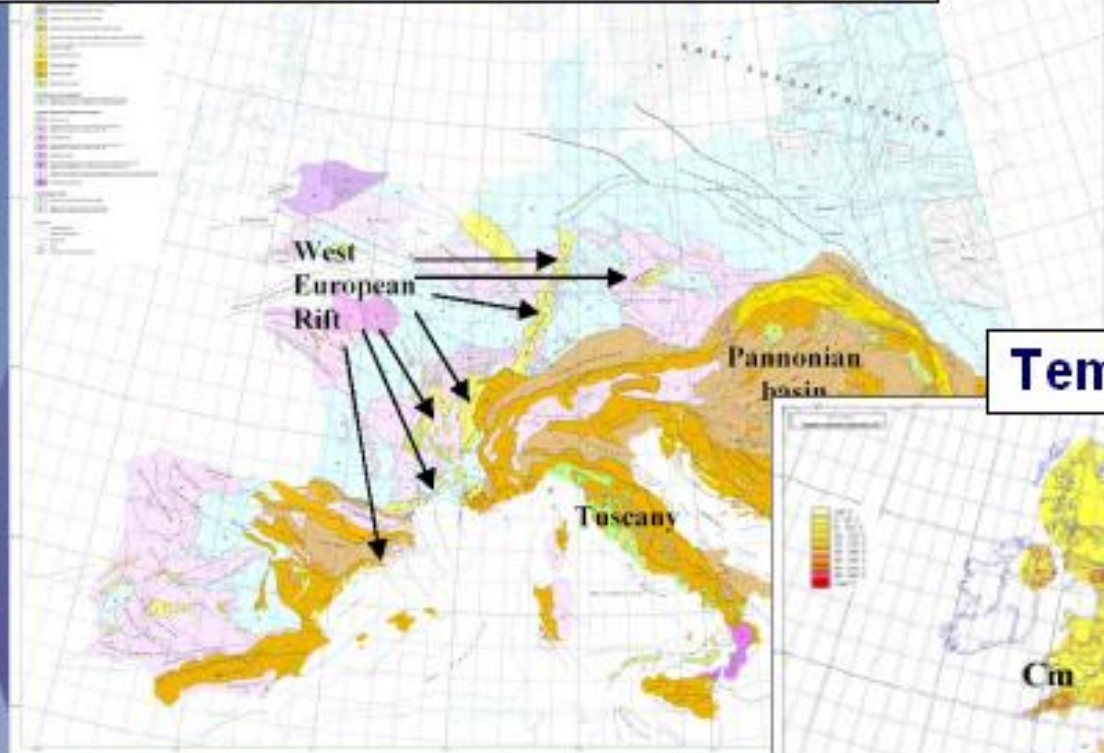


In geologisch aktiven Regionen liegt der **Geothermische Gradient** deutlich höher als normal

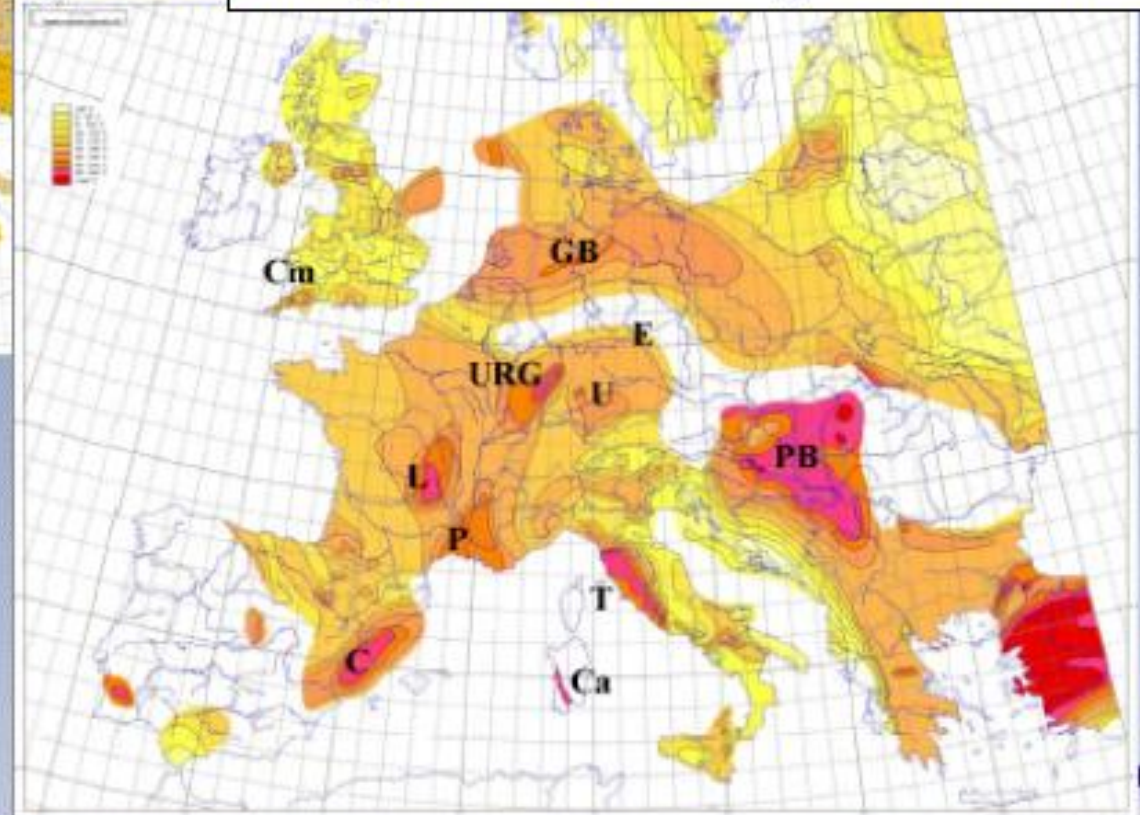




## Rift- und Kollisionszonen in Europa

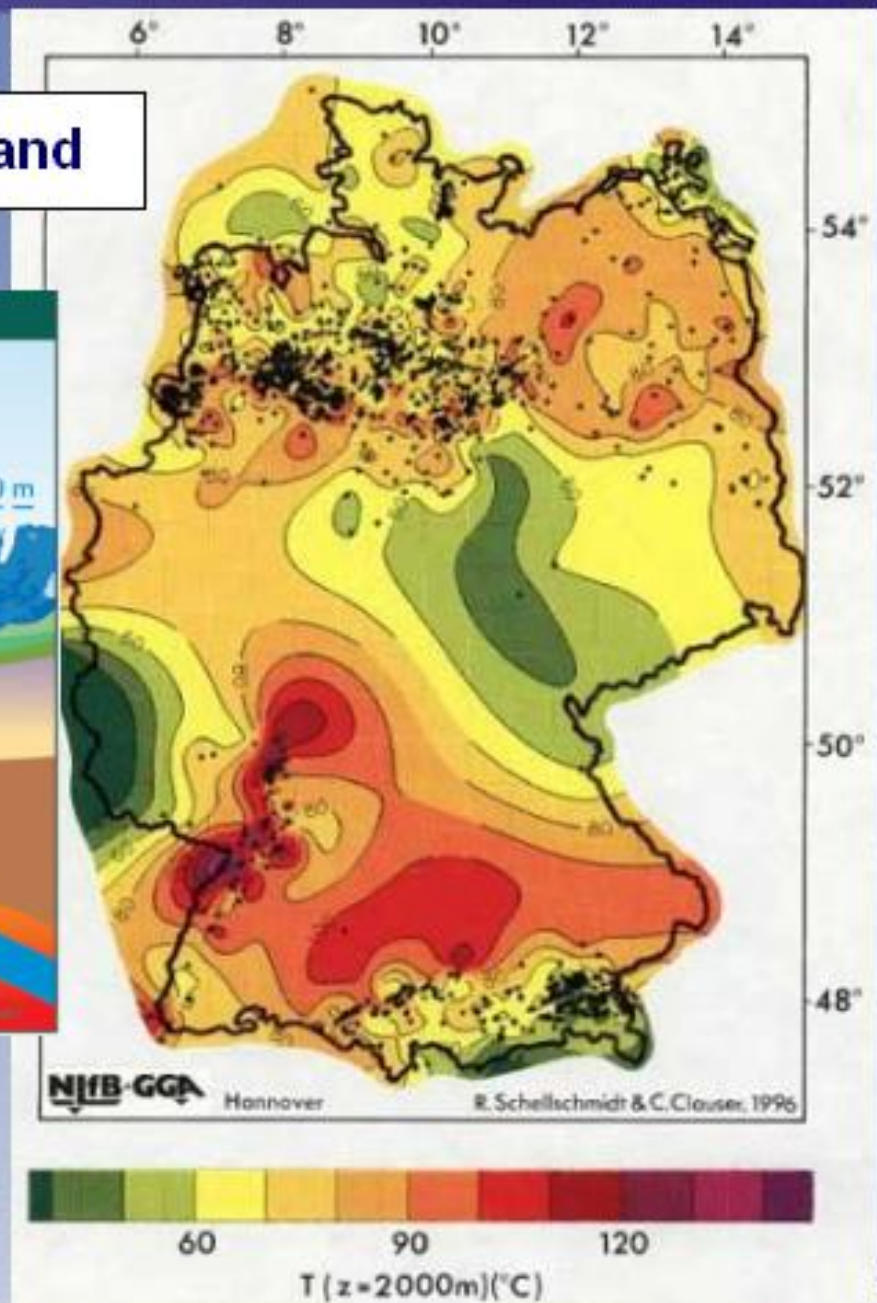
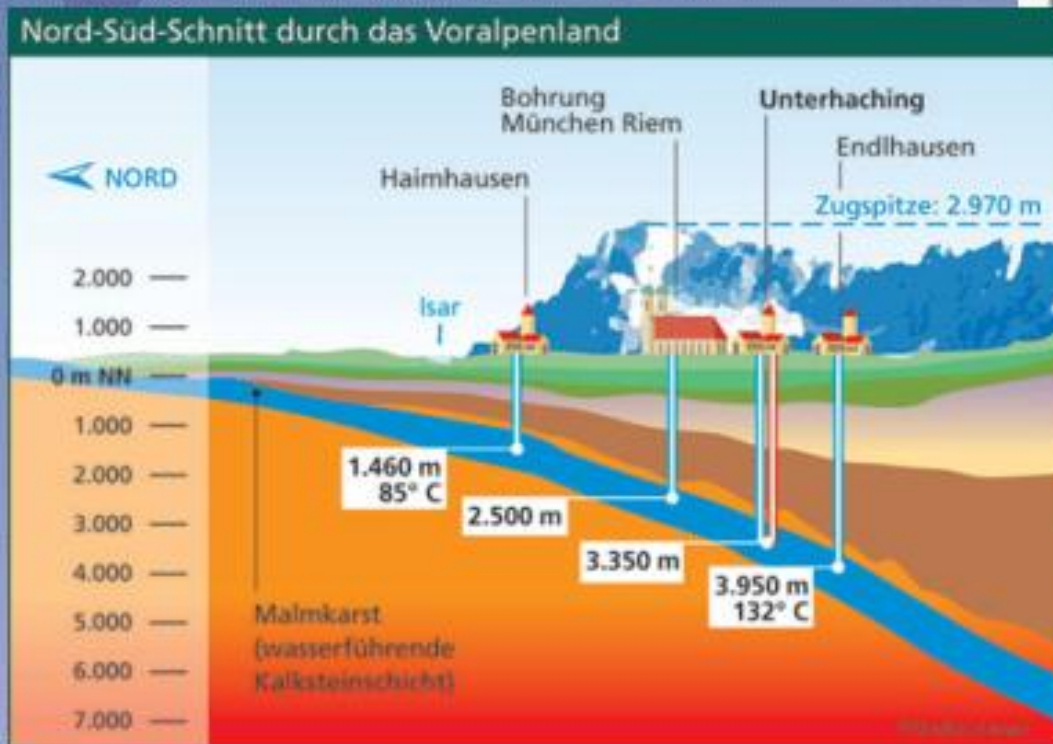


## Temperaturverteilung in 5 km Tiefe





# Erdwärmeverteilung in Deutschland





- ⇒ **Einfamilienhäuser (Tiefen selten mehr als 100 m)**
- ⇒ **Mehrfamilienhäuser, Industrie- und Gewerbebetriebe, Verwaltungsgebäude (ähnliche Tiefen, mehrere Bohrungen notwendig, Sondenfeld)**
- ⇒ **Stromerzeugung (häufig mehrere 1000 m)**



- ⇒ **enormes Potenzial für den Klimaschutz**
- ⇒ **Energieverfügbarkeit** saisonal unabhängig (grundlastfähig)
- ⇒ **Unabhängigkeit** vom Öl
- ⇒ **Innovation** in der Wirtschaft
- ⇒ **Arbeitsplätze**
- ⇒ **CO<sub>2</sub>-freie Energieversorgung**





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**