

# *Technische Beratung für Systemtechnik*

**Bernd Felgentreff**  
**Mittelstr. 13 a**

**04205 Leipzig-Miltitz**

**Tel.: 0341 / 94 11 484**

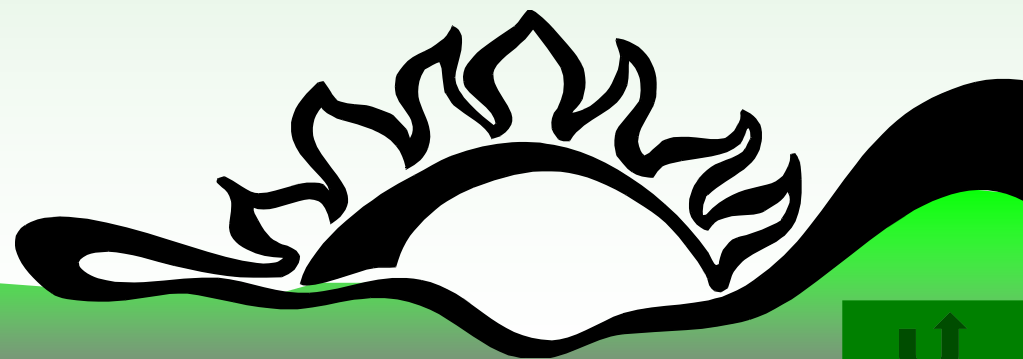
**Fax : 0341 / 94 10 524**

**Funktel.: 0178 / 533 76 88**

**E-Mail: [tbs@bernd-felgentreff.de](mailto:tbs@bernd-felgentreff.de)**

**web: [www.bernd-felgentreff.de](http://www.bernd-felgentreff.de)**

*Anthropogene und geogene Aquifere  
oder wie entkopple ich Angebot und Nutzung  
niedertemperaturiger Wärmequellen*

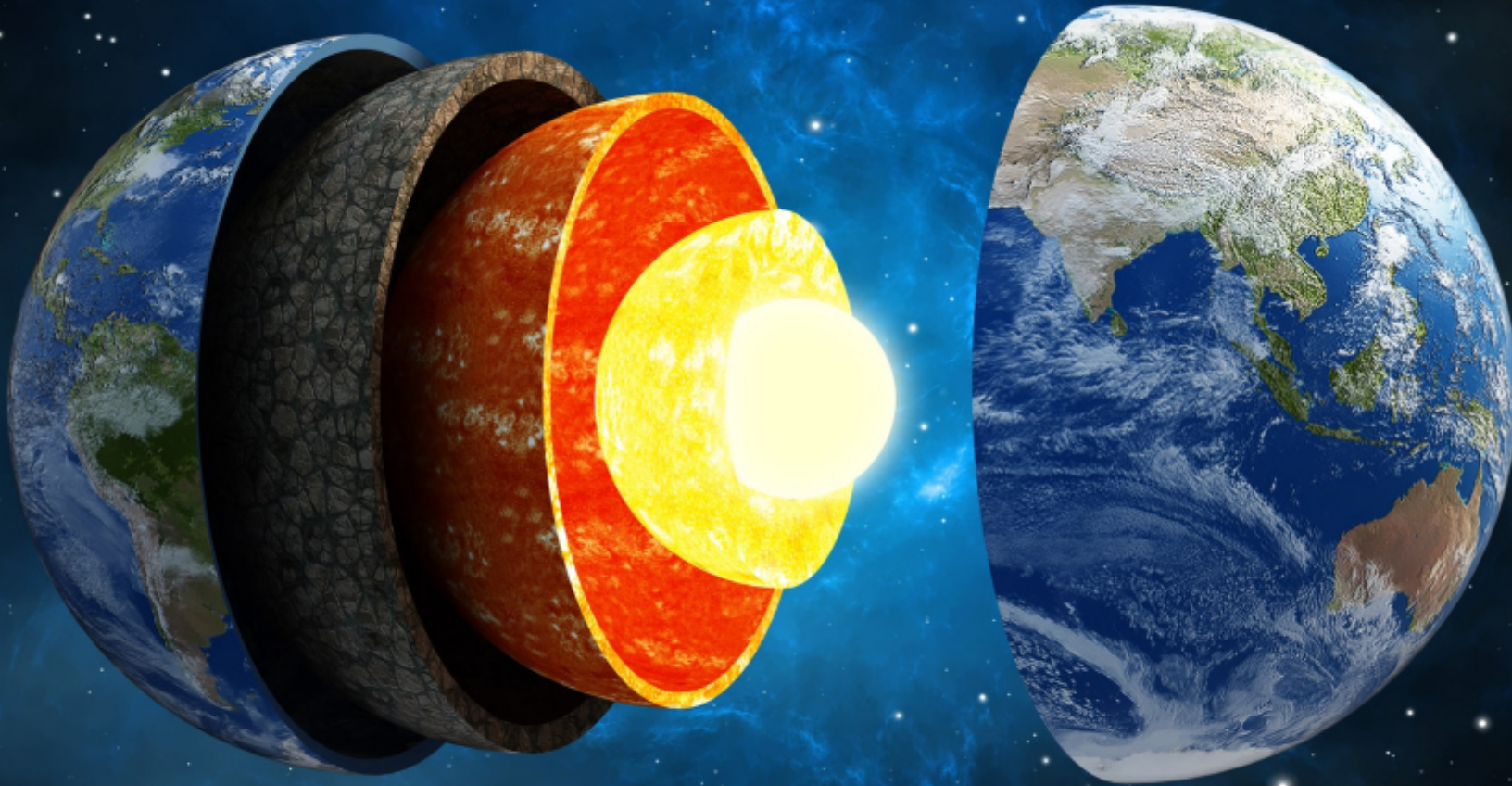




## Potentiale

99% der Erde sind wärmer als  $1000^{\circ}\text{C}$  und vom restlichen

12 765 km

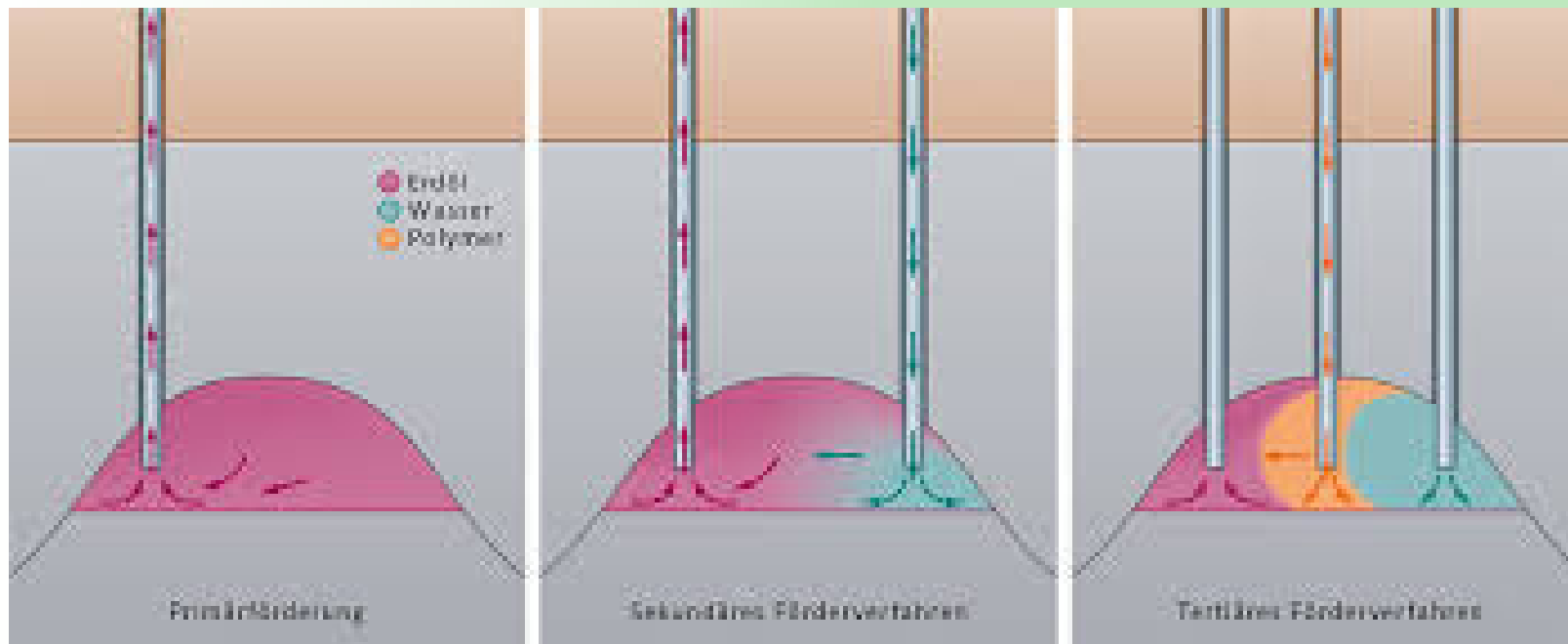


1% (100 km Erdkruste) sind 95% wärmer als  $100^{\circ}\text{C}$



## Fakten:

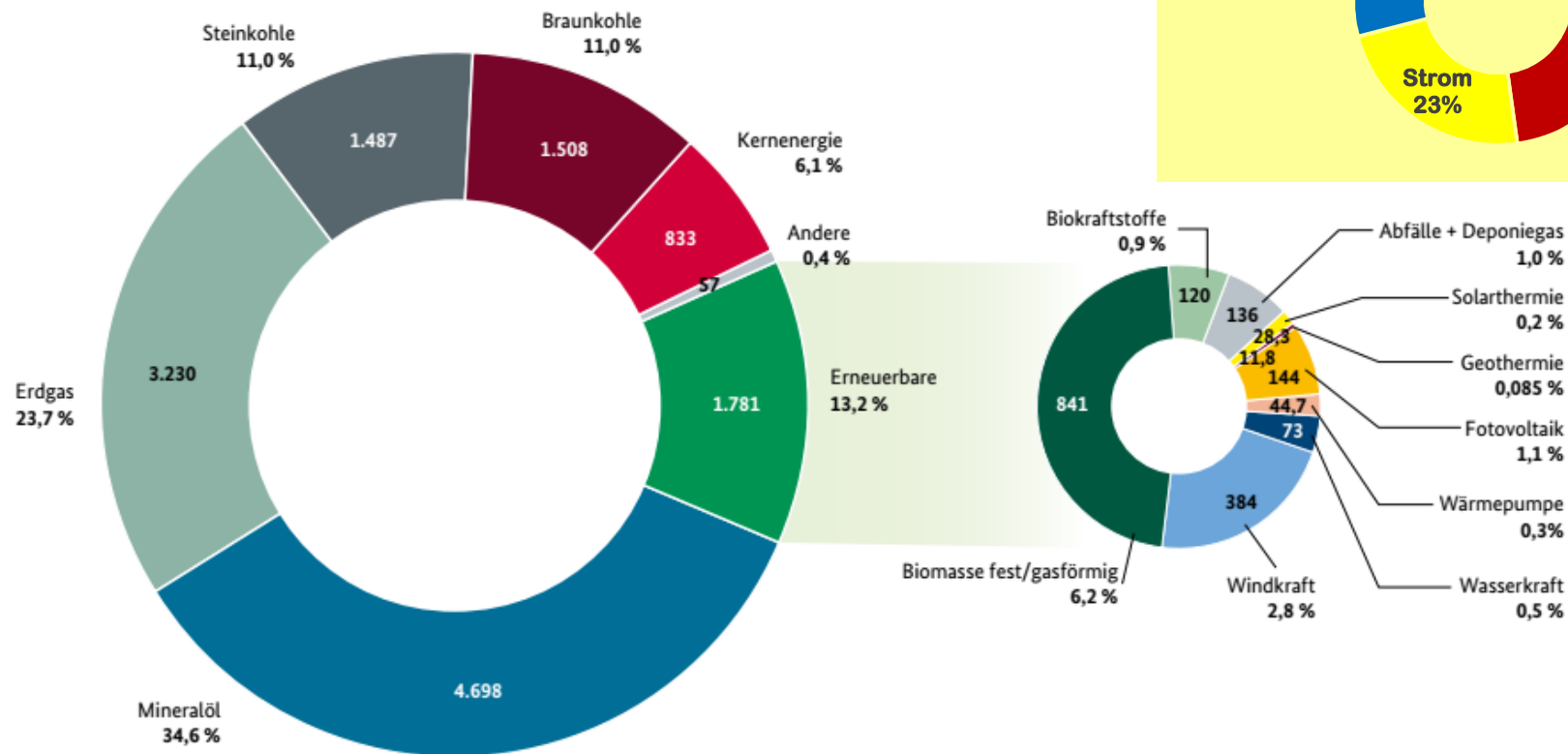
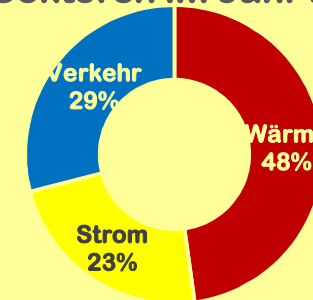
- Heute ist die typische Tiefe für Erdölbohrungen 3000 m
- Der Rückbau dieser Umweltbelasteten Anlagen ist selten vorgesehen
- Jeder m<sup>3</sup> Erdöl verseucht unwiederbringlich 1m<sup>3</sup> Wasser
- Diese Anlagen verursachen „Ewigkeitskosten“, die nirgendwo eingepreist sind.





# Deutschlands Primärenergieverbrauch 2017: 13.594 PJ\*. Ziel 2050: -50%

Endenergieverbrauch in den drei Sektoren im Jahr 2017\*



\* vorläufig

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Stand: August 2018, Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)





# Mögliche Potentiale zur Nutzung in Kalten, intelligenten Wärmenetzen

Energiequelle	Bemerkungen
<input type="radio"/> Abwärme aus Industrieprozessen	< 60°C bisher nicht genutzt
<input type="radio"/> Abwärme aus Kühlung / Rückkühlung	93% bisher nicht genutzt
<input type="radio"/> Sonnenwärme	bis zu 500% zur PV ; 200% besser als im EFH
<input type="radio"/> thermische Grundwassernutzung ☀	In „heißen Wärmenetzen“ nicht nutzbar
<input type="radio"/> Erdwärme ☀	
<input type="radio"/> thermische Seewasser- / Grubenwassernutzung ☀	
<input type="radio"/> Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung	alle Arten nutzbar
<input type="radio"/> Wärmeauskopplung aus Biogas	auch mit längeren Wegen
<input type="radio"/> Wärmenutzung aus Biomasse (Grünschnittpellets)	vor allem als Spitzenlast

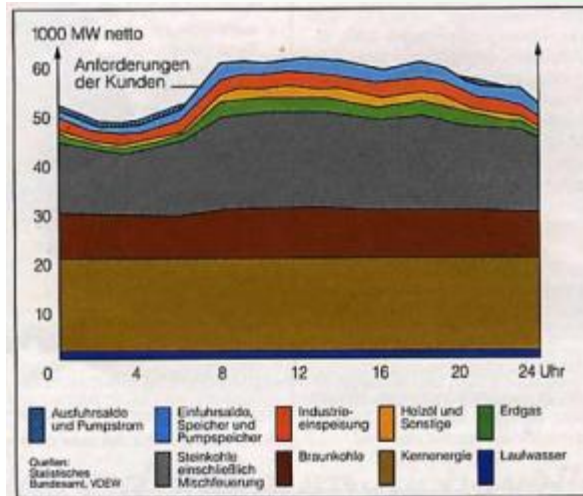
☀ Auch als Langzeitspeicher nutzbar

# Warum hybride Wärmenetze?

Technische Beratung  
für Systemtechnik

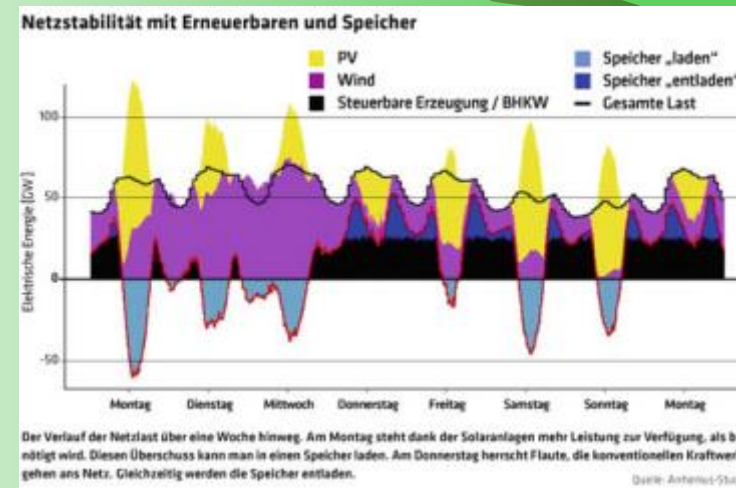


Stromerzeugung  
Gestern / bisher:



- Abwärme immer verfügbar
- hochtemperaturig (optimal)
- hohe Verluste (wenig relevant)
- erneuerbare Wärmequellen praktisch ungeeignet
- Abschaltung nicht möglich/ nicht nötig

Heute / zukünftig:



- Grundlast aus PV und Wind
- KWK nur noch Regelenergie
- Abwärme nicht ständig verfügbar
- Erneuerbare Wärmequellen zwingend erforderlich
- Optimierung / Abschaltung nötig u. möglich

## Fazit / Konsequenzen:

- **Wärmenetze müssen für erneuerbare Wärmeträger offen sein**
- **Wärmenetze müssen viel Kälter, viel intelligenter und abschaltbar sein**
- **Kalte, intelligente Wärmenetze machen niedertemperaturige Abwärmequellen nutzbar (größtes ungenutztes Potential in Deutschland!)**

# Seewasser - Wärmeentzug am Beispiel Zwenkauer See

*Technische Beratung  
für Systemtechnik*

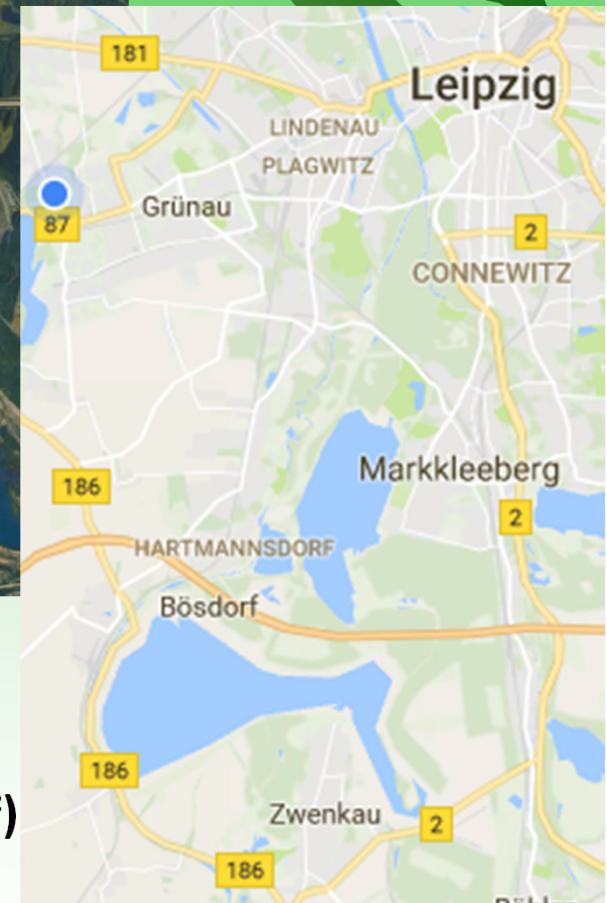


**Fläche:** 9,63 km<sup>2</sup>  
**Umfang:** 22,6 km  
(Uferlänge)

**Tiefe:** 17,7 m  
**Gesamtvolumen:**  
176.026.500 m<sup>3</sup>  
0,176 km<sup>3</sup>

**Entzugsleistung:**  
204.190.740 kWh pro Kelvin  
204,2 GWh pro Kelvin  
**Wärmenachfluß aus der Erde:**  
55,9 GWh pro Stunde/Kelvin (bei 5W/m<sup>2</sup>/9,63 km<sup>2</sup>)

**Vergleich Einfamilienhaus:** 0,015 - 0,035 GWh pro Jahr





# Aquifere

## (Definitionen)

### Aquifer, geogen (natürlichen Ursprungs):

Gesteinskörper, der geeignet ist, Grundwasser weiterzuleiten und abzugeben. Aquifere werden auch als Grundwasserleiter bezeichnet. Bei der Abgrenzung der Begriffe Aquiclude, Aquifuge, Aquitarde und Aquifer wird oftmals die Wirtschaftlichkeit des Gesteinskörpers hinsichtlich der Wasserergiebigkeit mit einbezogen. Aquifere sind dann solche Gesteinskörper, die Grundwasser in wirtschaftlich bedeutsamen Mengen liefern.

### Aquifer, anthropogen (vom Menschen gemacht):

Hohlraum, hauptsächlich durch Untertage-Bergbau entstanden durch stillgelegte Untertagebergwerke. Altbergbau, im Osten Deutschlands sehr oft ohne Rechtsnachfolger (Besitzerlos), von den Bergämtern polizeilich verwaltet (Anzeigepflicht für Nachnutzung). Unter verschiedenen Umständen (Langzeitbeständigkeit, Umweltverträglichkeit) als saisonaler Wärme- und oder Kältespeicher gut geeignet.

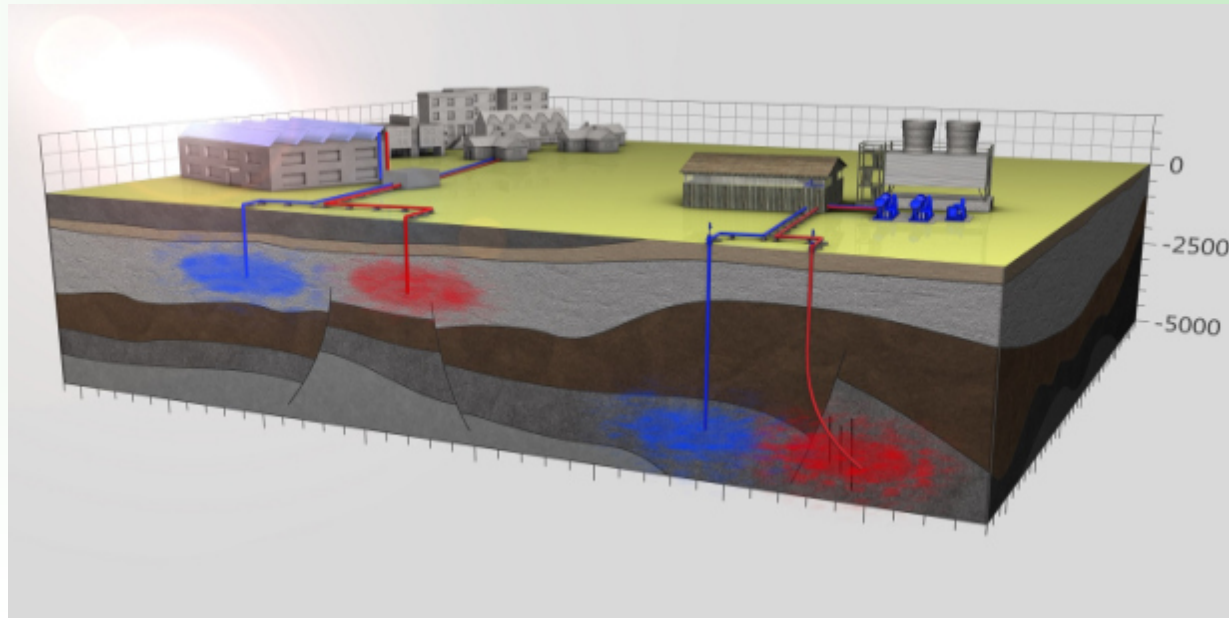




# Aquifer-Wärmespeicher (Geogen)

Ein Aquifer-Wärmespeicher nutzt im Gegensatz zu einem Erdsonden-Wärmespeicher die Wärmekapazität von Wasser und Gestein eines natürlichen, nach oben und unten hydraulisch weitgehend dichten Grundwasserleiters.

Der Aquifer-Wärmespeicher wird wie eine geothermische Dublette über eine Förder- und eine Schluckbohrung erschlossen. Zu Beladung wird Wasser über eine der Bohrungen entnommen, in einem Wärmetauscher erwärmt und über die zweite Bohrung dem Aquifer wieder zugeführt. Dieser Vorgang wird im Entladebetrieb umgekehrt.



# Altbergbau

*Technische Beratung  
für Systemtechnik*



Altbergbau sind still gelegte Gruben.  
Selbst die Kleinen haben selten Volumen unter 80.000 m<sup>3</sup>.

Mitteldeutschland (Sachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt)



sind weltweit der Raum mit dem dichtesten durch Menschen gemachten Hohlräumen (durch 800 Jahre Untertage-Bergbau).

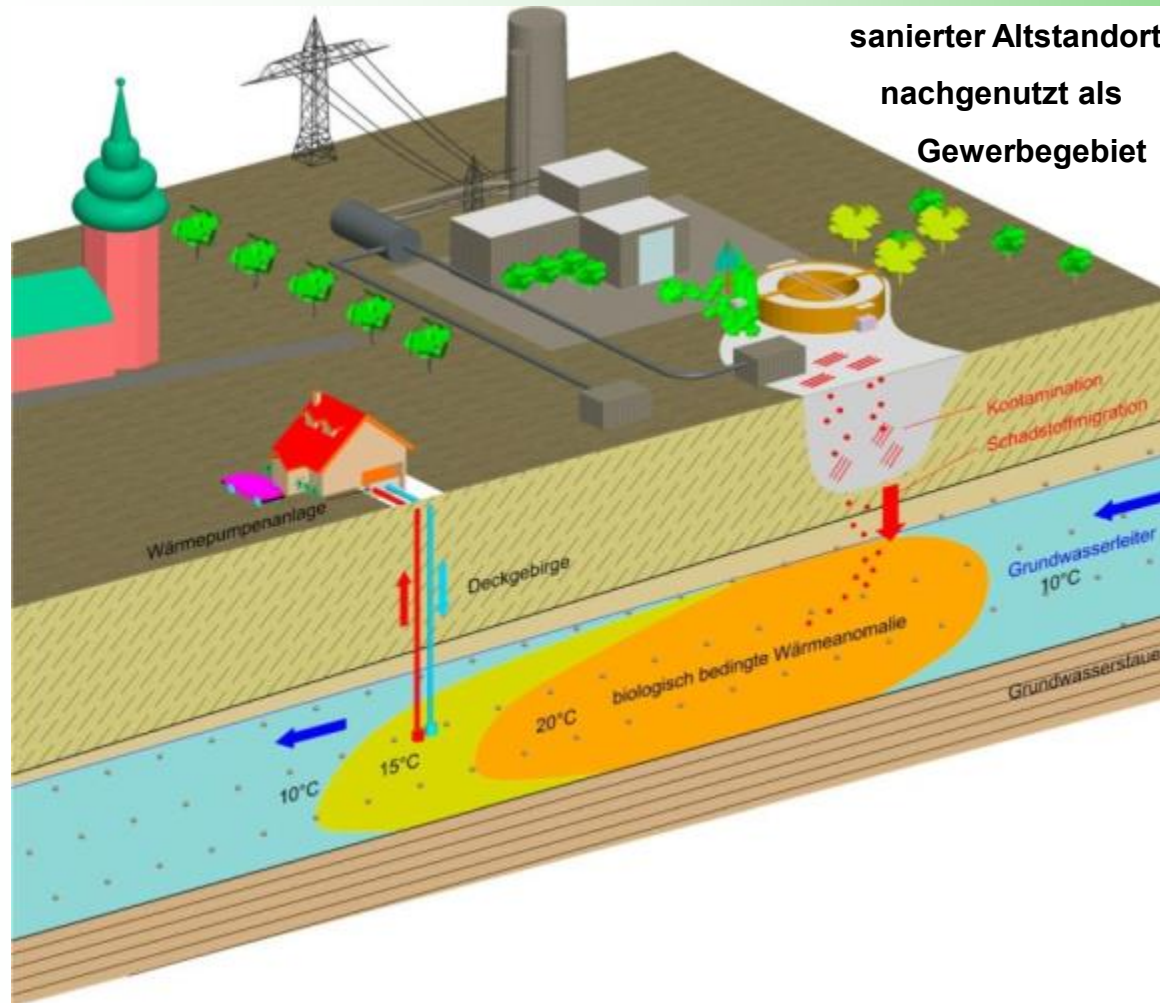
Durch die Brüche vom 3.Reich zur DDR und zur Bundesrepublik gehören sie meistens niemandem.

Die Oberbergämter haben „Polizeirecht“ und müssen jegliche Nachnutzung angezeigt bekommen.





# Das Wirkungsprinzip einer Biogeochemie-Anlage



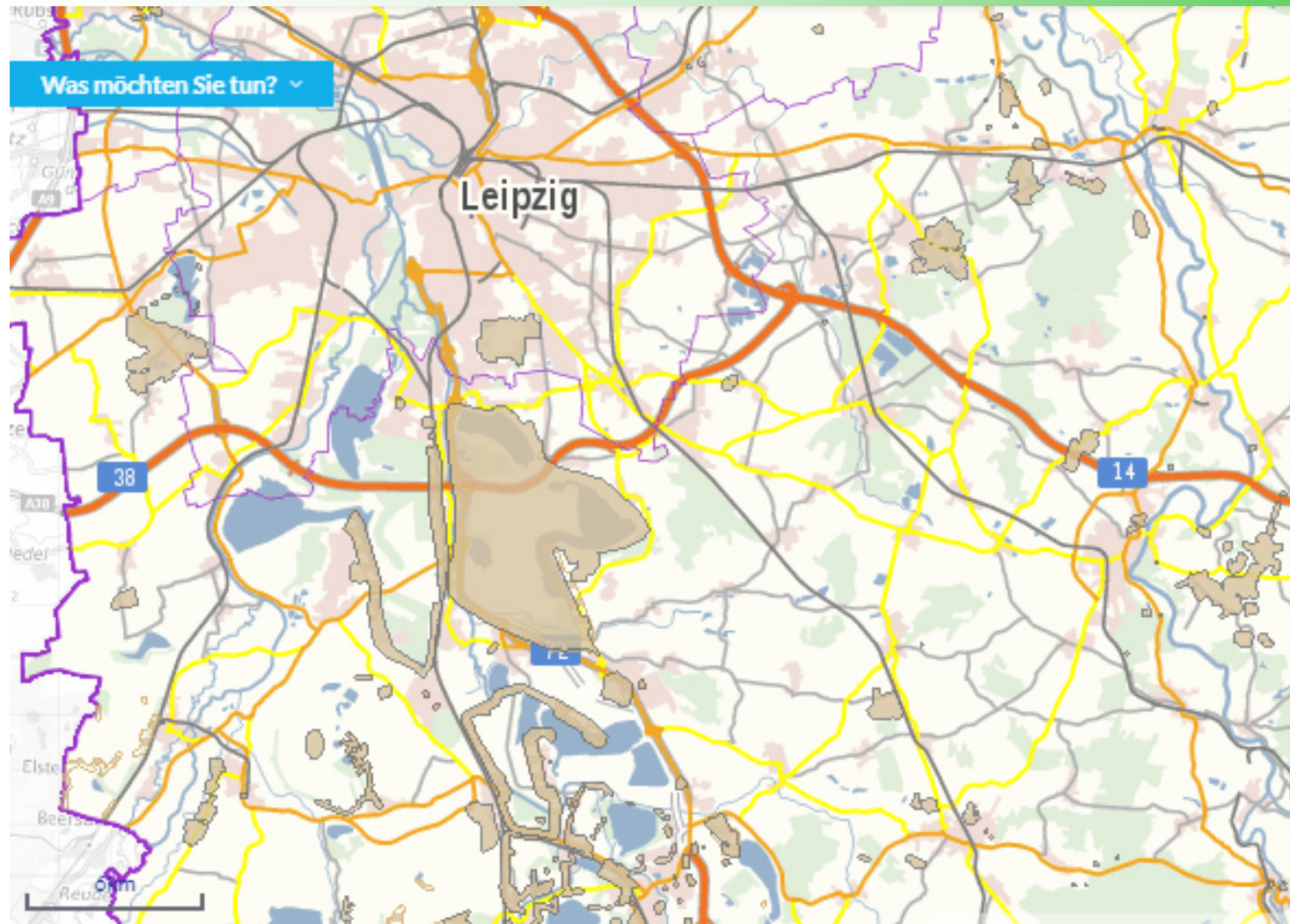
- Das Wirkungsprinzip einer BIOGEOCHEMIE-Anlage ähnelt einer herkömmlichen oberflächennahen Geothermie-Anlage.
- Anpassung an besondere Bedingungen erforderlich

Schematische Darstellung des Wirkungsprinzips einer BIOGEOCHEMIE-Anlage  
(Quelle: Jena-GEOS)





# Altbergbau in und um Leipzig







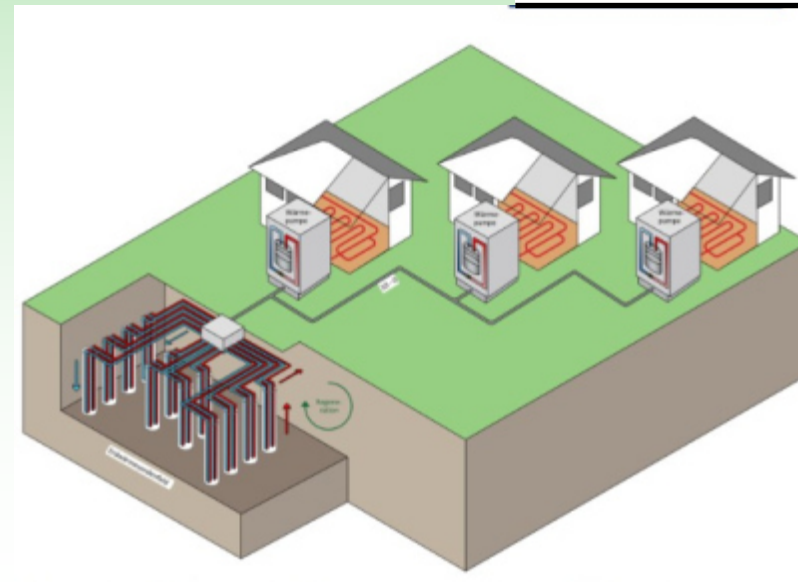
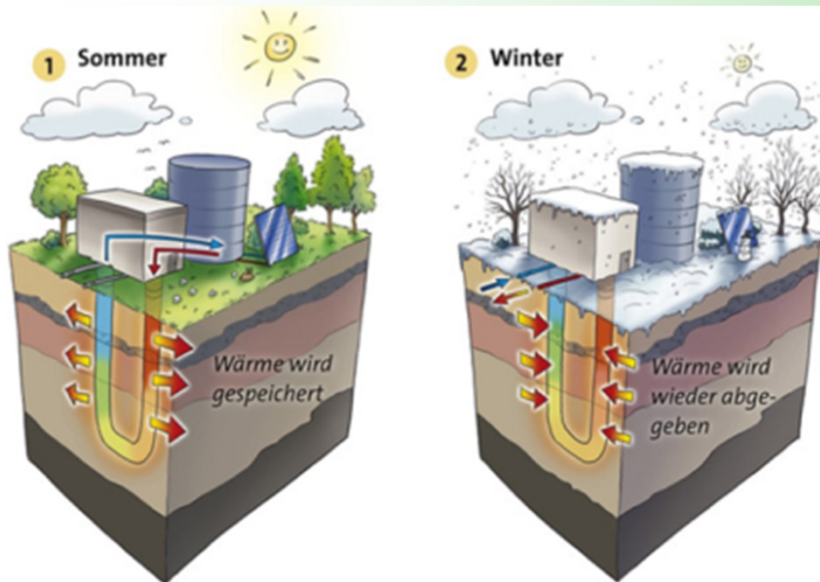
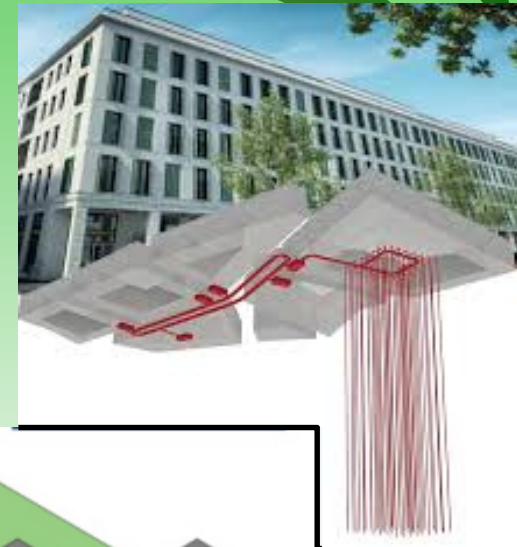
# relevante Altlastsanierung

## Variante 1

### Dekontamination durch Grundwasserspülung

#### Nutzen:

- Erhebliche Synergieeffekte für die Sanierung und die Nachnutzung
- Nähe zur zukünftigen Nutzung
- Chancen durch Problemlösung
- Imagesgewinn für das „geschändete“ Grundstück
- ...





# relevante Altlastsanierung

## Variante 2

### Auskoffnung von Altlasten

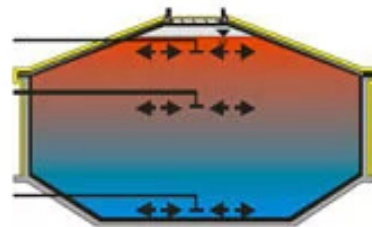


mögliche Varianten empfohlener  
Langzeitspeicher:

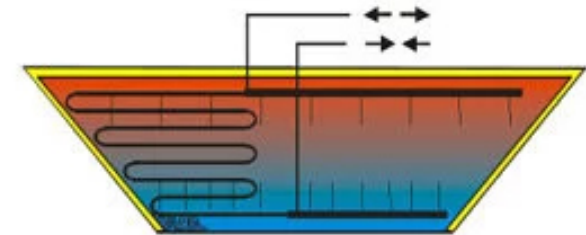
#### Nutzen:

- Erhebliche Synergieeffekte für die Sanierung und die Nachnutzung
- Nähe zur zukünftigen Nutzung
- Chancen durch Problemlösung
- Imagesgewinn für das „geschändete“ Grundstück
- ...

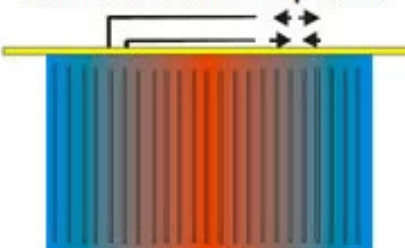
Heißwasser-Wärmespeicher



Kies-Wasser-Wärmespeicher



Erdsonden-Wärmespeicher



Aquifer-Wärmespeicher



# Heizen mit Vakuum-Flüssigeis

*Technische Beratung  
für Systemtechnik*



Nutzung natürlicher oder künstlicher Wasserreservoirs als Wärmequelle

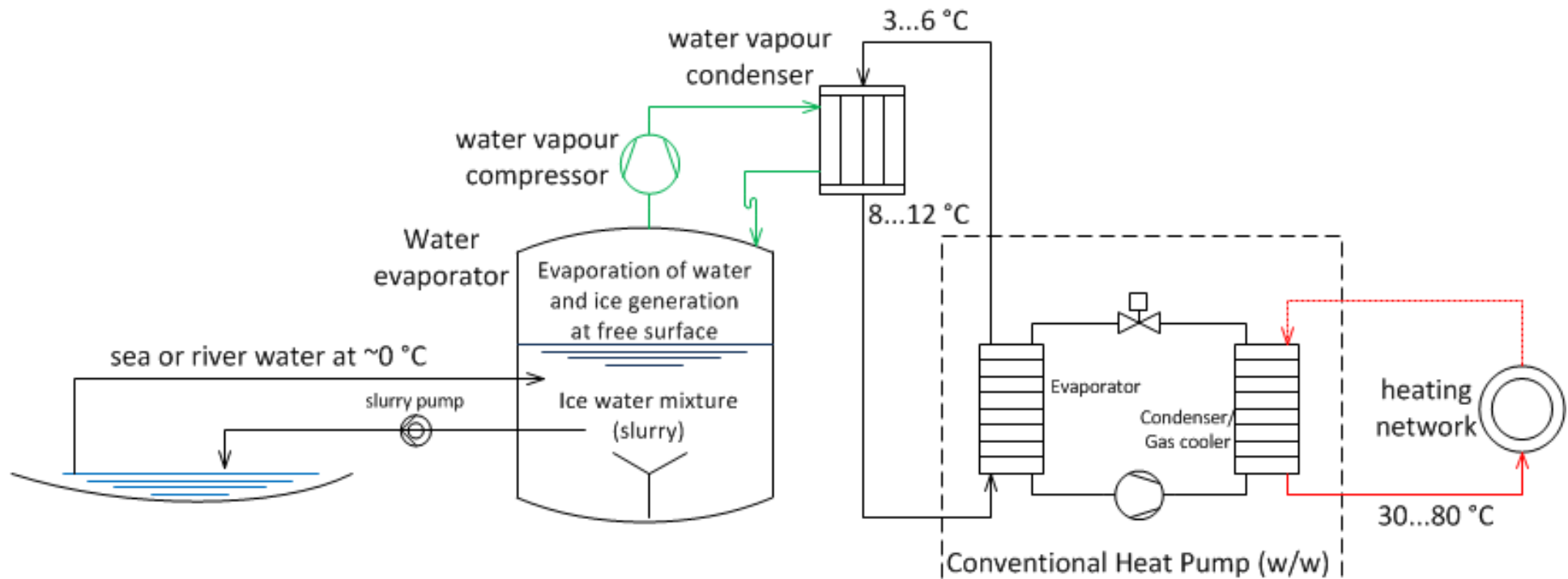
## Vorteile

Konstante Temperatur der Wärmequelle

Höhere Wärmequellentemperatur als bei Luftwärmepumpen

Vermeidung von Schallproblemen von Luftwärmepumpen

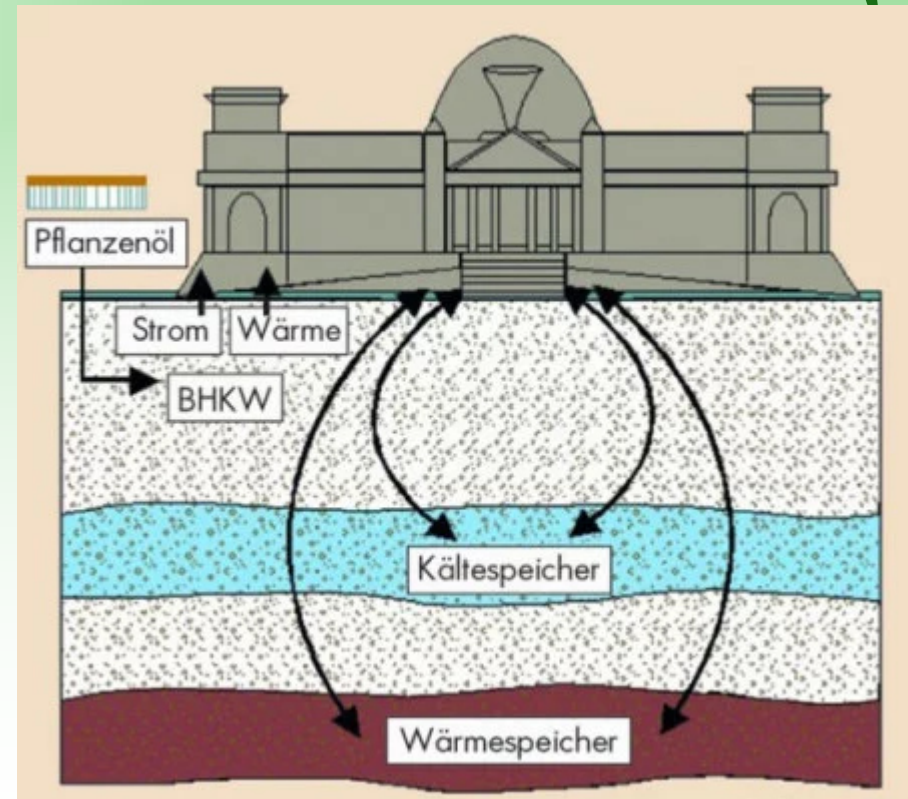
Geringere Investitionskosten gegenüber Erdwärme, keine Regenerierungsprobleme







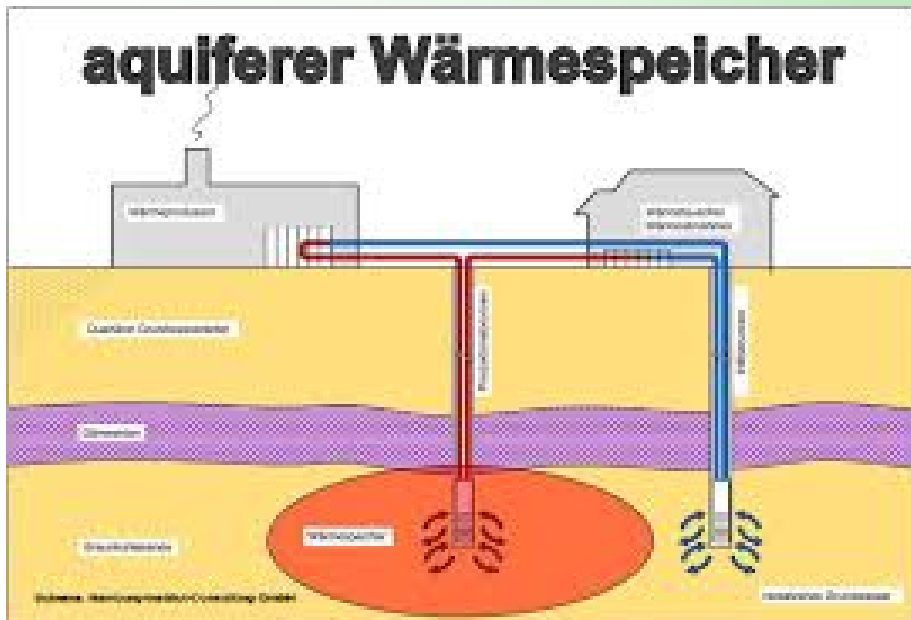
# Referenz: Berlin - Deutscher Bundestag







# Referenz: Hamburg





# Referenz: Dänemark - Kopenhagen





## Fazit und nächste Schritte

- Aquifere sind in vielen Fällen geeignet, die Funktion von saisonalen Wärme- und /oder Kältespeicher zu erfüllen
- Die individuellen Gegebenheiten, sowie die Eignung müssen in jedem Fall von geeigneten Geologie-Fachplanern untersucht und bestätigt werden.
- Durch diese Fachplaner muss den relevanten Behörden (u.a.: untere Wasserbehörde, Umweltamt, Bergamt) zugearbeitet und von diesen die nötigen Nutzungsfreigaben erwirkt werden.
- Wenn die Auflagen zur Nutzung erfüllt sind, steht dem Gebrauch auf unbegrenzte Zeit nichts im Wege.



*Es gibt nichts Gutes, außer*

*– man tut es! (Erich Kästner)*

**Tagesseminare - Hybride Wärmeversorgung:**

- 9. September 2019 : am Umweltinstitut Leipzig
- 11. September 2019: im EIPOS, Dresden
- 12. September 2019: bei RKW, Magdeburg

**Bernd Felgentreff**  
**Mittelstr. 13 a**

**04205 Leipzig-Miltitz**

**Tel.: 0341 / 94 11 484**

**Fax : 0341 / 94 10 524**

**Funktel.: 0178 / 533 76 88**

**E-Mail: [tbs@bernd-felgentreff.de](mailto:tbs@bernd-felgentreff.de)**

**web: [www.bernd-felgentreff.de](http://www.bernd-felgentreff.de)**

**Vielen Dank.**

