

WÄRME-KÄLTE-HYBRID

Aquifernutzung

Hydrothermale Geothermie zur Wärme-/Kälteerzeugung

FUNKTIONSWEISE

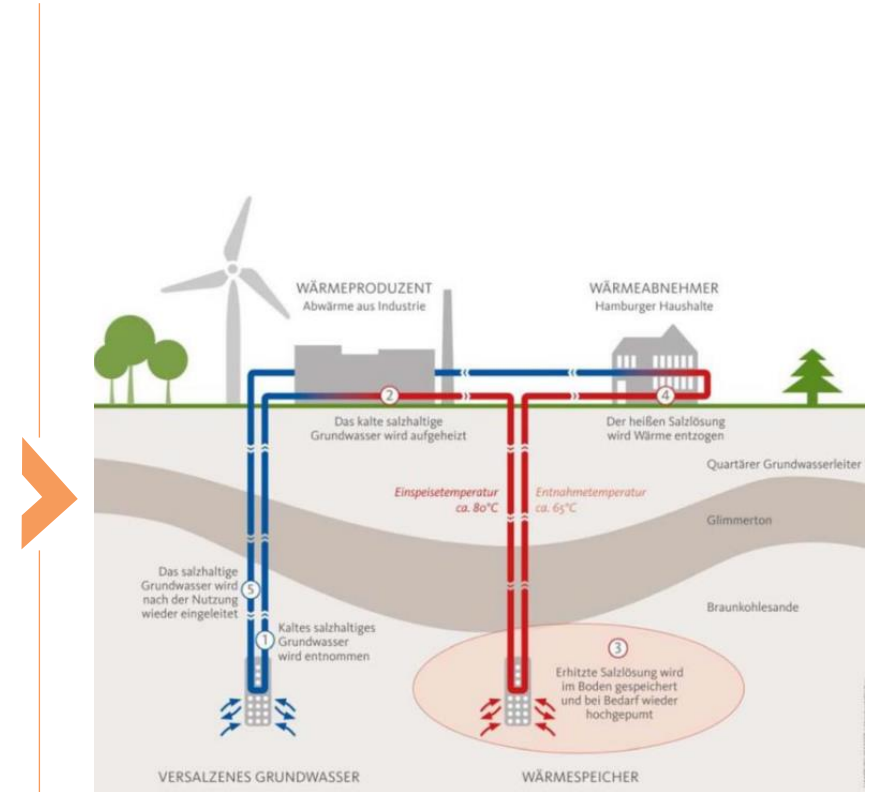
Wärmenutzung

Aus dem Aquifer wird Wasser gefördert und thermische Energie entzogen, welche mittels einer Wärmepumpe anschließend auf ein höheres Energieniveau gebracht wird. Das abgekühlte Wasser wird anschließend dem Grundwasserkörper zurückgeführt. Um zusätzlich Wärme im Grundwasser zu speichern (Regeneration), kann das entnommene Grundwasser in den Sommermonaten z.B. solarthermisch erwärmt werden. Das so erwärmte Grundwasser wird über eine zweite Bohrung in den gleichen Grundwasserleiter zurückgeführt. An der Injektionsbohrung entsteht in der Folge eine Wärmeblase. Bei Umkehr der Förderrichtung im Winter (Wärmeentnahme) wird die Wärmeblase wieder abgebaut.

Kältenutzung

Je nach Anwendungsfall kann ein Aquifer auch für die „Kälteerzeugung“ für die Gebäudekühlung genutzt werden. Dabei wird dem Gebäude Wärme (z.B. über Bauteilaktivierung) entzogen, auf Wasser übertragen und dieses anschließend dem Aquifer wieder zugeführt. Für eine zusätzliche Speicherung kann dem Aquifer auch "Kälte" zugeführt werden, sodass eine Kälteblase resultiert, die wiederum Sommer genutzt werden kann.

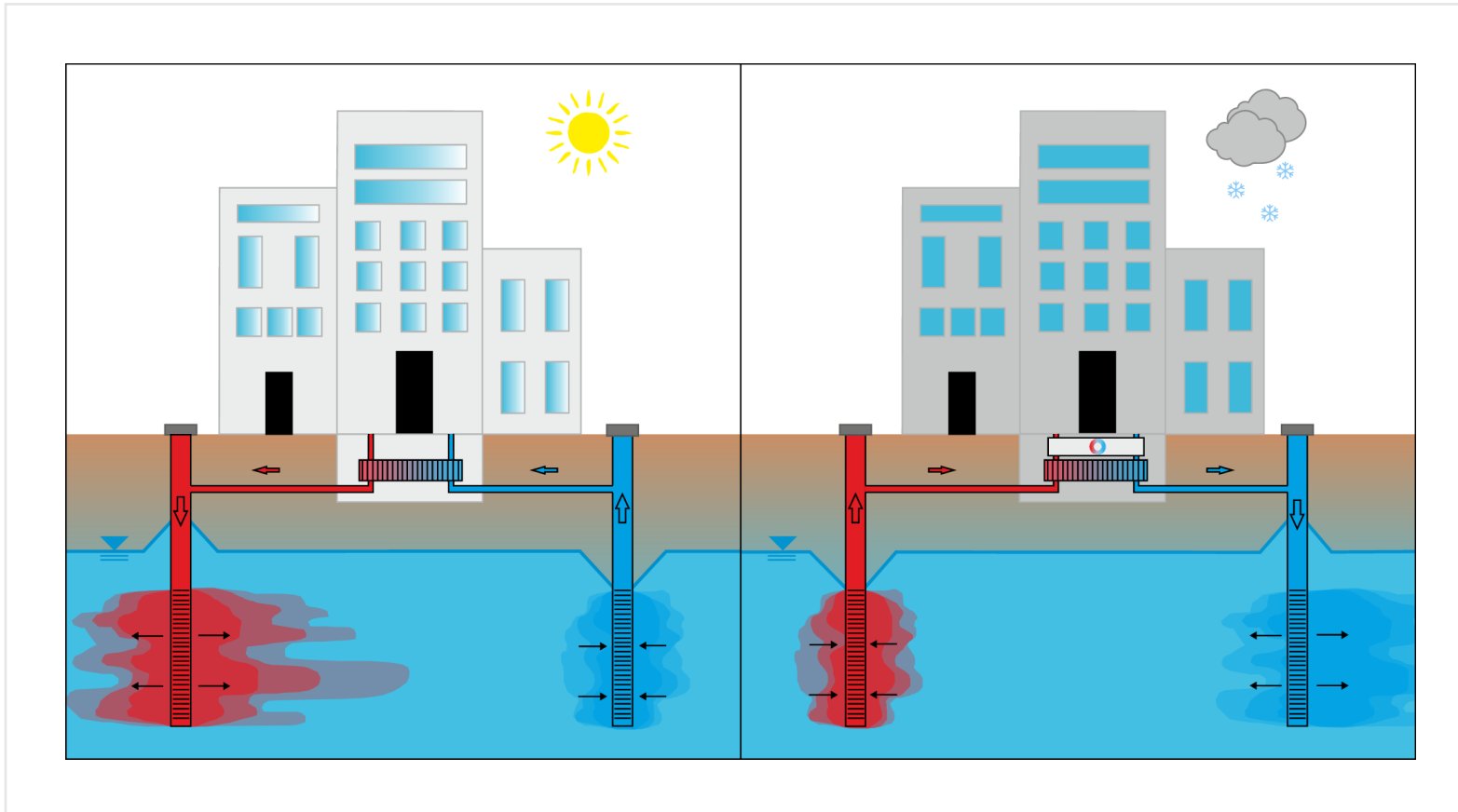
Ein Anlage kann durch Änderung der Förderrichtung sowohl für die Wärme- als auch die Kälteerzeugung eingesetzt werden.



Quelle: Behörde für Umwelt und Energie (2019)

Aquifernutzung

Hydrothermale Geothermie zur Wärme-/Kälteerzeugung



VORTEILE

- Relativ konstantes Temperaturniveau des Grundwasserkörpers über das Jahr
- Niedrige spezifische Errichtungskosten
- Kombination aus Wärme- und Kälteerzeugung möglich
- Mögliche positive Beeinflussung der biologischen Qualität des Aquifers

NACHTEILE

- Mögliche Temperaturspreizung im Vergleich zu anderen Heiz- und Kühlsystemen relativ gering
- Einsetzbarkeit abhängig von lokaler geologischer Eignung
- Genehmigungen zur thermischen Nutzung von Grundwasser notwendig

WÄRME-KÄLTE-HYBRID

Aquifernutzung

Technische Merkmale ^{1,2,3,4}			
Tiefe der Bohrung (vertikal von Geländeoberkante)	<input type="checkbox"/> von 300 - 1.300 m	Max. Grundwasserdurchfluss	<input type="checkbox"/> $v < 3 \text{ cm/d}$ für kleinere Projekte (25 m ³ /h) <input type="checkbox"/> $v < 11 \text{ cm/d}$ für größere Projekte (500 m ³ /h)
Randbedingungen für Wärmespeicherung	<input type="checkbox"/> hydraulisch nach außen abgeschlossen und größere Mächtigkeit <input type="checkbox"/> Ergänzung durch Pufferspeicher für kurzzeitige Wärme- Speicherung	Wärmespeicher-Kapazität	<input type="checkbox"/> 30 - 40 kWh/m ³
Notwendige Förderleistung	<input type="checkbox"/> 0,25 m ³ /h pro kW _{th} Verdampferleistung*) der Wärmepumpe	Spez. Erzeugungsleistung (Heizleistung Wärmepumpe in Relation zu Speichervolumen Aquifer)	<input type="checkbox"/> ca. 60 kW _{th} /m ³
Kosten (netto)			
Investitionskosten <input type="checkbox"/> Kosten für Bohrung zur Wärmespeicherung ²	<input type="checkbox"/> ca. 30 €/m ³ (bei 7.000m ³ Speichervolumen)		

*) Verdampferleistung (kW_{th}) = Heizleistung (kW_{th}) - elektr. Leistungsaufnahme Verdichter (kW_{el})

- **Forum Energiespeicher Schweiz**, „Fokusstudie: Saisonale Wärmespeicher – Stand der Technik und Ausblick“; 2019
- **Manfred Reuß**: Techniken der Oberflächennahen Geothermie. 2007
- **Behörde für Umwelt und Energie**: Wärmewende & Energiepark Hafen. 2019
<https://www.hamburg.de/contentblob/12957152/7374b07373873dce6dd7af51f012383c/data/d-waermewende.pdf>
- **Fleuchaus, P.**: Risk analysis of High-Temperature Aquifer Thermal Energy Storage. 2020
- ¹**Sander, T.**: Grundzüge der Wärmerzeugung und Speicherung. Vortrag AGFW. 2019
- ²**International Renewable Energy Agency (IRENA)**: Integrating low-temperature renewables in district energy systems. 2021
- ³**Strauß, J., Dahmke, A. & Köber, R.** Zusammenstellung saisonaler Wärmespeicher. In: Kompendium wissenschaftlich-technischer und juristischer Aspekte zur Wärmespeicherung im oberflächennahen Untergrund. 2017
- ⁴**Bundesverband Wärmepumpen – BWP**. Leitfaden Erdwärme - Grundlagenwissen und Praxistipps. 2016