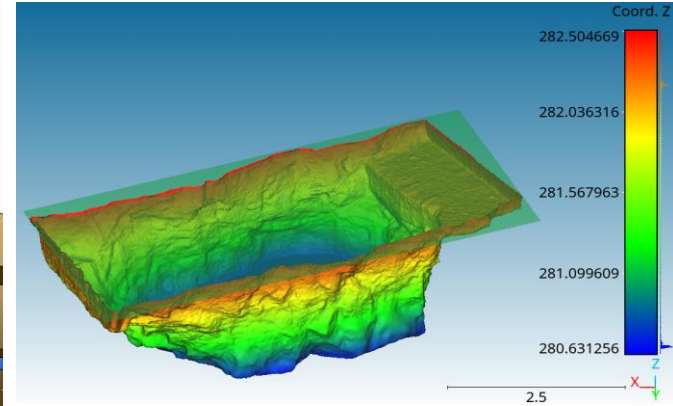


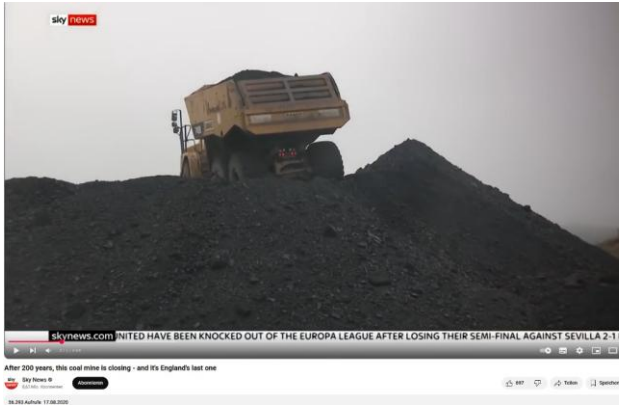
Grubenwasser als Wärmequelle und –speicher für Plusenergiequartiere



L. Oppelt, T. Wunderlich, A. Klein, F. Raithel, T. Grab, T. Fieback

Workflow und Handlungsempfehlungen für Wärmepumpen in Quartieren

Stillgelegte Bergwerke machen nur Probleme?



Sky News (17.08.2020) After 200 years, this coal mine is closing - and it's England's last one [Video]. YouTube., <https://www.youtube.com/watch?v=aWKCtNnyMWY>, accessed 05-21-2025



Share:

In a cosy cinema room at the Belchatów coal-fired power station in central Poland, a promotional video played to curious visitors boasts that the open-pit mine which feeds the power station is one of the largest holes ever dug in the ground.

The caverns of the Belchatów coal mine are wide enough to fit around 5,000 full-sized football pitches and are rich in lignite – a soft, brown and wet type of coal which looks and feels like tree bark but is particularly damaging to human health when burned.

After more than 40 years of mining, the lignite is running out and plans

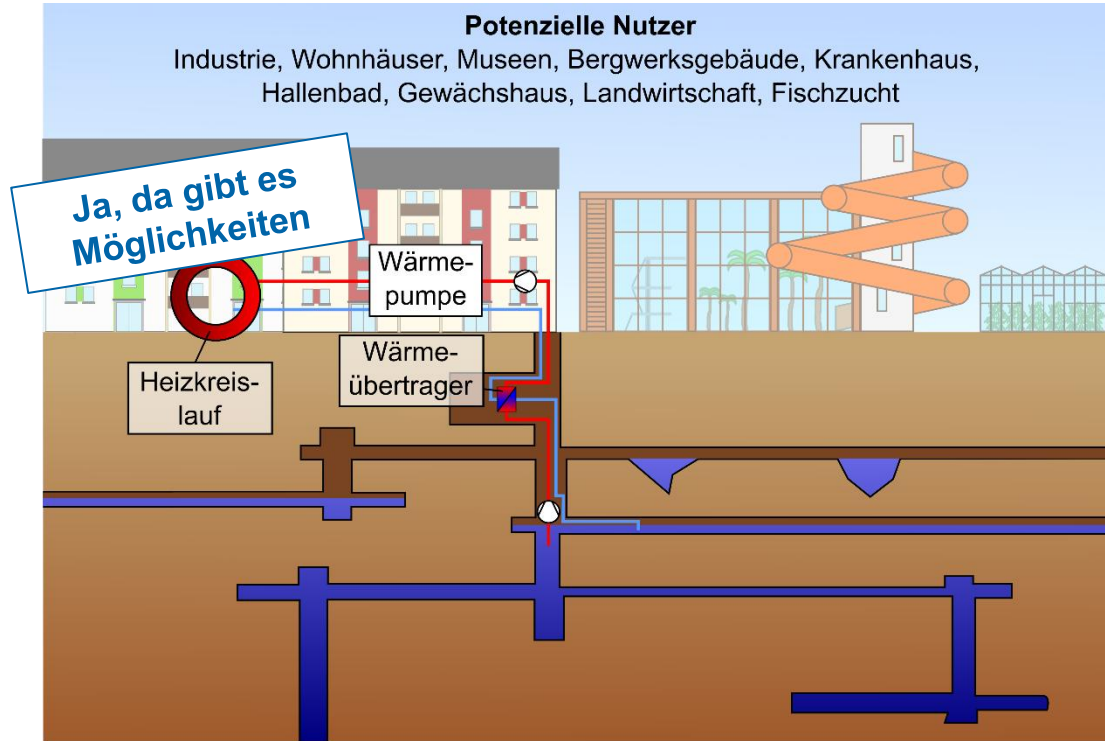
Bergbaufolgebauten

- Hohe Sanierungskosten
- Teilweise dauerhafte Maßnahmen (Entwässerung)
- Akzeptanz, Verlust von Arbeitsplätzen
- Auswirkungen auf die Umwelt

Ist da wirklich kein Nutzen aus stillgelegten Bergwerken?

Lo, Joe (01.11.2024) Plans to turn Europe's biggest coal mine into a leisure lake prove divisive. Climare Home News, <https://www.climatechangenews.com/2024/11/01/plans-to-turn-europes-biggest-coal-mine-into-a-leisure-lake-prove-divisive/>, accessed 05-21-2025

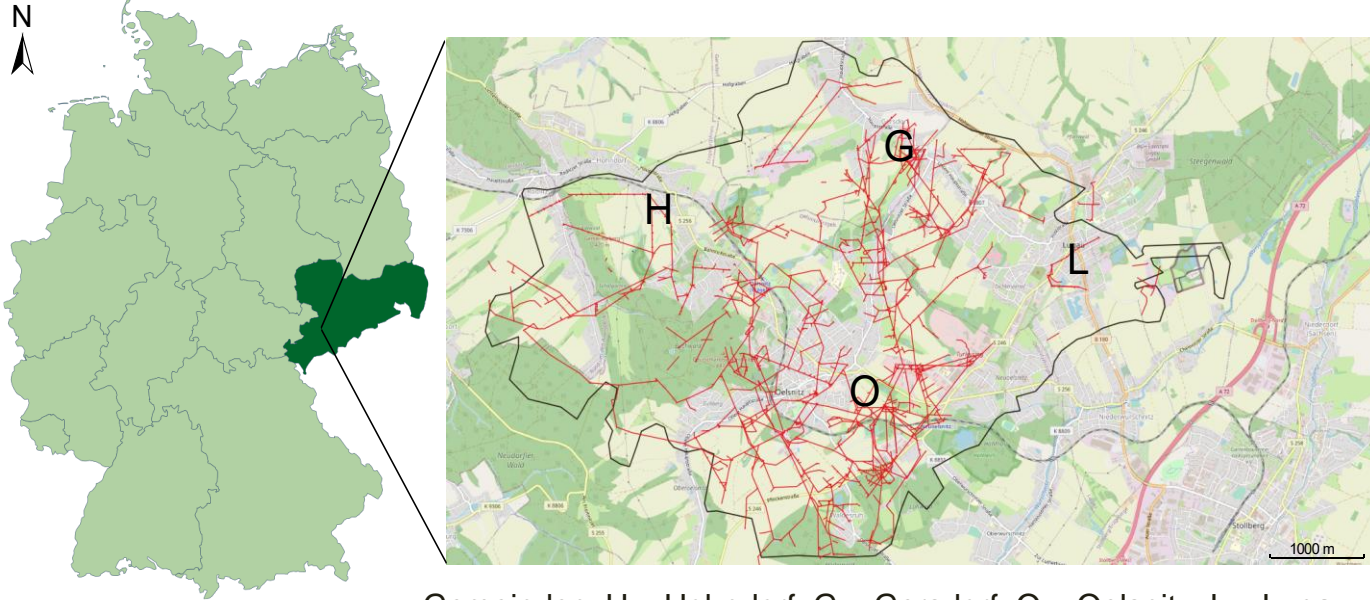
Grubenwassergeothermie + Grubenwasserspeicher



- Nutzung stillgelegter Bergwerke als geothermische Energiequelle
- Temperaturniveau: 10 °C bis 35 °C
→ Heizen und Kühlen möglich
- Erschließung verschiedener Abnehmer über Wärmepumpen

➔ **Grubenwassergeothermie bietet preisstabile und regenerative Alternative zur Wärme- und Kälteversorgung**

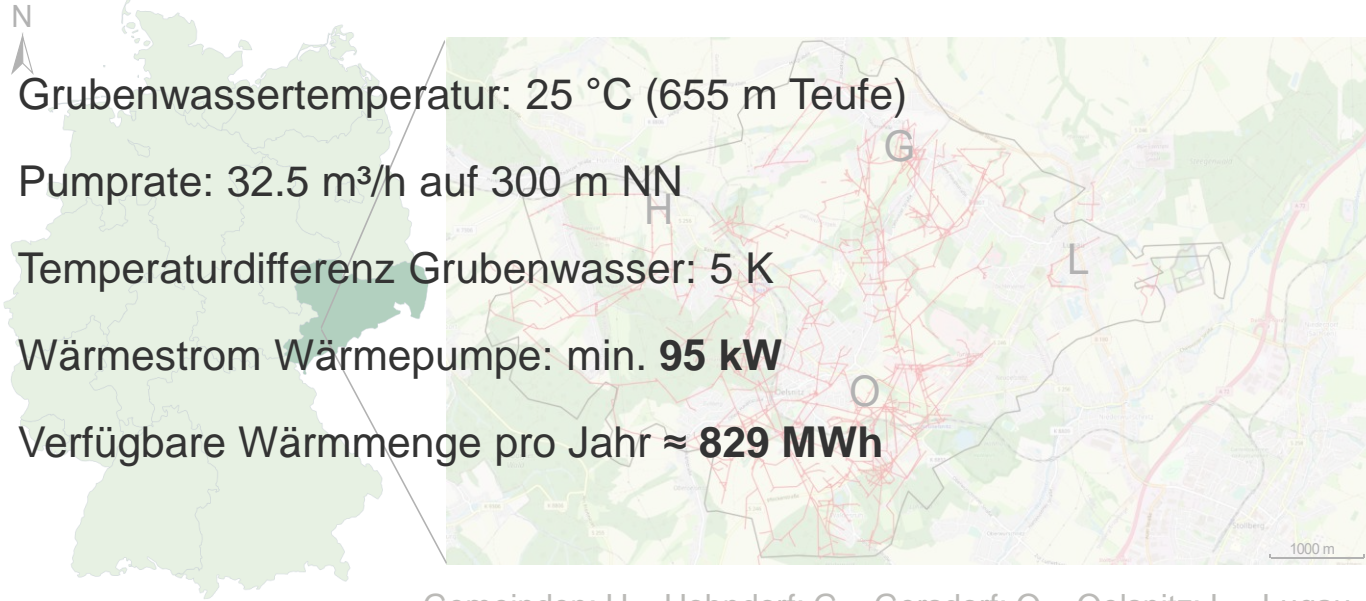
Grubenwassergeothermie (Beispiel)



Gemeinden: H – Hohnsdorf; G – Gersdorf; O – Oelsnitz; L – Lugau
Rot - Grubengebäude

Grubenwassergeothermie (Beispiel)

- Grubenwassertemperatur: 25 °C (655 m Teufe)
- Pumprate: 32.5 m³/h auf 300 m NN
- Temperaturdifferenz Grubenwasser: 5 K
- Wärmestrom Wärmepumpe: min. **95 kW**
- Verfügbare Wärmemenge pro Jahr \approx **829 MWh**



Gemeinden: H – Hohndorf; G – Gersdorf; O – Oelsnitz; L – Lugau
Rot - Grubengebäude

Grubenwassergeothermie (Beispiel)



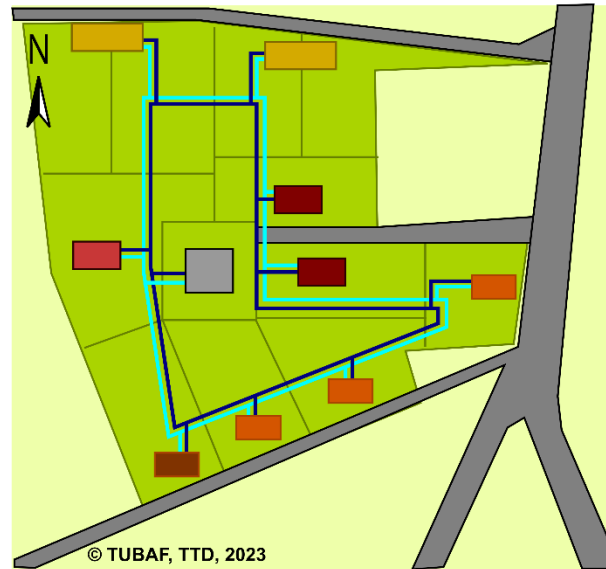
Quartiersentwicklung “Kaisergrubenschacht”

- Entwicklung eines möglichen Wohnquartiers im Bereich des ehemaligen Kaisergrubenschachtes
 - Grubenwasser verfügbar
 - Standort der Monitoringbohrung

Grubenwassergeothermie (Beispiel)

Simulierte Quartiersdaten:

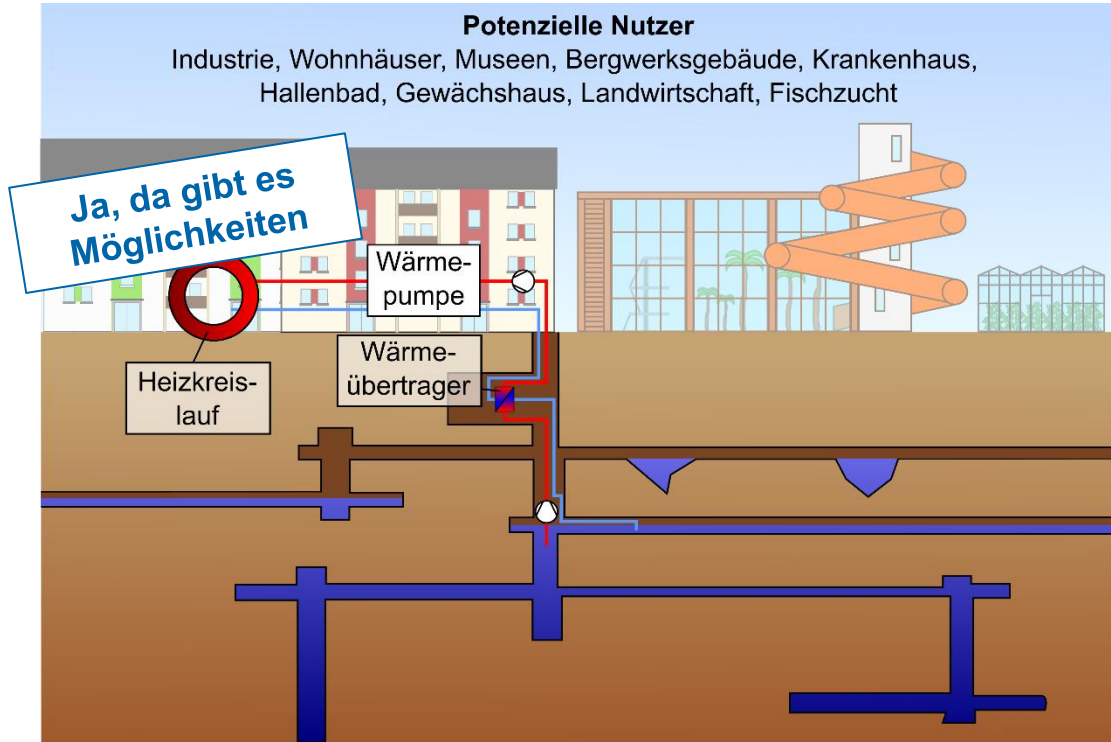
	Bedarf	Max. verfügbare Energie
Heizen	20.100 kWh	830.000 kWh (Grubenwasser)
Warmwasser	31.100 kWh	
Kühlen	41.900 kWh	1.380.000 kWh (Grubenwasser)
Elektrische Energie	24.000 kWh	88.000 kWh (Photovoltaik)



- Nahwärmenetz Vorlauf
 - Nahwärmenetz Rücklauf
 - Grubenwassergeothermieanlage
 - Doppelhaus mit Keller
 - Einfamilienhaus ohne Keller
 - Einfamilienhaus mit Keller
 - Bungalow mit Pultdach
 - Bungalow mit Flachdach
- 0 20 50
Meter

© TUBAF, TTD, 2023

Grubenwassergeothermie + Grubenwasserspeicher

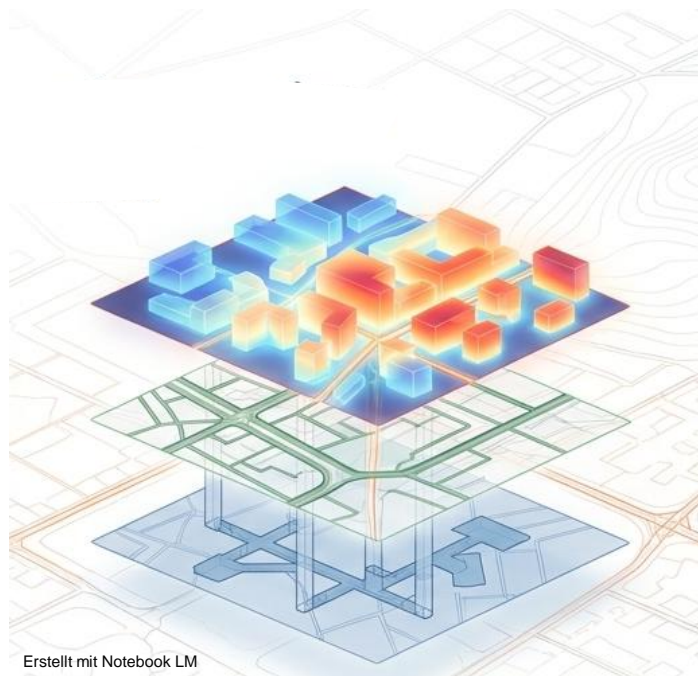


- Nutzung stillgelegter Bergwerke als geothermische Energiequelle
- Temperaturniveau: 10 °C bis 35 °C
→ Heizen und Kühlen möglich
- Erschließung verschiedener Abnehmer über Wärmepumpen

➔ **Grubenwassergeothermie bietet preisstabile und regenerative Alternative zur Wärme- und Kälteversorgung**

Grubenwasserwärmespeicher

- **Technische Leistung und Effizienz:**
 - Wärmespeichereffizienz von ca. 50 %
 - Durch die Auswahl optimierter Materialien lässt sich die Verschmutzung der Wärmetauschoberflächen um bis zu 80 % reduzieren
 - Die Bedingungen im Bergwerk stellen hohe Anforderungen an die eingesetzte Technologie
- **Wirtschaftliche Auswirkungen und Planungsinstrumente:**
 - Im Rahmen des Projekts wurde ein standardisierter Kriterienkatalog erstellt
 - Standorte können mit Bergwerkswasser-Wärmespeichersystemen kosteneffizient betrieben werden



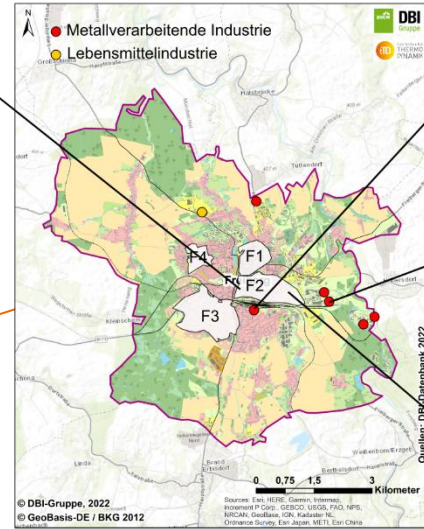
Erstellt mit Notebook LM



Wärmespeichersysteme für Grubenwasser könnten eine Lösung für urbane Gebiete sein



**Quartier F2
Nutzerdaten**
Wärmebedarf: 47.000 MWh
Haushalte: 992
Netzlänge: 13.300 m



**Abwärme-
potenzial (I1)**
Jährliches Ab-
wärmepotenzial:
3.750 MWh

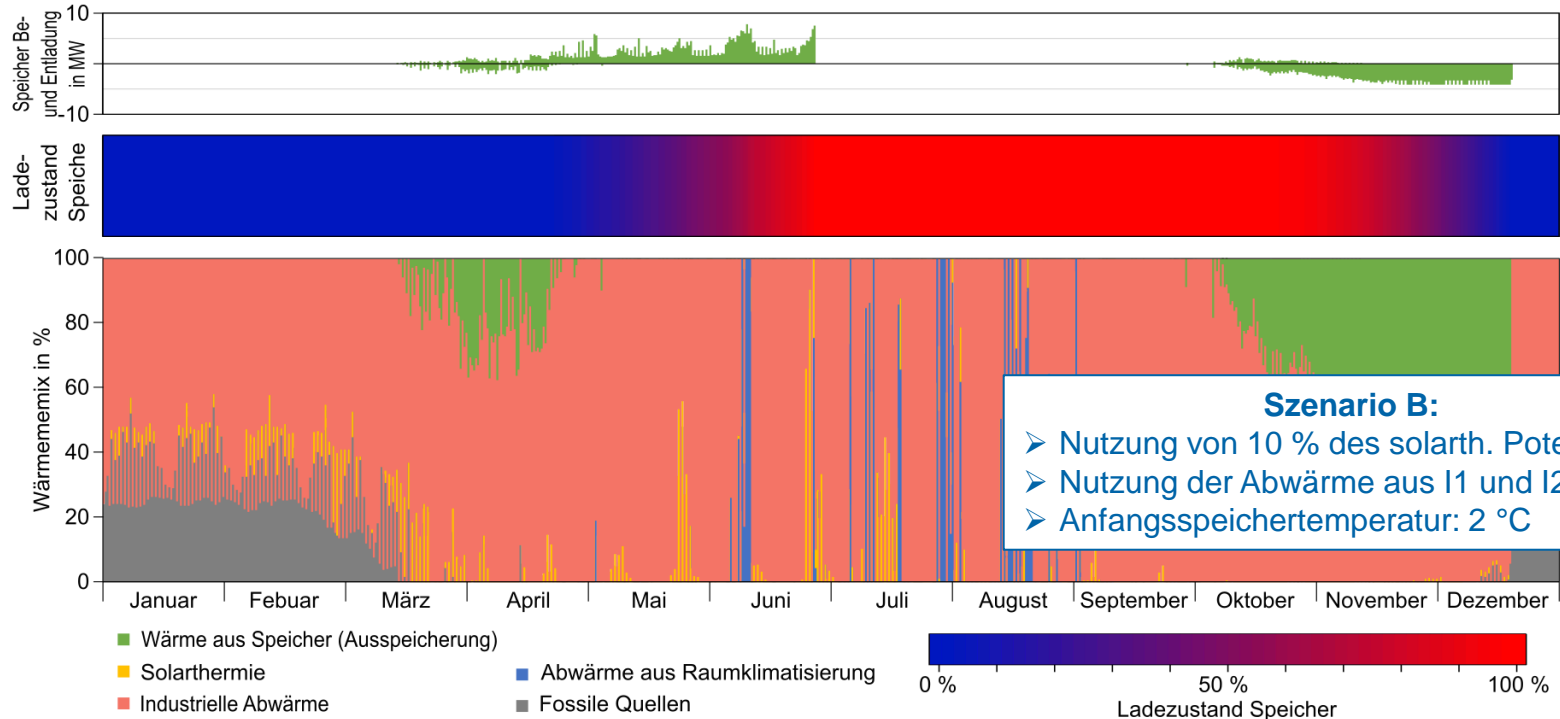
**Abwärme-
potenzial (I2)**
Jährliches Ab-
wärmepotenzial:
39.580 MWh

**Quartier F2
Potential**
Solarthermie:
47.600 MWh
Gebäudekühlung:
4.190 MWh

- Mathematisch gesehen wird im Bezirk mehr Energie erzeugt, als verbraucht wird
- Allerdings: Potenzial und Bedarf bestehen nicht gleichzeitig



Speicher ist notwendig



Szenario B:

- Nutzung von 10 % des solarth. Potenzials
- Nutzung der Abwärme aus I1 und I2
- Anfangsspeichertemperatur: 2 °C

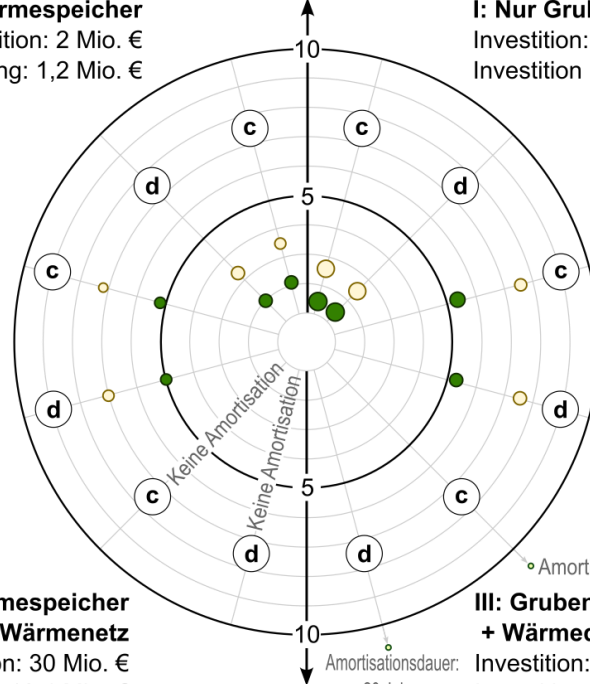
Szenario A (Weniger ind. Abwärme)

I: Nur Grubenwasserwärmespeicher
 Investition: 2 Mio. €
 Investition mit Förderung: 1,2 Mio. €

II: Grubenwasserwärmespeicher + Wärmequellen
 Investition: 4,3 Mio. €
 Investition mit Förderung: 3,1 Mio. €

III: Grubenwasserwärmespeicher + Wärmequellen + Wärmenetz
 Investition: 30 Mio. €
 Investition mit Förderung: 18,4 Mio. €

Amortisationsdauer
in Jahren

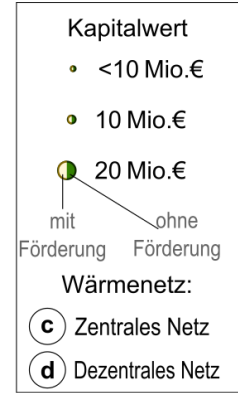


Szenario B (Viel ind. Abwärme)

I: Nur Grubenwasserwärmespeicher
 Investition: 2 Mio. €
 Investition mit Förderung: 1,2 Mio. €

II: Grubenwasserwärmespeicher + Wärmequellen
 Investition: 6,1 Mio. €
 Investition mit Förderung: 4,1 Mio. €

III: Grubenwasserwärmespeicher + Wärmequellen + Wärmenetz
 Investition: 32 Mio. €
 Investition mit Förderung: 19,6 Mio. €



Annahmen:

- Strompreis: 0,32 €
- Strompreis (Wärmepumpe): 0,25 €
- Erdgaspreis: 0,17 €
- Diskontierungszins: 2,75 %
- Preisänderung pro Jahr:**
- Verbrauchsabhängige Kosten: 6,27 %
- Betriebskosten: 2,53 %
- Wartungskosten: 7,04 %

1. Unter welchen Bedingungen eignet sich ein überflutetes Bergwerk als Speicher? Wie hat sich das in der Praxis bewährt?

- Erste Versuche in kleinem Maßstab waren erfolgreich
- Validierung eines Simulationsmodells zur Wärmespeicherung

2. Wie kann ich den Speicher effektiv nutzen und überwachen?

- Die Eigenschaften des Grubenwassers und die Strömungsverhältnisse haben einen erheblichen Einfluss auf die Effizienz
- Derzeit werden weitere Tests mit aktiver Kühlung und höheren Speichertemperaturen durchgeführt
- Ablagerungen im Wärmeübertrager lassen sich vorhersagen
- Mithilfe der entwickelten Bewertungsmethode lässt sich das am besten geeignete Material ermitteln

3. Welche Wärmequellen stehen für oberirdische Speicher zur Verfügung?

- Die Integration von Speichersystemen ist aus technischer Sicht sinnvoll
→ wird derzeit unter ökologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten geprüft
- Es müssen weitere Wärmequellen erschlossen werden
→ Die Speicherung von Kälteenergie aus dem Sommer reicht für den Winter nicht aus

- Anzeige -

Grubenwasser:

Oppelt et al. ('25)
[10.1007/s10230-025-01057-w](https://doi.org/10.1007/s10230-025-01057-w)

Fallstudie:

Oppelt et al. ('26)
<https://doi.org/10.1007/s00767-025-00601-3>

Speicher:

Arab et al. ('26)
<https://doi.org/10.1016/j.est.2026.122087>



More information:
[tu-freiberg.de/
en/mine-water](http://tu-freiberg.de/en/mine-water)



Thank you very
much for your
Interest!

TU BERGAKADEMIE FREIBERG
Gustav-Zeuner-Straße 7
09599 Freiberg



Dr. Lukas Oppelt
+49(0)3731 39-3277
lukas.oppelt@ttd.tu-freiberg.de