Saisonale Wärmespeicher: attraktiv und dennoch vernachlässigt





Prof. Dr. Jörg Worlitschek

Lucerne University of Applied Sciences & Arts

Tel: + 41 41 349 3957

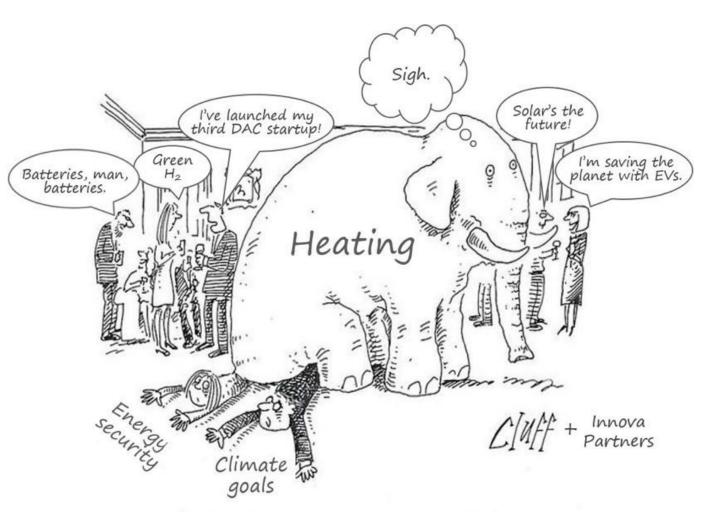
joerg.worlitschek@hslu.ch

www.hslu.ch/tes

aeesuisse

Dachorganisation der Wirtschaft für erneuerbare Energien und Energieeffizienz



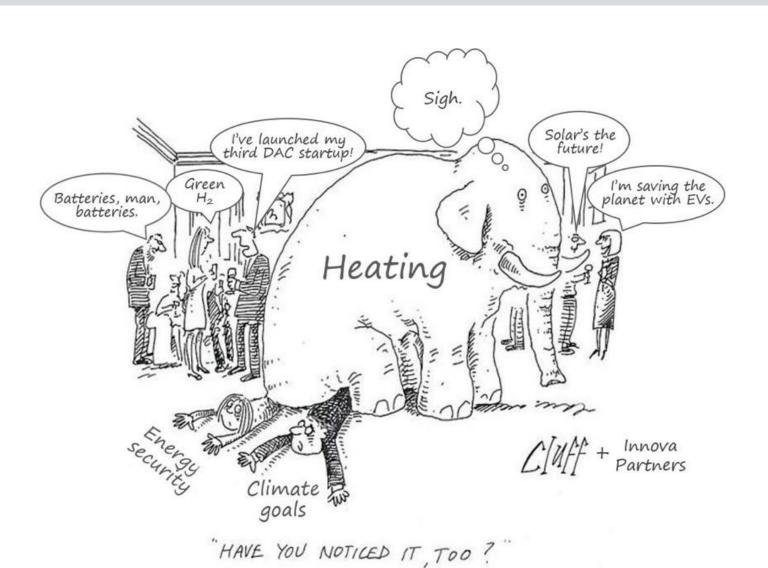




Wieviel Prozent des weltweiten Energieverbrauchs werden für Heizen und Kühlen verwendet?

"HAVE YOU NOTICED IT, TOO ?"



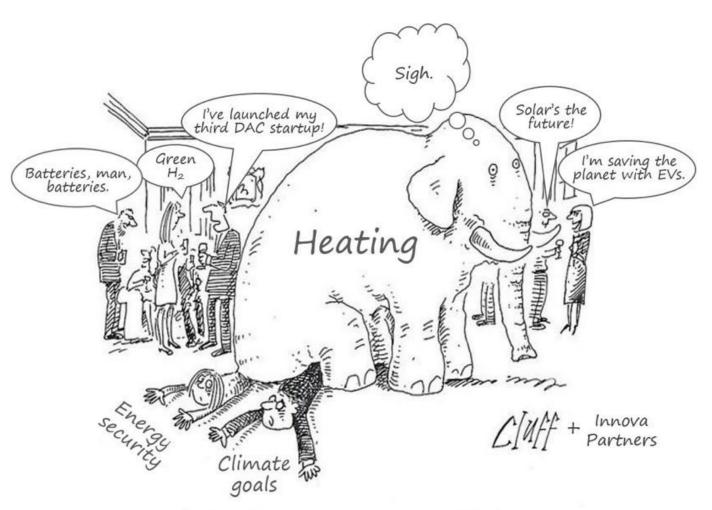




Wieviel Prozent des weltweiten Energieverbrauchs werden für Heizen und Kühlen verwendet?

50%



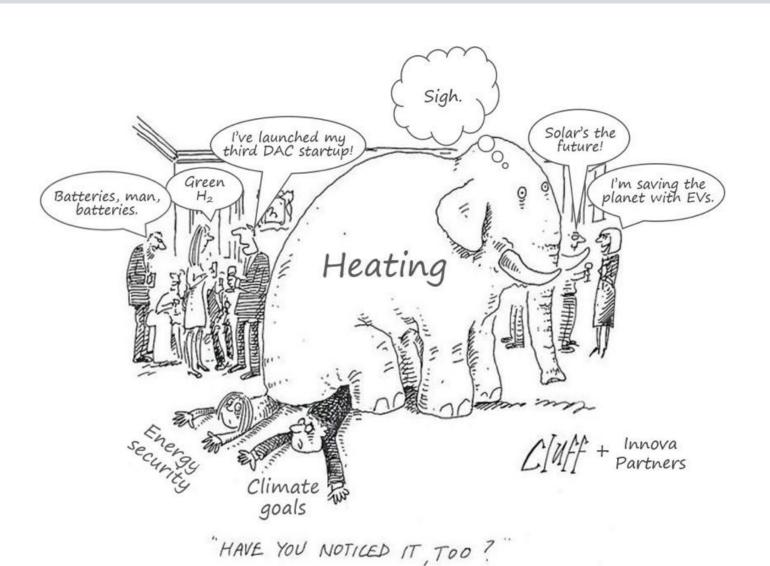




Wie gross ist der Anteil der weltweiten CO2 Emissionen auf Basis von Heizen und Kühlen?

"HAVE YOU NOTICED IT, TOO ?"





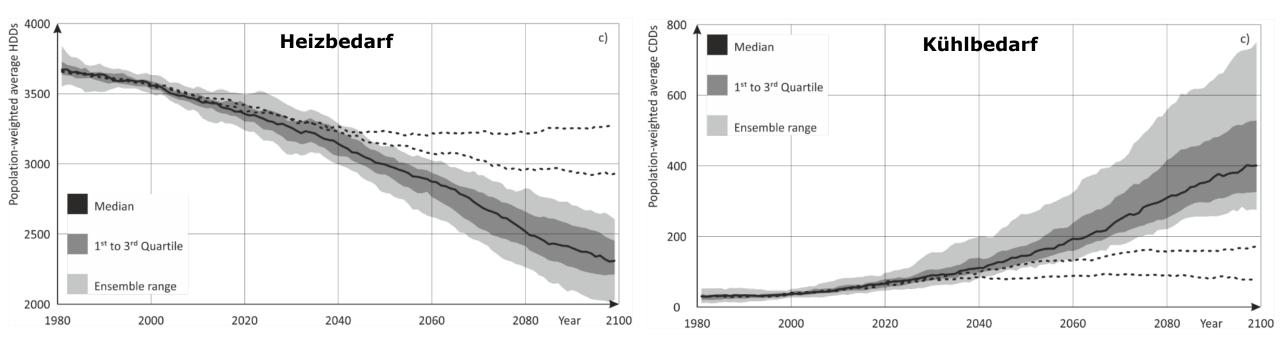


Wie gross ist der Anteil der weltweiten CO2 **Emissionen auf Basis von Heizen und** Kühlen?

40%

Der Klimawandel ist Real: Heiz- und Kühlbedarf in der Schweiz



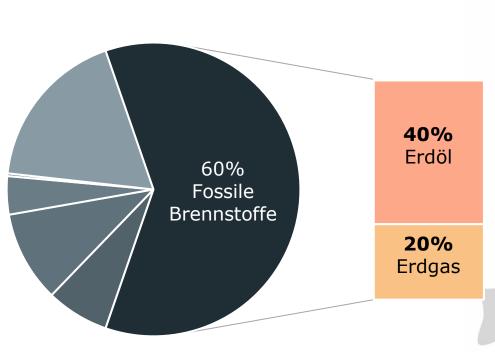


Der Energiebedarf von Schweizer Gebäuden macht heute rund 40 % des Gesamtenergiebedarfs aus.

Zahl der Haushalte mit Kühlgeräten könnte auf über 50 % steigen

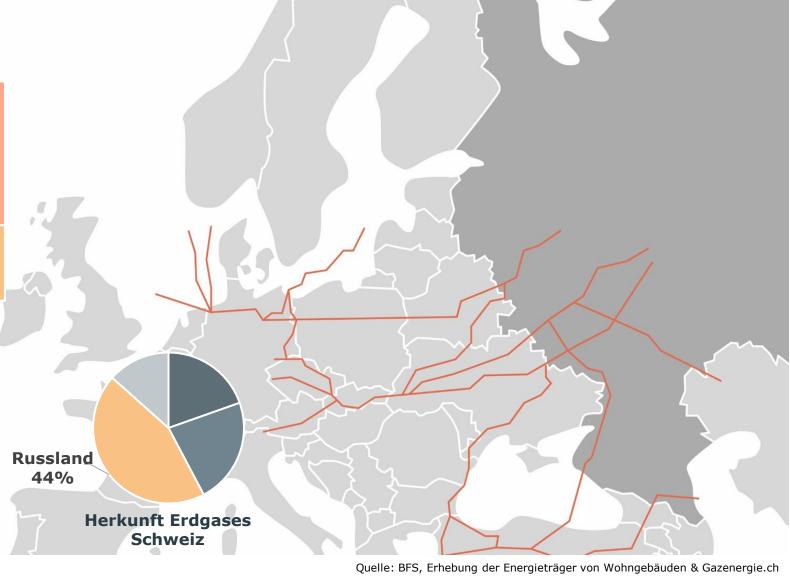
Wärme wird heute vorwiegend fossil erzeugt





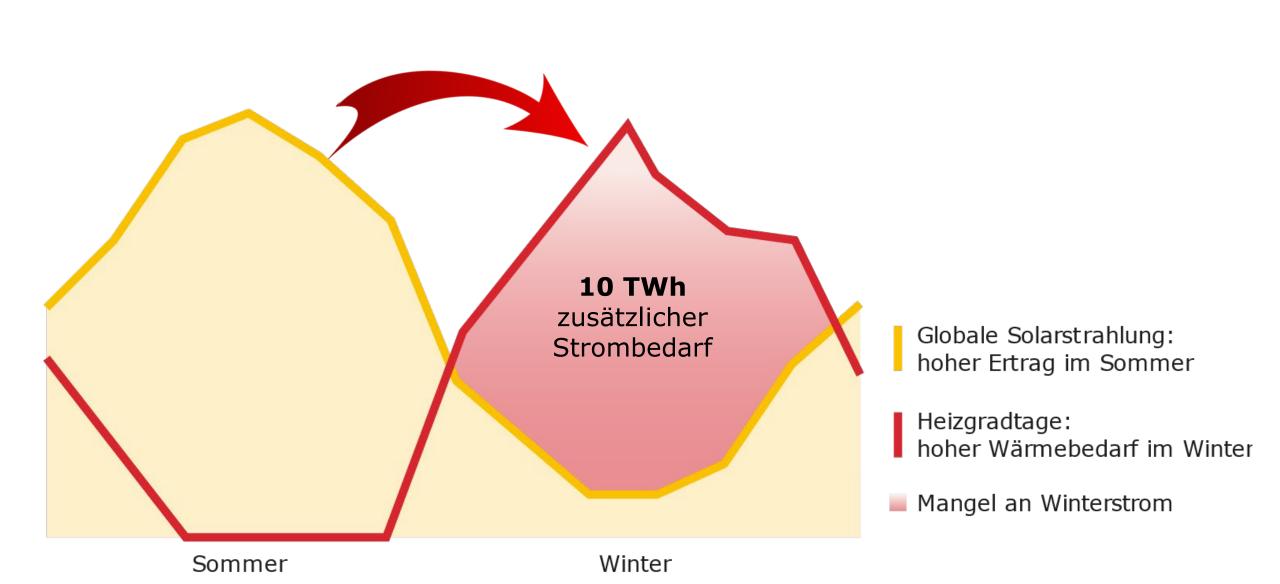
Hauptenergieträger für Heizung Schweiz

Der CO₂ -Ausstoss durch Wärmeerzeugung beträgt in der Schweiz **18 Mio t** (von total 48 Mio t)



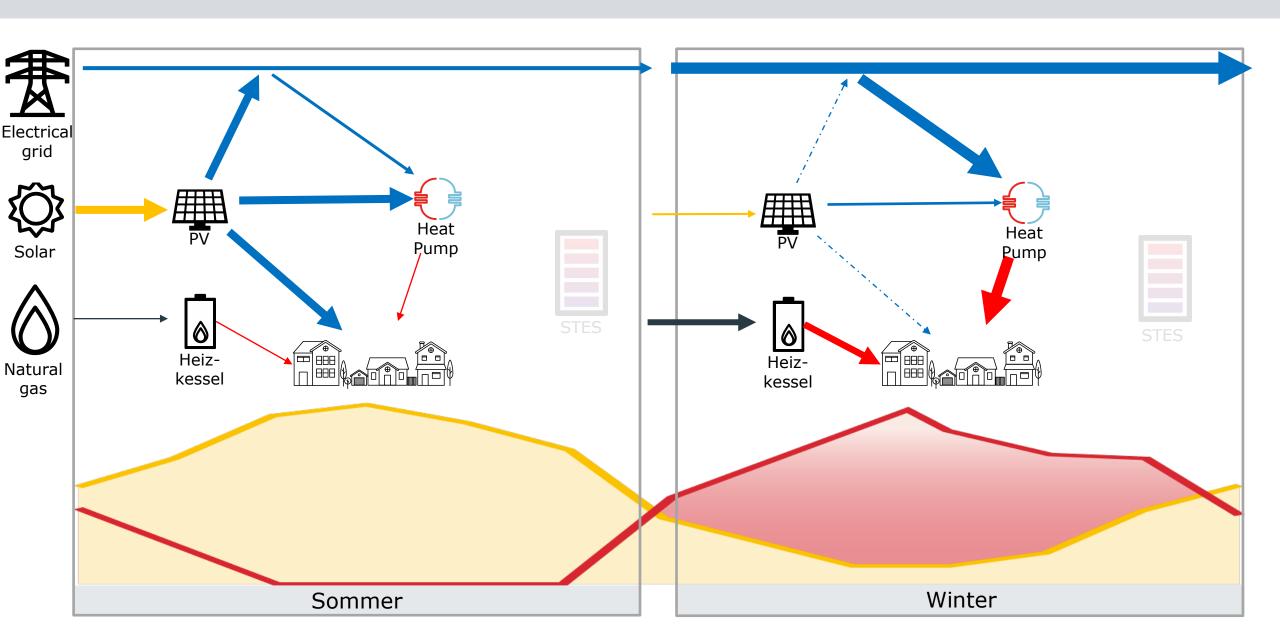
Zusätzlicher Winterstrombedarf





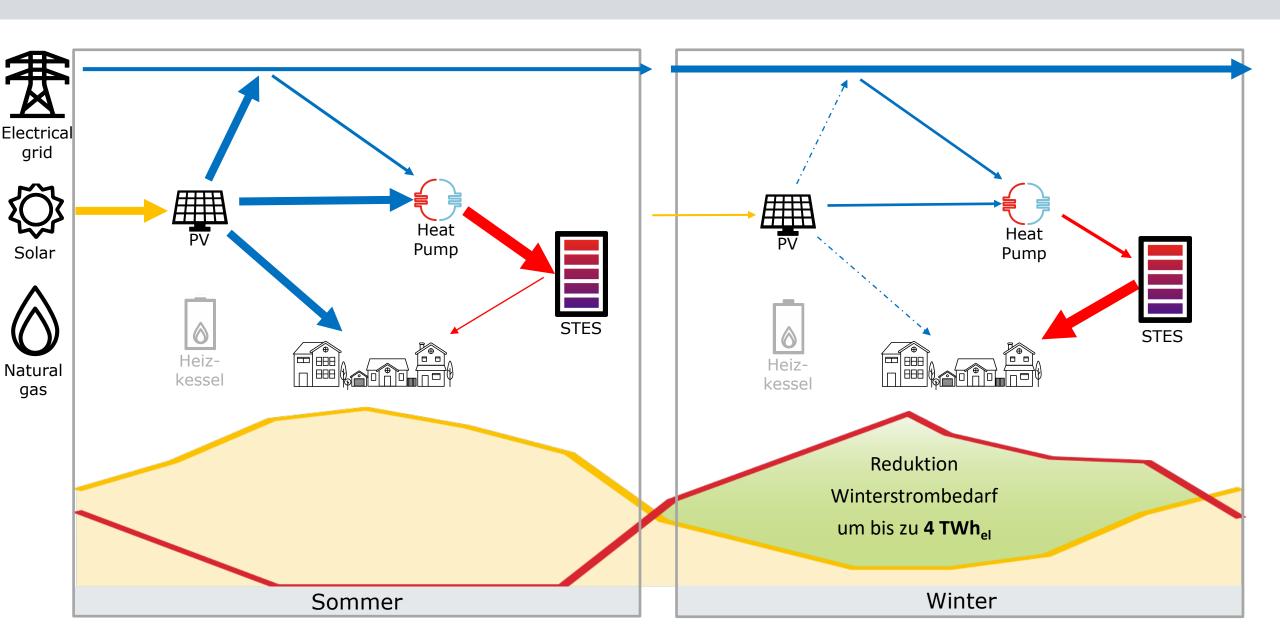
Energiesystem ohne saisonale Wärmespeicher (STES)





Energiesystem mit saisonalen Wärmespeichern (STES)





Saisonale Wärmespeicher werden weitgehend ignoriert

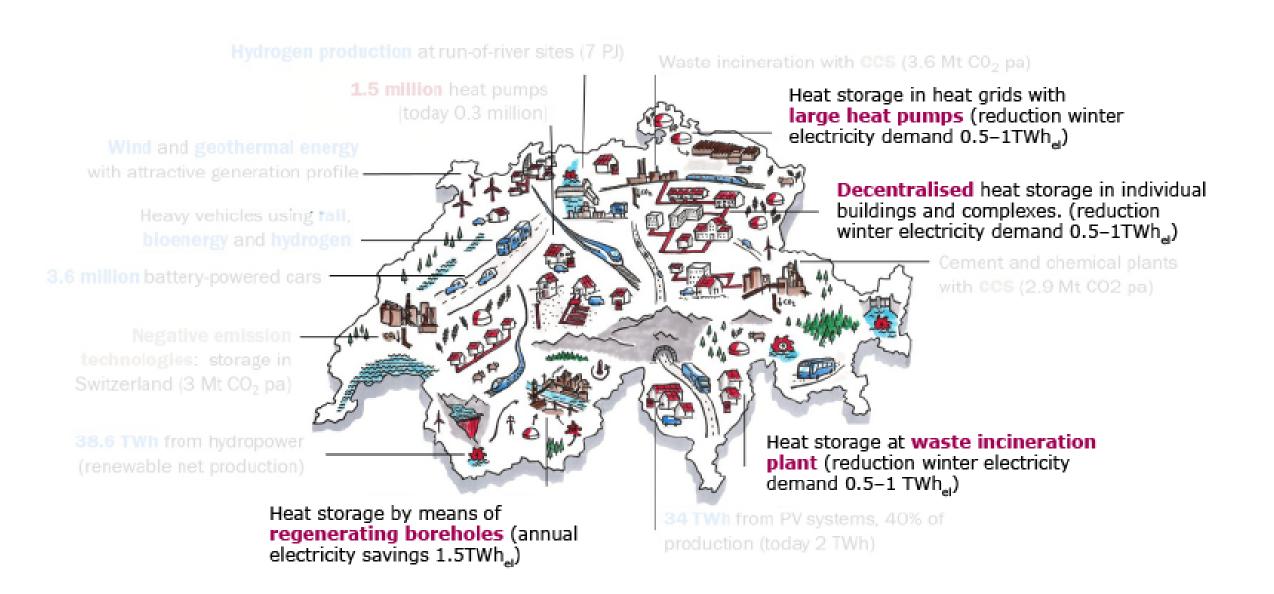


Energieperspektiven 2050+ BFE (2021)



Integration von Saisonalen Wärmespeichern in das Schweizer Energiesystem und die Energiestrategie

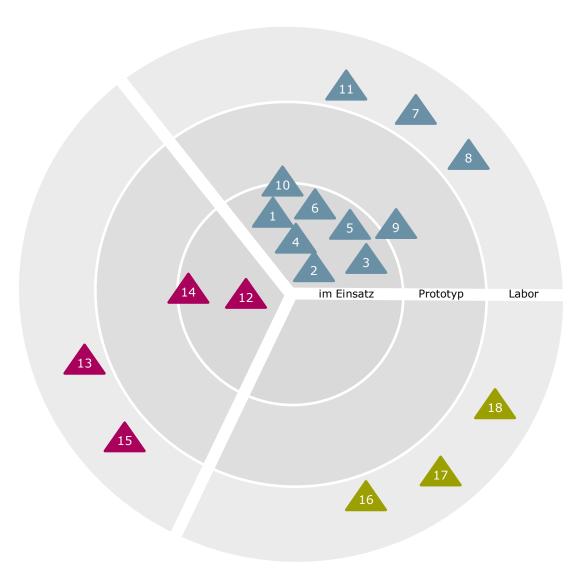




Saisonale Wärmespeicher – Die Technologien sind vorhanden



13



Sensible Speicher

- Seasonal tank thermal energy storage (TTES)
- Borehole thermal energy storage (BTES)
- Near-surface (BTES)
- Foundation Storage (geothermal energy piles)
- Pit thermal energy storage (PTES) 5
- Aquifer sensible heat storage (ATES)
- Lake as thermal storage
- Closed storage in lake
- Deep Borehole Geothermal Storage
- Vacuum-insulated tank
- Hot-water enclosure

Latent heat storage

- Ice latent heat storage
- Seasonal Latent heat storage
- Latent heat storage (TES)
- **HYTES Latent Heat Storage**

Thermochemical storage

- Adsorption storage
- Absorption storage
- Reaction storage

Quelle: eigene Einschätzung

Saisonale Wärmespeicher – Die Technologien sind vorhanden





- Grossvolumige Speicher
- (>10'000 m³, Fernwärme)



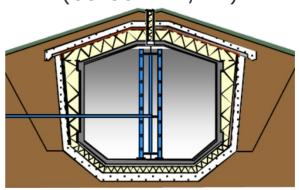
- Speicher in Gebäuden & Überbauungen
- (<10'000 m³)

Grossvolumige saisonale Wärmespeicher



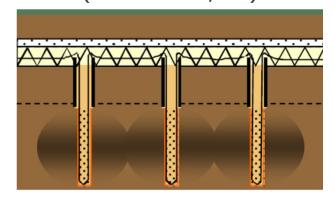
Behälter-Wärmespeicher

 $(60-80 \text{ kWh/m}^3)$



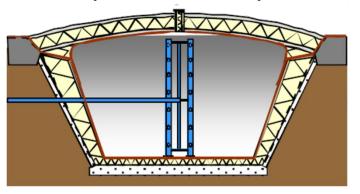
Erdsonden

 $(15-30 \text{ kWh/m}^3)$



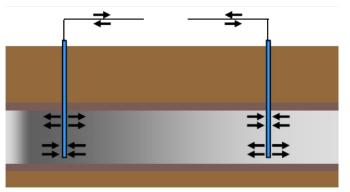
Erdbecken-Wärmespeicher

 $(60-80 \text{ kWh/m}^3)$



Aquifier und Geospeicher

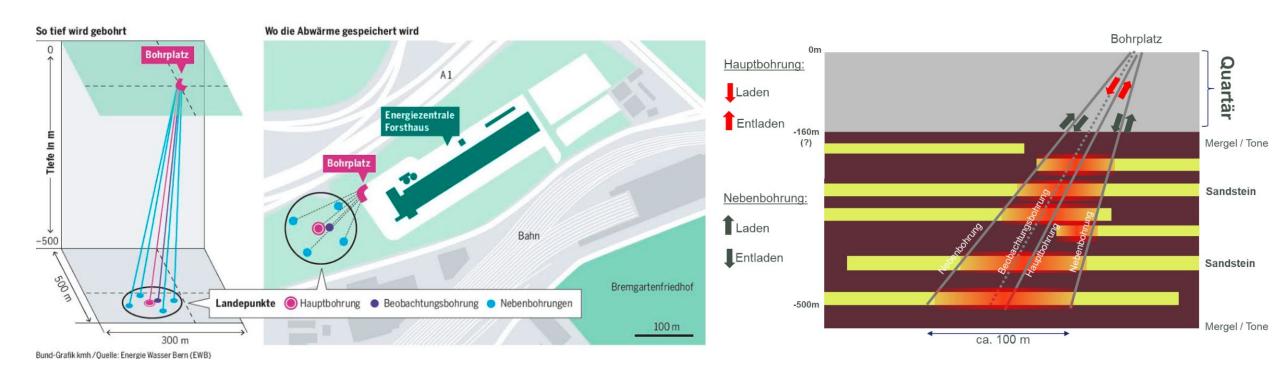
 $(30-40 \text{ kWh/m}^3)$



Geospeicher

Beispiel Bern - Sandsteinschichten im Schweizer Mittelland





EWB – Geospeicher Energiezentrale Forsthaus Bern

Thermische Leistung: 3-12 MW_{th}

Tiefe: 200-500 m

Bohrungen: 3-6

Kosten: CHF 6.8-13.8 Mio.

Source: ewb.ch, Der Bund & ee-news.ch,

Aquifier

Beispiel Berlin – Möglichkeiten in der Romandie

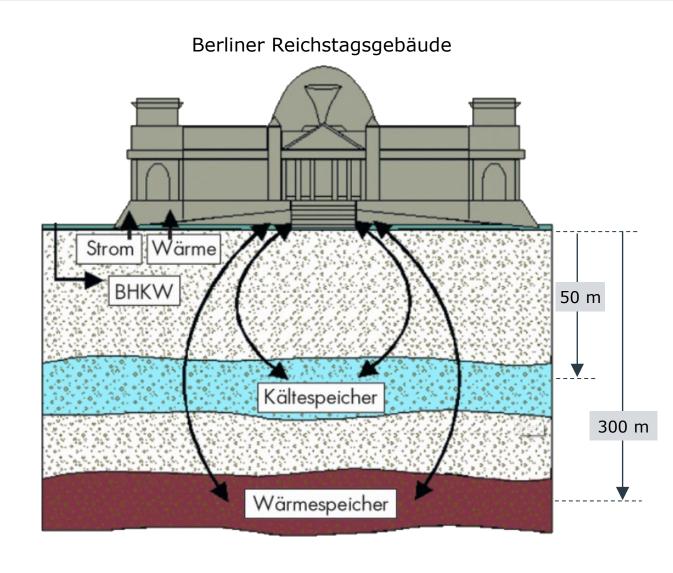


<u>Kältespeicher</u>

Sommer (Entladung)	Fördertemperatur	6-10°C
	Injektionstemperatur	15-28°C
	entnommene Kälte	3.950 MWh/a
Winter (Beladung)	Mittlere Fördertemperatur	22°C
	Injektionstemperatur	5°C
	eingelagerte Kälte	4.250 MWh/a
Bilanz	Förderaufwand	220 MWh
	Verhältnis genutzter zu eingelagerter Kälte	93%

Wärmespeicher

Sommer (Beladung)	mittlere Fördertemperatur	20°C
	Injektionstemperatur	70°C
	eingelagerte Wärme	2.650 MWh/a
Winter (Entladung)	Fördertemperatur	65-30°C
	entnommene Wärme	2.050 MWh/a
Bilanz	Förderaufwand	280 MWh
	Verhältnis genutzter zu eingelagerter Wärme	77%

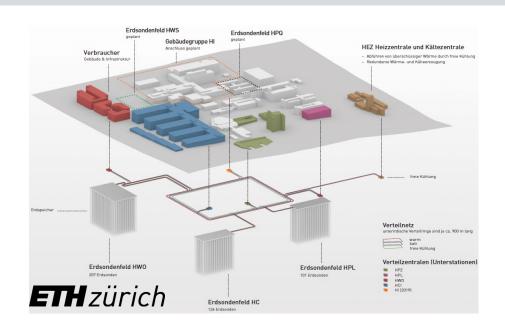


Quelle: BINE Informationsdienst

Erdsondenfeld - Speicher

Bereits an einigen Orten in der Schweiz umgesetzt





ETH Zürich Hönggerberg, Erdsondenfeld-Speicher

• Thermische Leistung: **5.2 MW** (bei 60 W/m)

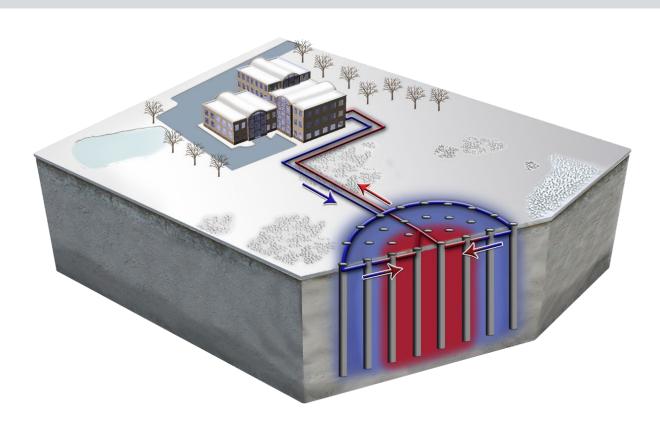
• Tiefe: 200 m

• Bohrungen: **431 Erdsonden**

• Erreichte Jahresarbeitszahl Wärmepumpen: **5.2 – 7.8**

• Abdeckung Wärmebedarf: **95%**

Abdeckung Kühlbedarf: 63%





Erdbeckenspeicher

Möglichkeiten für Kombination mit Müllverbrennungsanlagen





Erdbeckenspeicher Wärmespeicher, Vojens, Dänemark

Volumen: 200'000 m³

Solaranteil: 45 – 50%

Jahresproduktion: 28'000 MWh

Spitzenleistung: 49 MW

Erstellungskosten: ~0.5 CHF/kWh (28 CHF/m³)

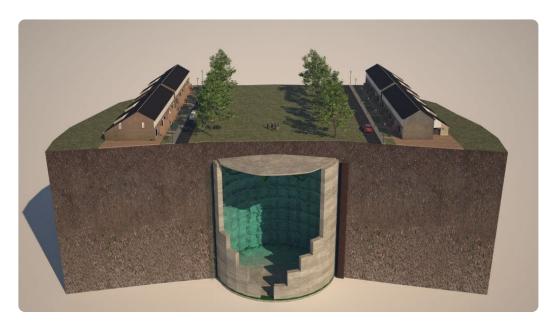




Behälter Wärmespeicher

Das ecovat Konzept – Möglichkeit für Schweizer Nahwärmenetze







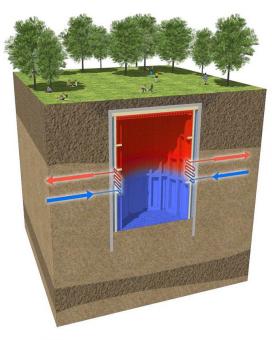
Volumen: 20'000 - 100'000 m3

Speicherkapazität: 1'900 - 8'600 MWhth

Speichereffizient: 85-95 % über 6 Monate

Erstellungskosten: CHF 5.9 – 14.5 Mio

Betriebskosten: 15 – 50'000 CHF/Jahr









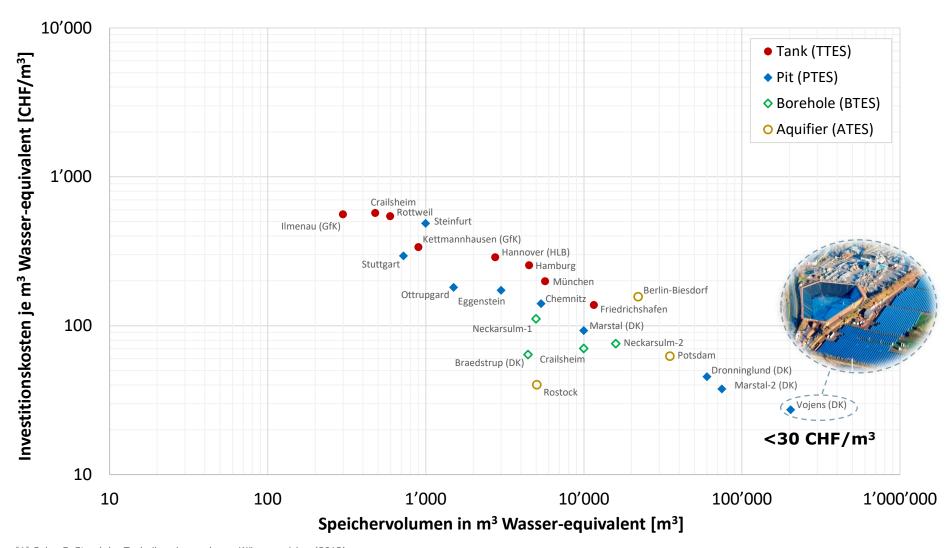


Quelle: https://www.ecovat.eu/

Ökonomische Aspekte

Investitionskosten - Die Grösse bestimmt den Preis





^[1] Ochs, F. Stand der Technik erdvergrabener Wärmespeicher (2013)

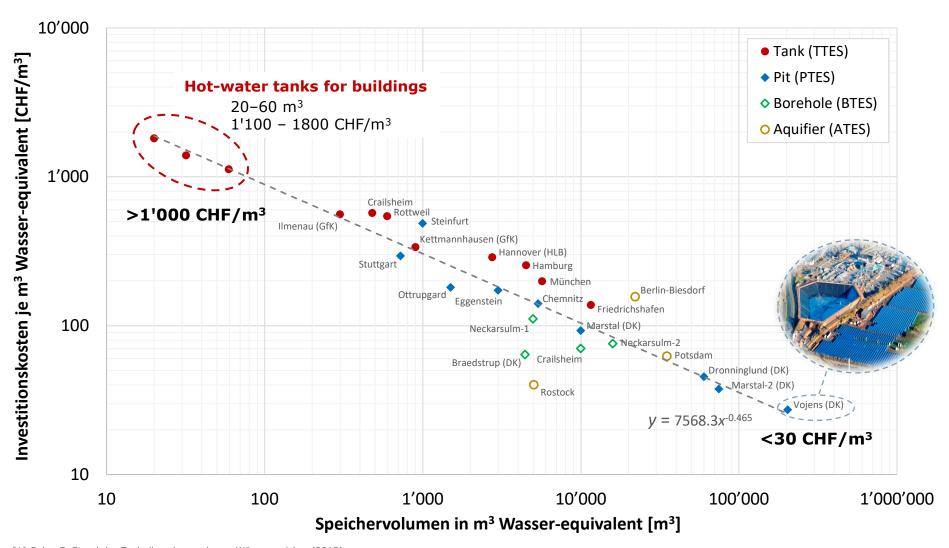
^[2] Sveinbjörnsson, D. & From, N. Fernwärme-Erdbecken als Langzeit-Wasserspeicher für Dänische Wärmenetze. in Workshop «Regeneration und Langzeitspeicherung von Wärme» (2017)

^[3] European manufacturers of hot-water tanks (2018)

Ökonomische Aspekte

Investitionskosten – Die Grösse bestimmt den Preis





^[1] Ochs, F. Stand der Technik erdvergrabener Wärmespeicher (2013)

^[2] Sveinbjörnsson, D. & From, N. Fernwärme-Erdbecken als Langzeit-Wasserspeicher für Dänische Wärmenetze. in Workshop «Regeneration und Langzeitspeicherung von Wärme» (2017)

^[3] European manufacturers of hot-water tanks (2018)

Saisonale Wärmespeicher – Die Technologien sind vorhanden





- Grossvolumige Speicher
- (>10'000 m³, Fernwärme)



- Speicher in Gebäuden & Überbauungen
- (<10'000 m³)

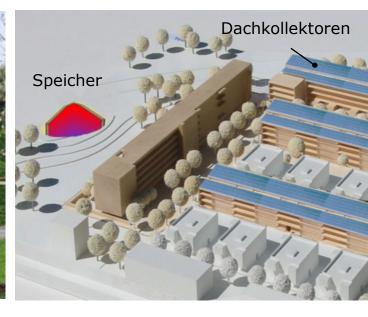
Behälter Wärmespeicher

Beispiel München – Möglichkeit für Schweizer Überbauungen









Überbauung München

Volumen: **5700 m3**



Wärmespeicher für Gebäude

Jennispeicher, Energy4me, Eisspeicher,

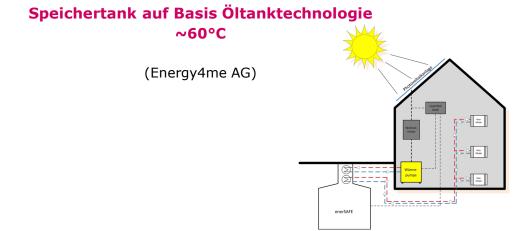


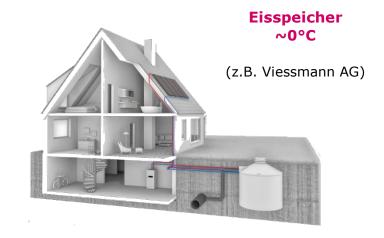


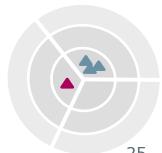


Heisswassertank (vacuum-isoliert) ~95°C

(Hummelsberger Schlosserei GmbH Sirch Behältertechnik GmbH)







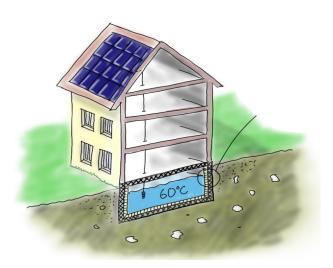
Wärmespeicher in der Forschung

Kleiner und günstiger!

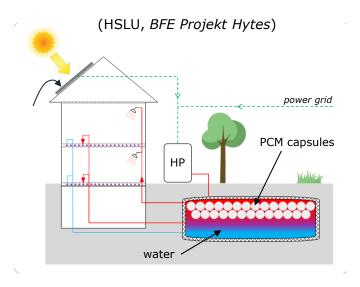


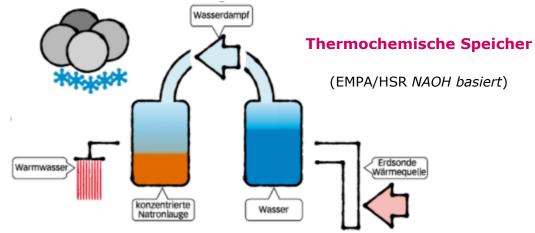
Speicherisolierung für vorhandene Räume

(HSLU, Swisspor, Innosuisse GEAS Projekte)



Saisonale Speicher mit Latentmaterialien







Jetzt notwendige Schritte!







Das konkrete Potenzial muss erhoben, lokal aufgelöst und als Grundlage für nationale, kantonale und kommunale Entscheidungen verfügbar gemacht werden.



Koordinierte Raum- und Energierichtplanung zur optimalen Berücksichtigung von Infrastrukturen zur saisonalen Wärmespeicherung

Es ist zu ermitteln, wo und wie in der Schweiz aus raumplanerischen und geologischen Überlegungen grosse saisonale Wärmespeicher realisiert und bedarfsgerecht betrieben werden können.



Realisierung und Förderung konkreter Projekte saisonaler Wärmespeicher in der Schweiz

So lässt sich das Potenzial mit ersten Anlagen effektiv nutzen. Gleichzeitig können Erkenntnisse aus dem Praxisbetrieb zur weiteren Optimierung gewonnen werden.



Ausarbeitung von geeigneten Förder- und Vergütungsinstrumenten, um die Resilienz und Autarkie bei der erneuerbaren Wärmeversorgung zu gewährleisten.

Danke für's Zuhören



aeesuisse

Dachorganisation der Wirtschaft für erneuerbare Energien und Energieeffizienz





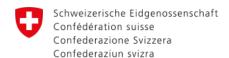
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften





Acknowledgements An die Geldgeber

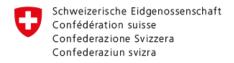




Bundesamt für Energie BFE







Innosuisse – Schweizerische Agentur für Innovationsförderung





Acknowledgements HSLU - Kompetenzzentrum Thermische Energiespeicher

HSLU Hochschule Luzern



Sebastian Ammann



Braulio Barahon



Robert Beaufa



Nuria Durai



Luca Brauchl



Roger



William Delgado



Oliver Fellmann



lvo Brand (Zivi)



Benjamin Fenk



Ludger Fischer



Nicole Yumi Castelli



Dario



Damian



Reto Hendry



Adina Hochu



Janine Leiggene



Lucas Edward



Esther Linder



Simon Maranda



Jorge Martinez



Andreas



Patrick Mever



Adrian Müller



Eva Odermat



Poppy



Yannis Möckli (Ziv



Rebecca Ravotti



Philipp



Lukas



Louis Schibli



David Schiffmann



Philipp Schütz



Rupali Deshmukh



Anastasia Stamatiou



Cyrill Strassburg (Zivi)



Johan Stengvist



Marcel



Willy



Silvan



Remo Waser



Jörg Worlitschek



Roger Zimmermann



Richard Lüchinger



Timo Unternährer (Zivi)