

## **Neue Möglichkeiten der saisonalen Wärmespeicherung für Gebäude**

Hochschule Luzern, CC Thermische Energiespeicher  
Prof. Dr. Jörg Worlitschek

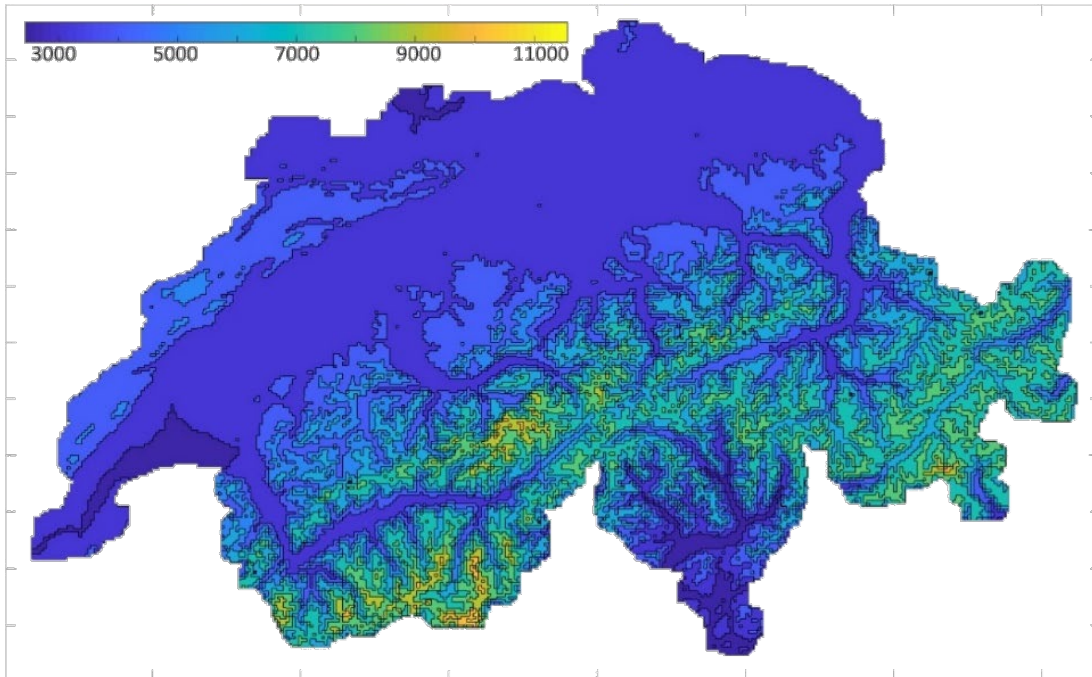
# Solarwärme-Tagung 2021

SWISSOLAR 

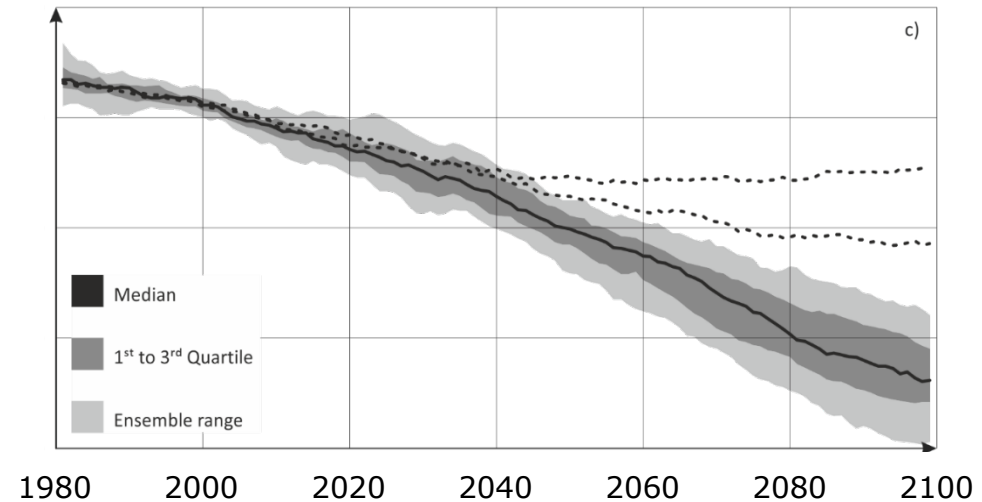
 **energie**schweiz

 **Holzenergie**  
SCHWEIZ

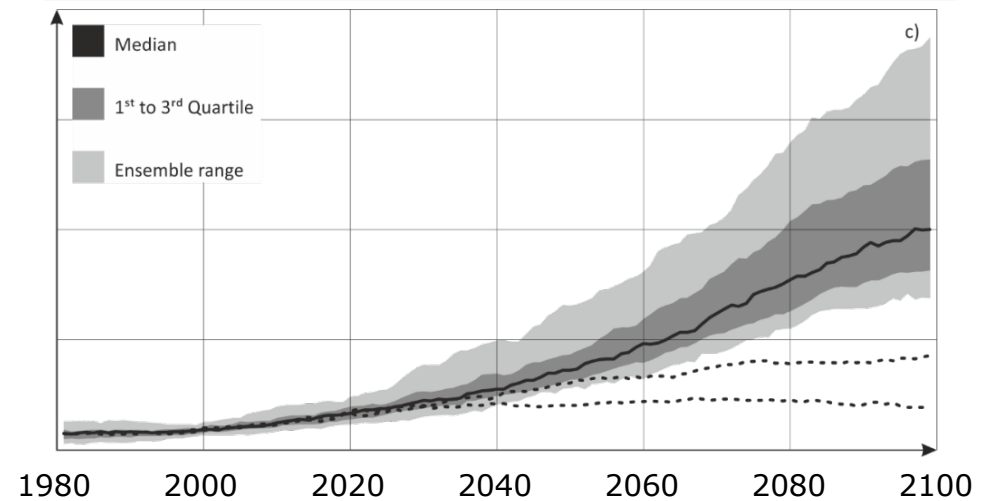
## Auswirkung des Klimawandels auf den Wärme- und Kältebedarf in der Schweiz



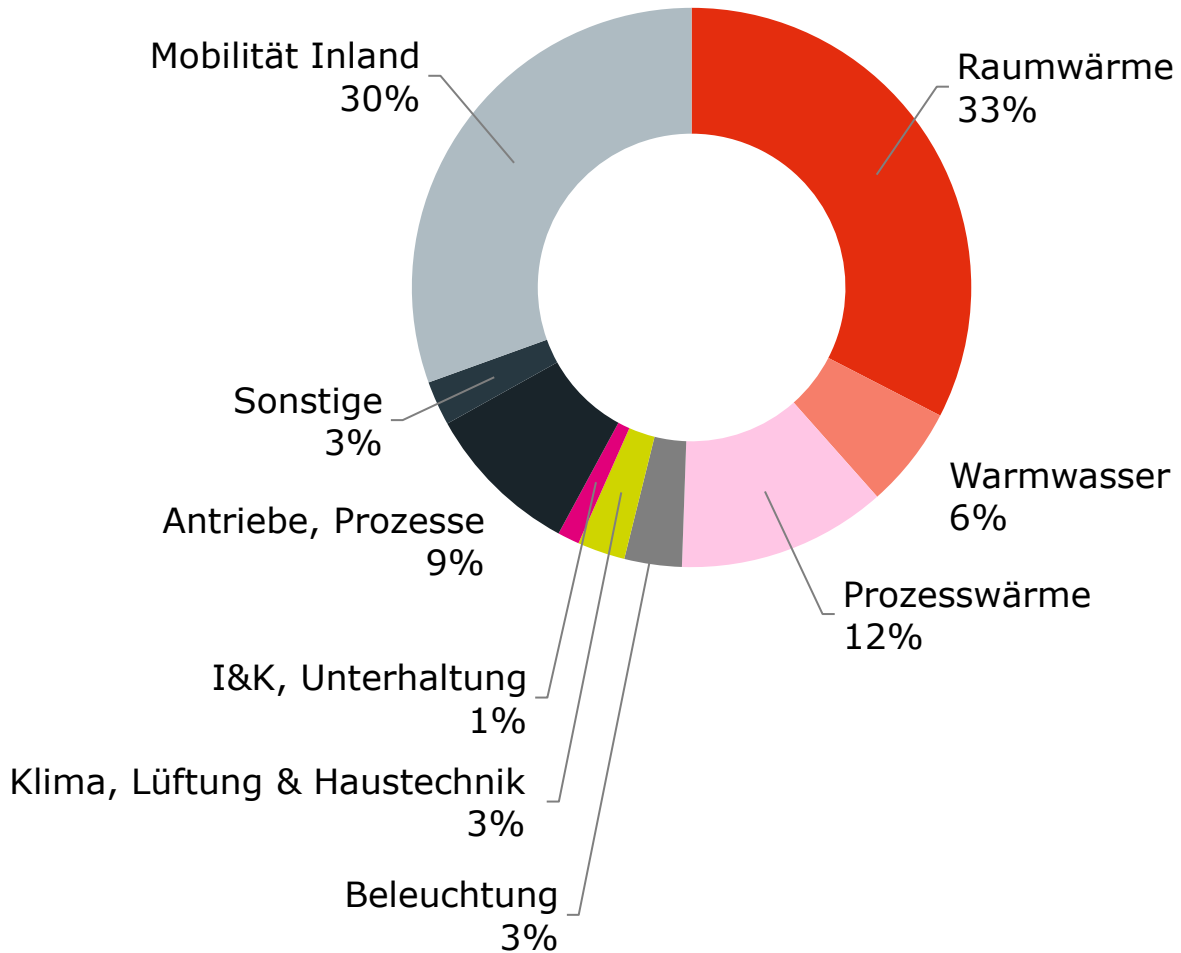
### Heizgradtage ( $\leq 12^{\circ}\text{C}$ )



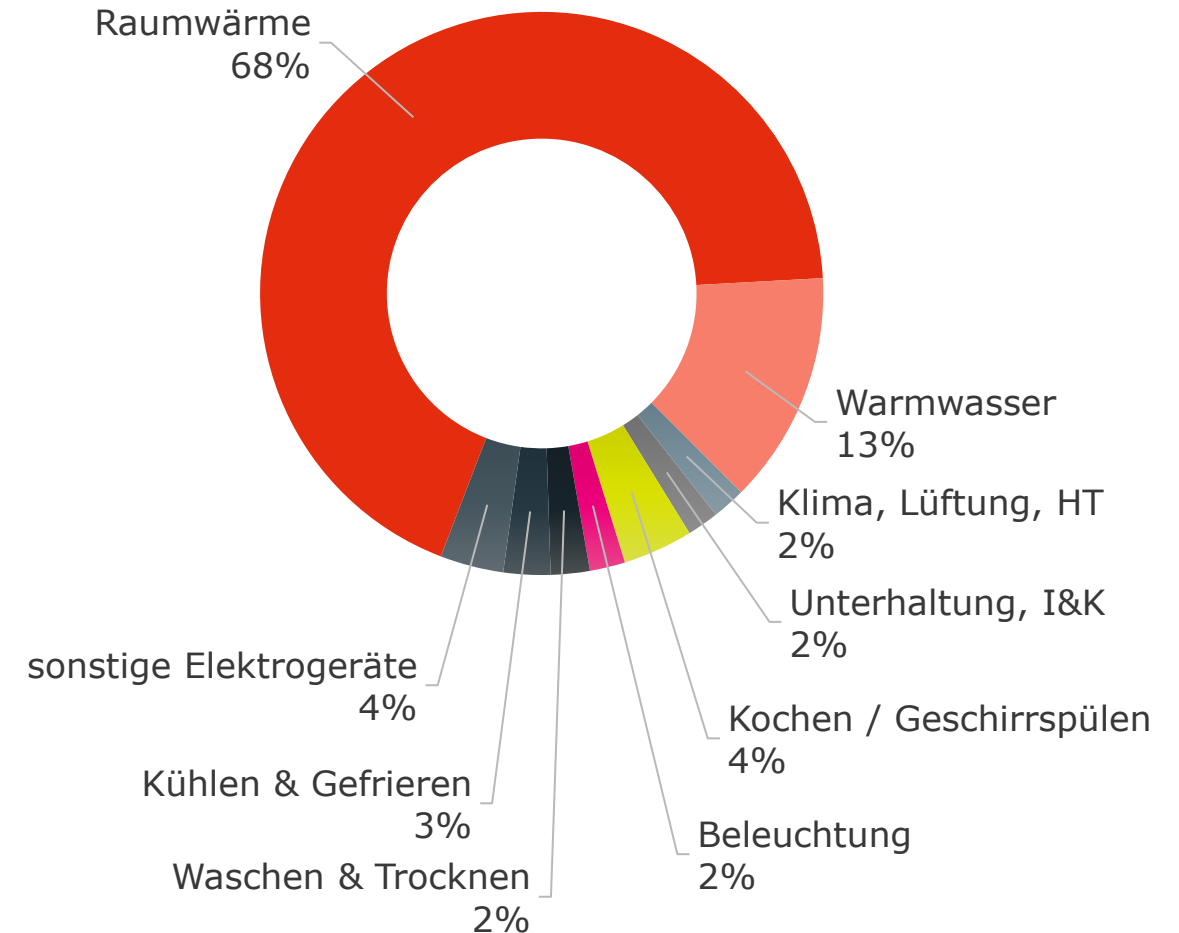
### Kühlgradtage ( $> 18.3^{\circ}\text{C}$ )



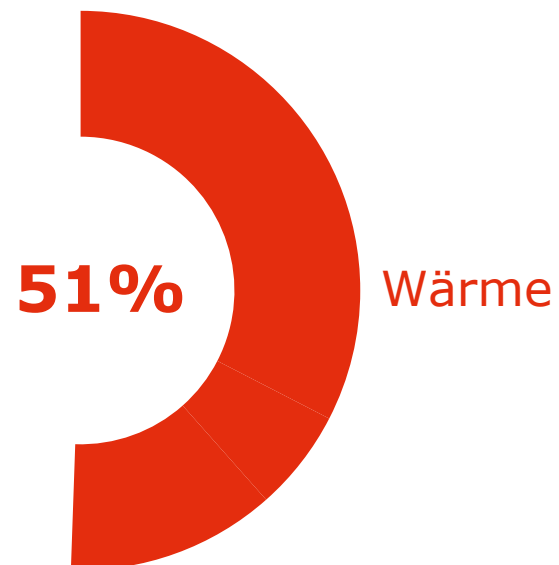
## Allgemein



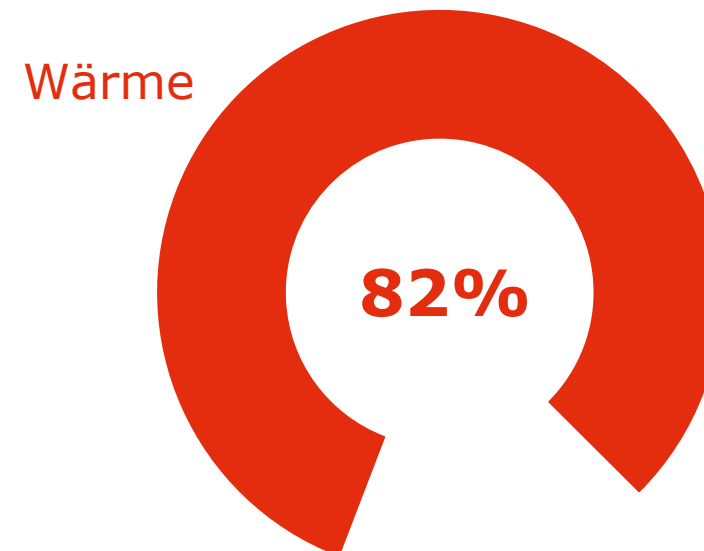
## Haushalte



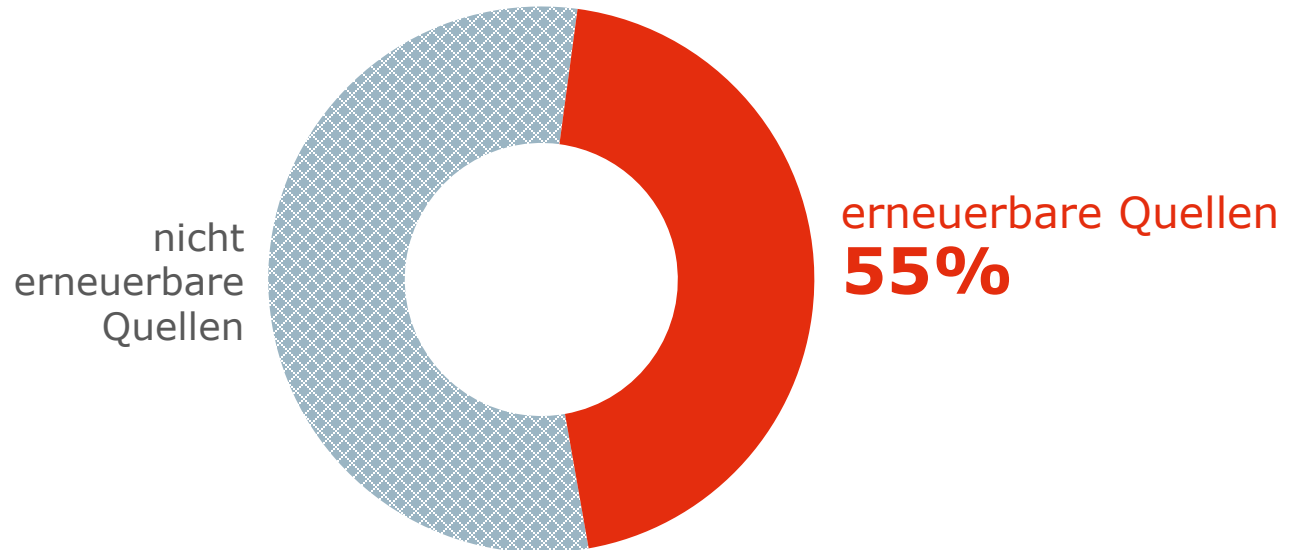
## Allgemein



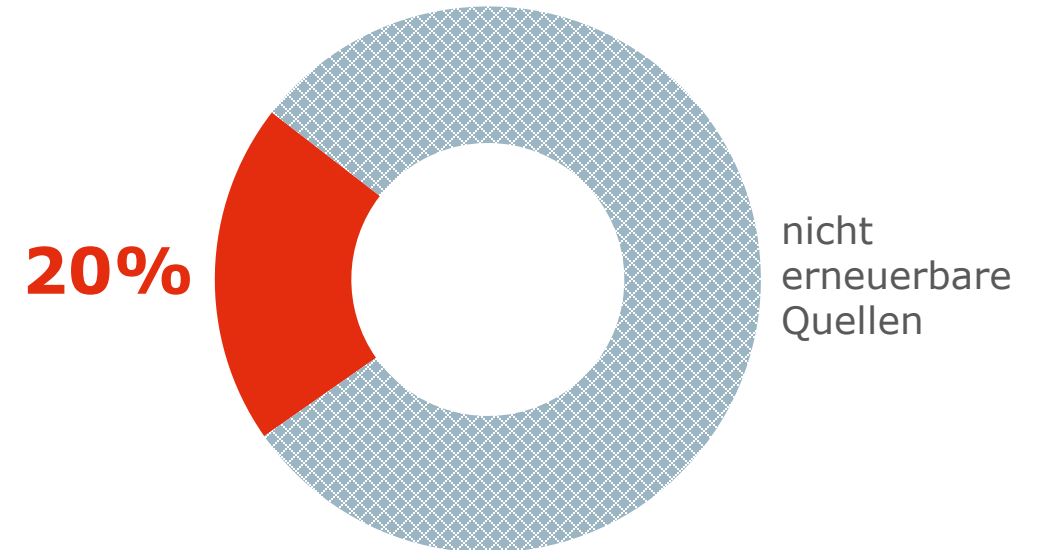
## Haushalte



## Elektrizitätsverbrauch



## Wärmeerzeugung



40+ Wissenschaftler rund um das **Speichern von Wärme und Kälte**

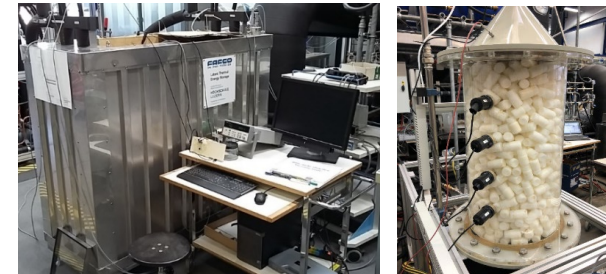
Materialcharakterisierung im Analytiklabor



Pilotanalagentests und Grundlagenuntersuchungen



Komponentenoptimierung und Systemmodellierung



Swiss Symposium Thermal Energy Storage  
Nächstes Symposium: **28. Januar 2022**



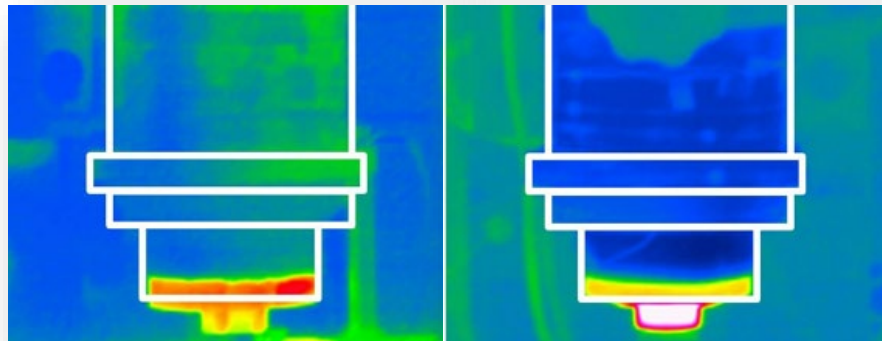
## Latentwärmespeicher



## Assessment of Storages



## Temperaturstabilität

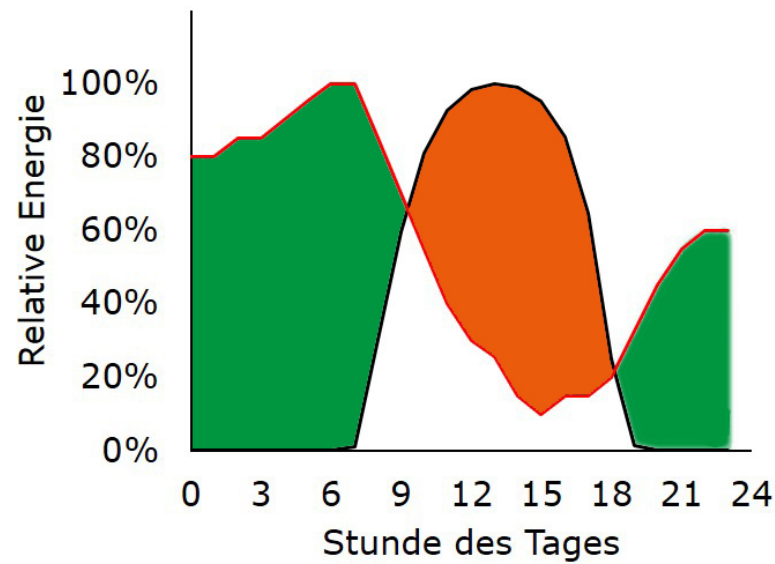


## Saisonale Energiespeicher

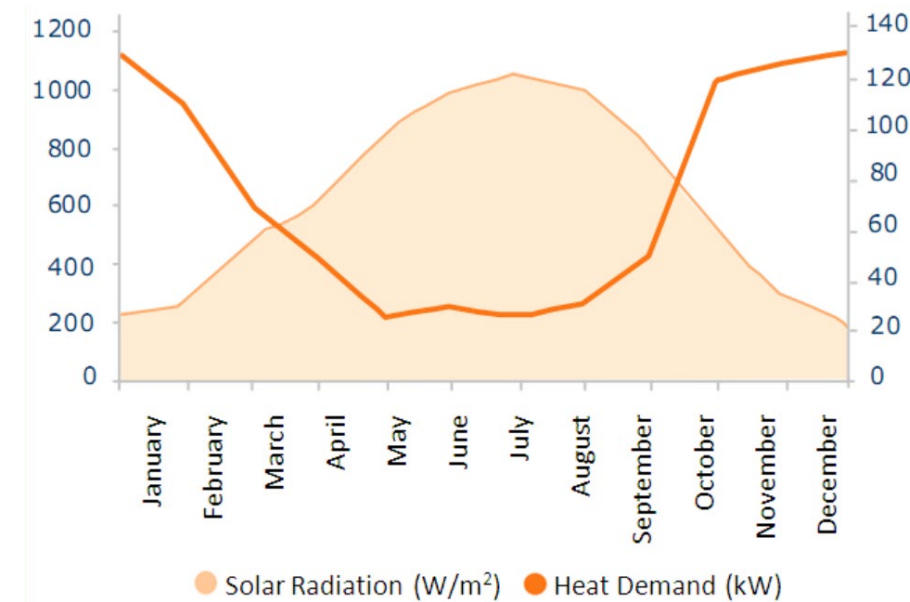




## Tagesverlauf



## Jahresverlauf



**Thermisch**

**Elektrisch**

### Kurzzeitspeicher

Kurzzeit Wärmespeicher

Batterien

### Langzeitspeicher

Saisonale Wärmespeicher

Pumped-storage/  
PGP/AA-CAES





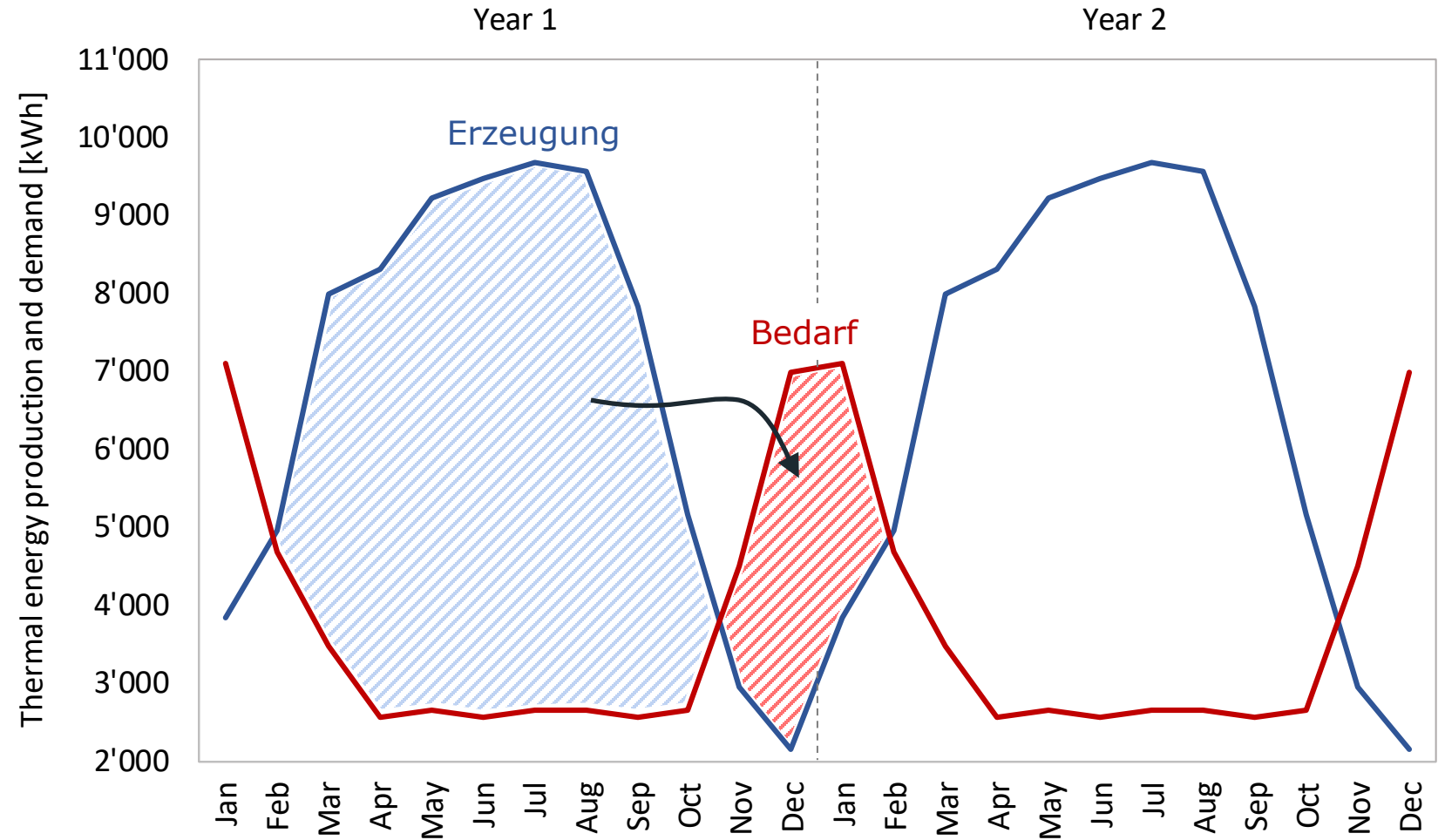
Mehrfamilienhaus

**Wärmebedarf:** 45'000 kWh/a

**Wärmeproduktion:** 81'000 kWh/a

**Wärmedefizit im Winter:** 10'000 kWh

**Speichervolumen:** 140 m<sup>3</sup>





### Sensible

10–70 kWh/m<sup>3</sup>

Wasser

Kies/Wasser

Erdreich

Gestein

Beton

$$q \sim \Delta T$$



### Latent

50–150 kWh/m<sup>3</sup>

Eis

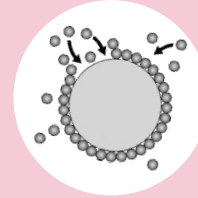
PCMs

Organisch

Anorganisch

Eutektika

$$q \sim \Delta h_f \text{ \& \; } \Delta T$$



### Thermochemisch

100–500 kWh/m<sup>3</sup>

#### Physikalische Sorption

Physikalische Absorption

Physikalische Adsorption

#### Chemische Reaktionen

Chemische Absorption

Chemische Adsorption

Rein chemisch

$$q \sim \Delta h_r, e$$

Volumetrische Speicherkapazität

### Vorteile

#### Sensible

- Keine chemische Zersetzung
- Nicht korrosiv
- Nicht brennbar
- Kommerziell erhältlich
- Niedrige Kosten

#### Latent

- Hohe Energiedichte
- Temperaturstabilität
- Wenige Wärmeverluste

#### Thermochemisch

- Sehr hohe Energiedichte
- Keine Wärmeverluste

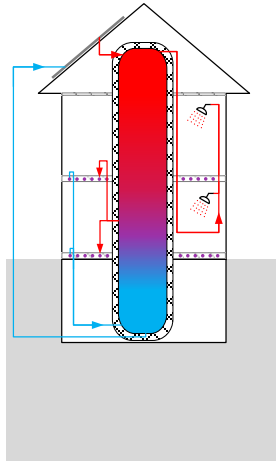
### Herausforderungen

- Niedrige Energiedichte  
→ grosses Volumen
- Wärmeverluste  
→ Selbstentladung

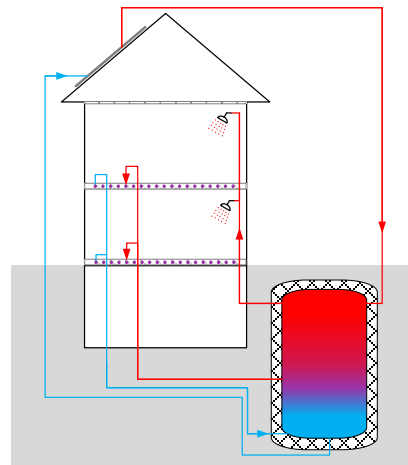
- Unterkühlung
- Phasentrennung
- Korrosivität
- Schlechte Wärmeübertragung
- Hohe Kosten

- Geringe chemische Stabilität
- Schlechte Wärme- und Stofftransport
- Effektive Energiedichte noch gering
- Sehr hohe Kosten

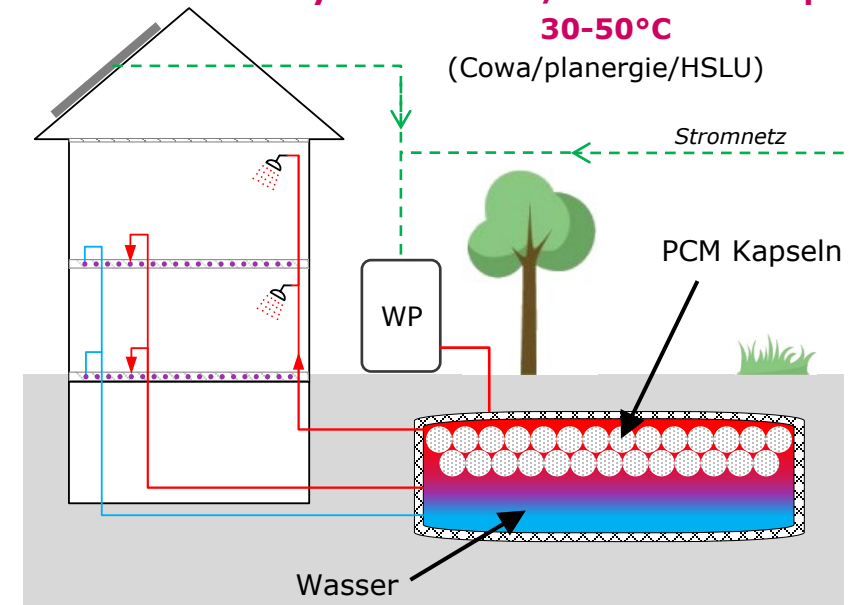
**Wasser-Wärmespeicher**  
**95°C**  
(Jenni Energietechnik AG)



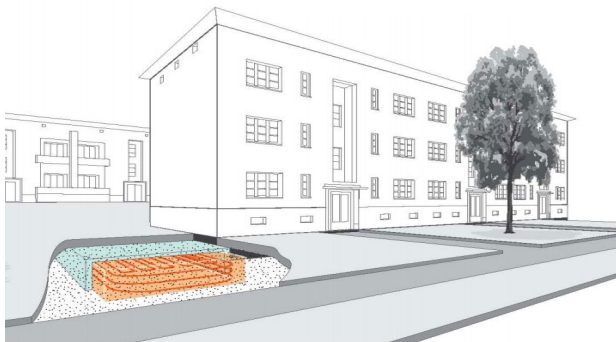
**Wasser-Wärmespeicher (vakuumisoliert)**  
**95°C**  
(Hummelsberger/Sirch)



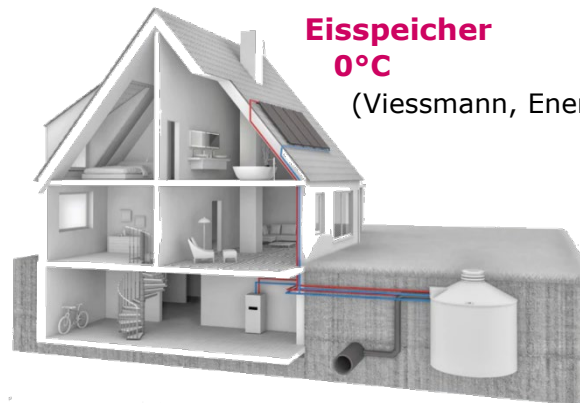
**Hybrid sensible/latent Wärmespeicher**  
**30-50°C**  
(Cowa/planergie/HSLU)



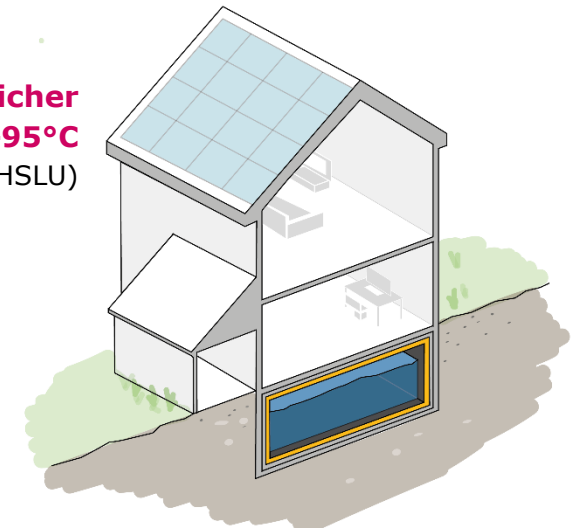
**Erdspeicher**  
**~25°C**  
(eTank, deematrix)



**Eisspeicher**  
**0°C**  
(Viessmann, Energie Solaire)

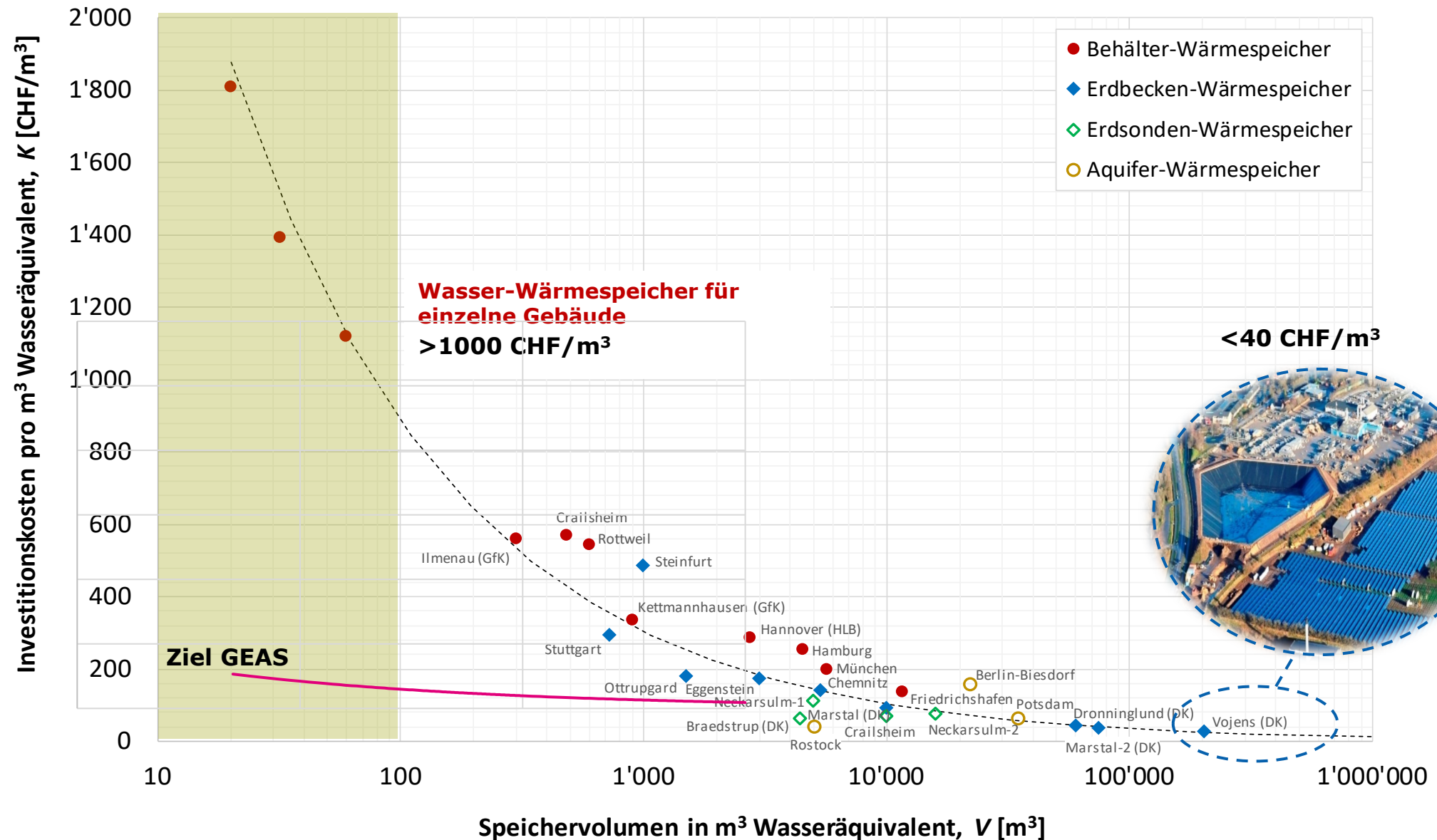


**Wasser-Wärmespeicher**  
**60-95°C**  
(swisspor/HSLU)



# Herausforderung für kleinere Speichervolumen

Exponentielle Steigerung der Kosten

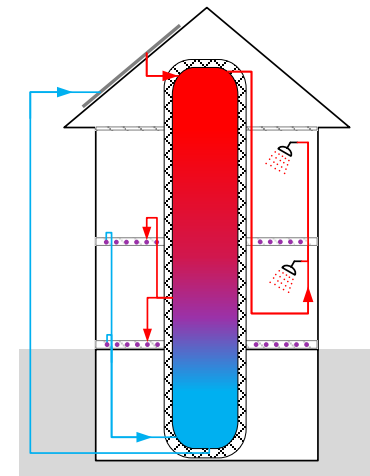




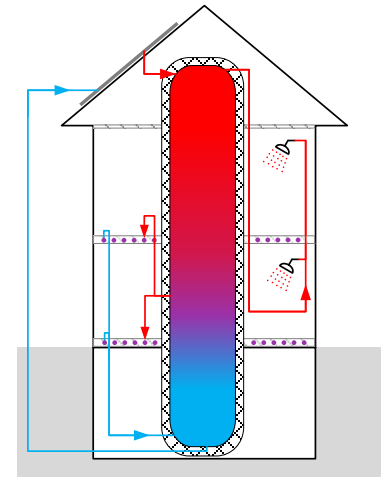
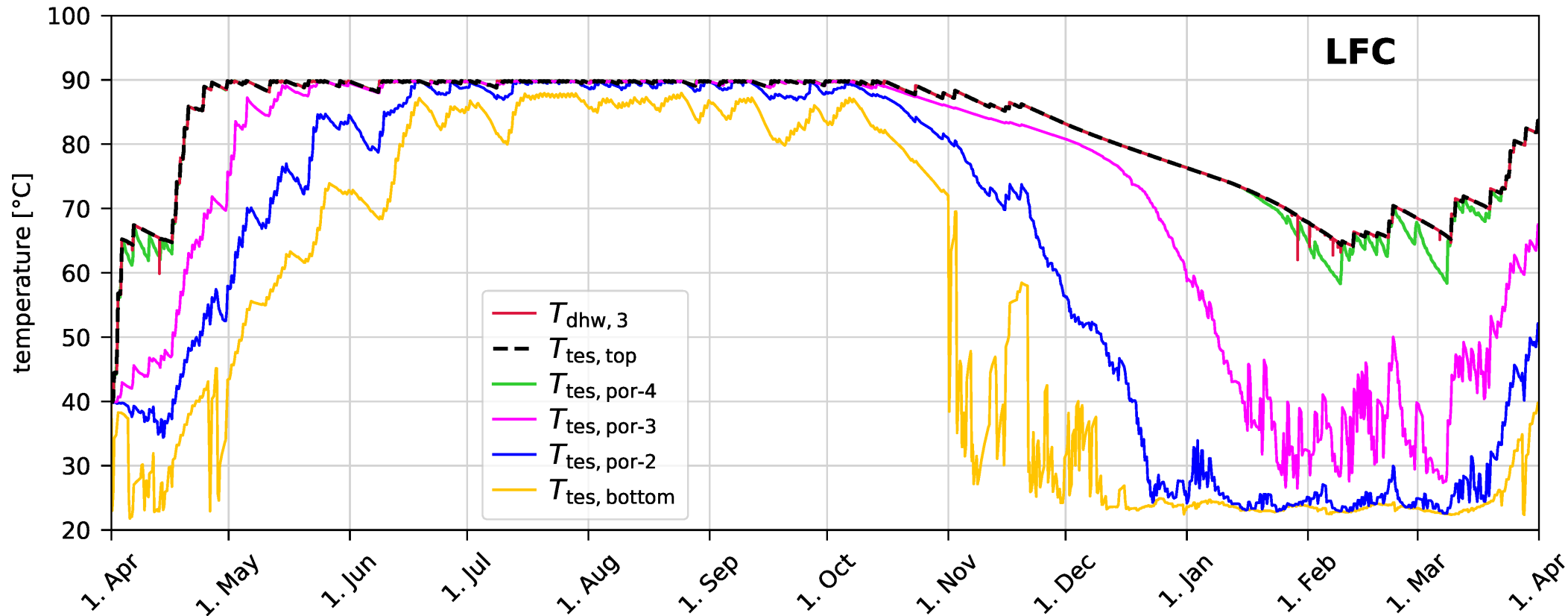
# Wasser-Wärmespeicher im Gebäude integriert



 **Jenni Energietechnik**

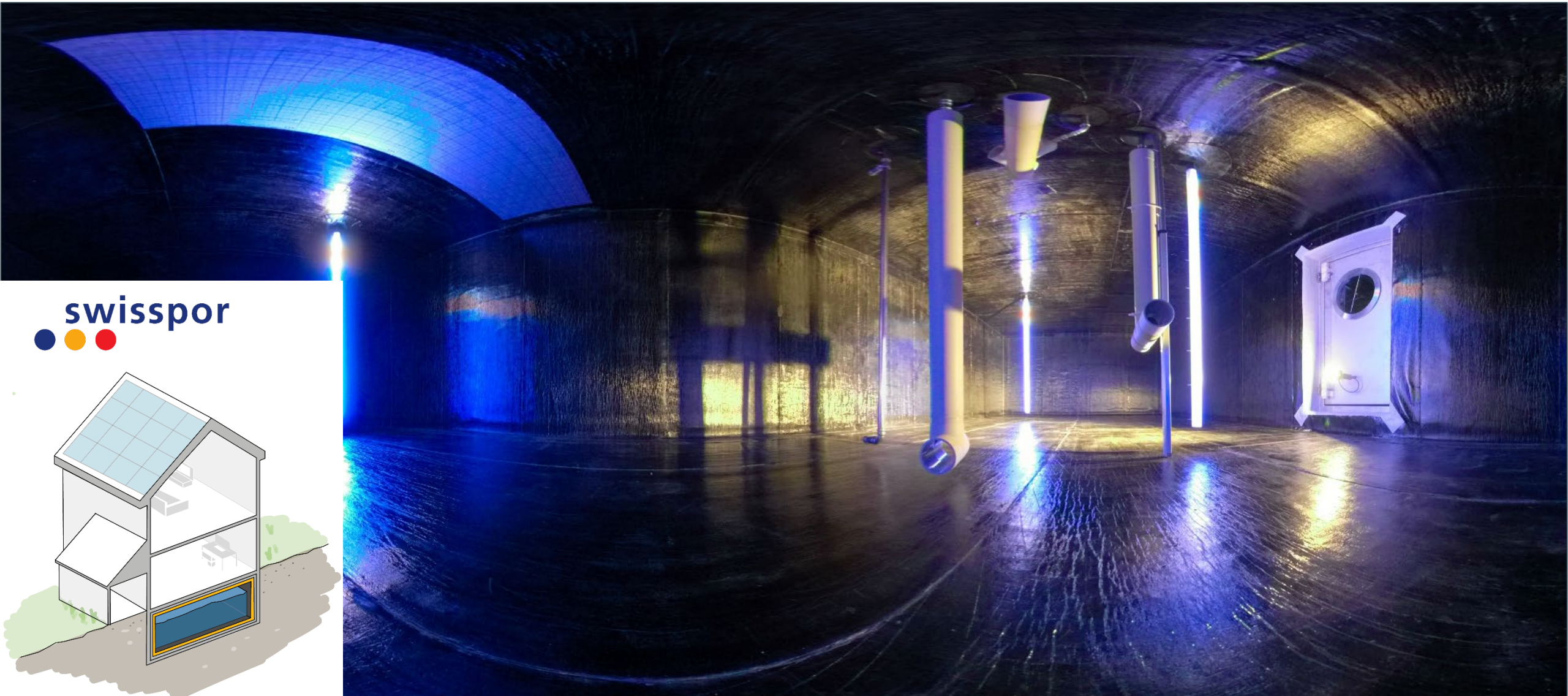


- Notwendiges Speichervolumen stark von der **thermischen Schichtung** abhängig
- **Intelligente Regelstrategie** essentiell zur optimalen Be- und Entladung des Speichers  
→ kann das **Speichervolumen bis um 40%** reduzieren

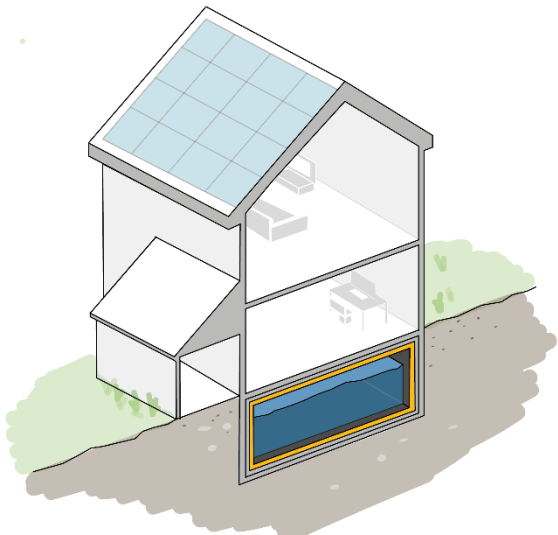




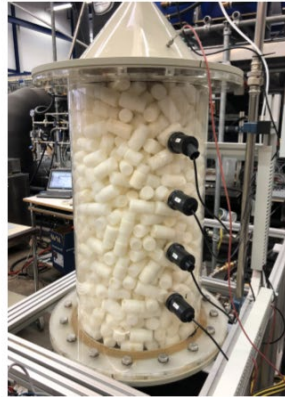
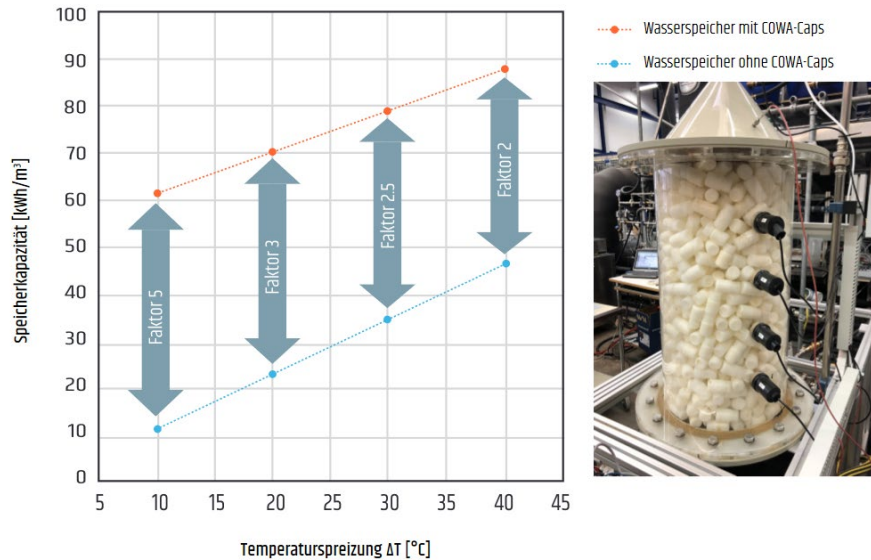
# Wärmespeicher durch Umnutzung bestehender Hohlräume



**swisspor**

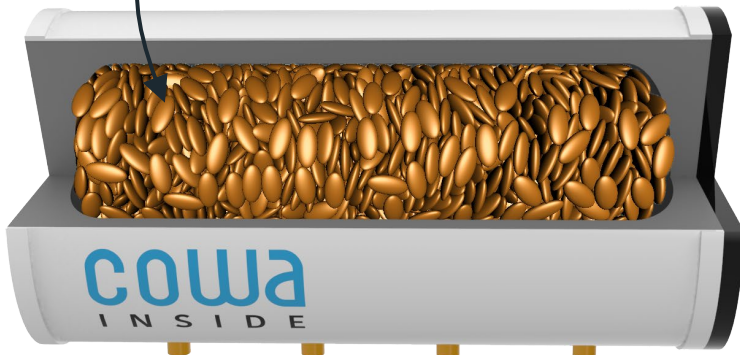


## Reduktion des Speichervolumens und der Systemkosten durch die Kombination Wasser/PCM

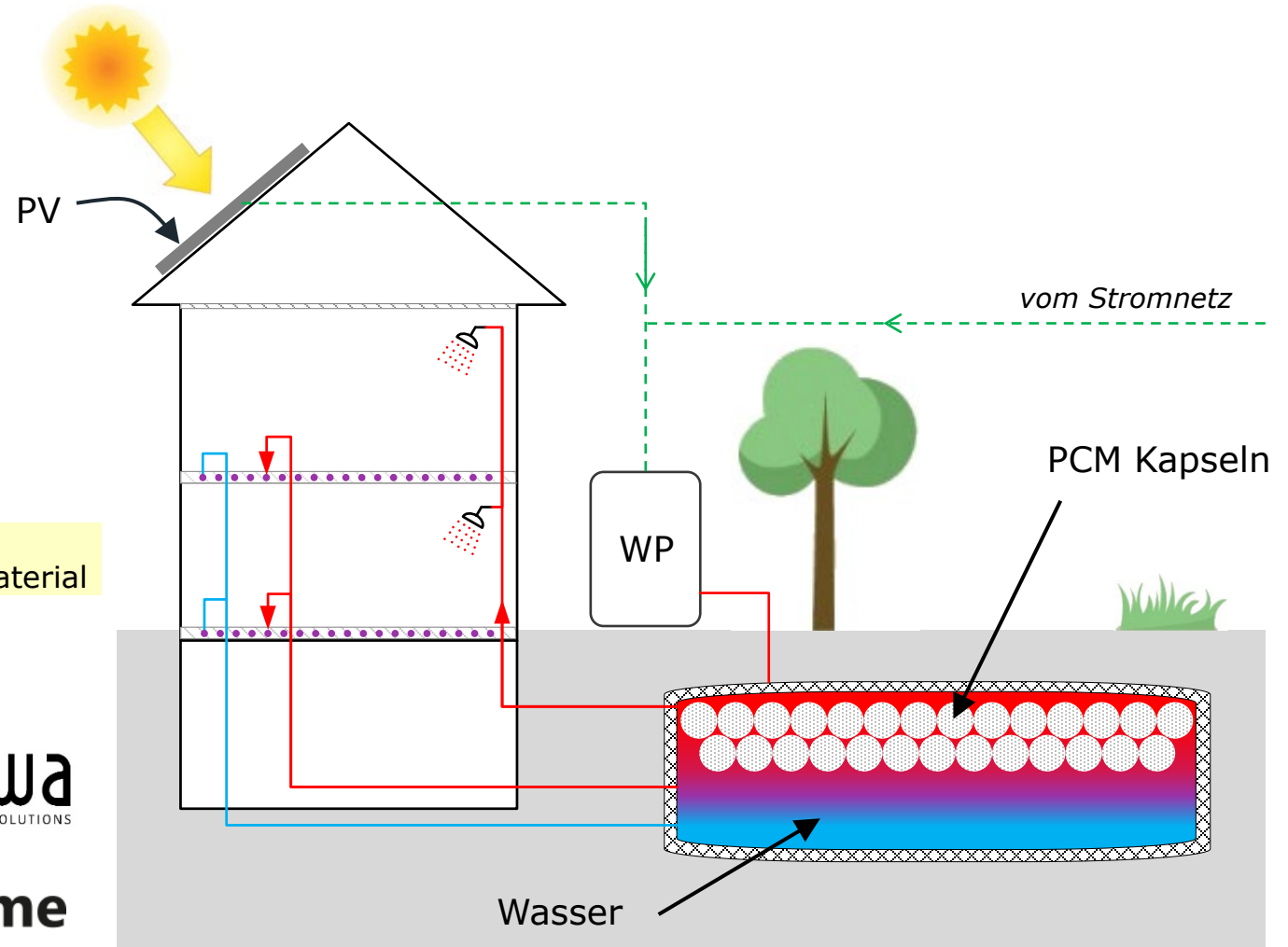


### PCM Kapseln

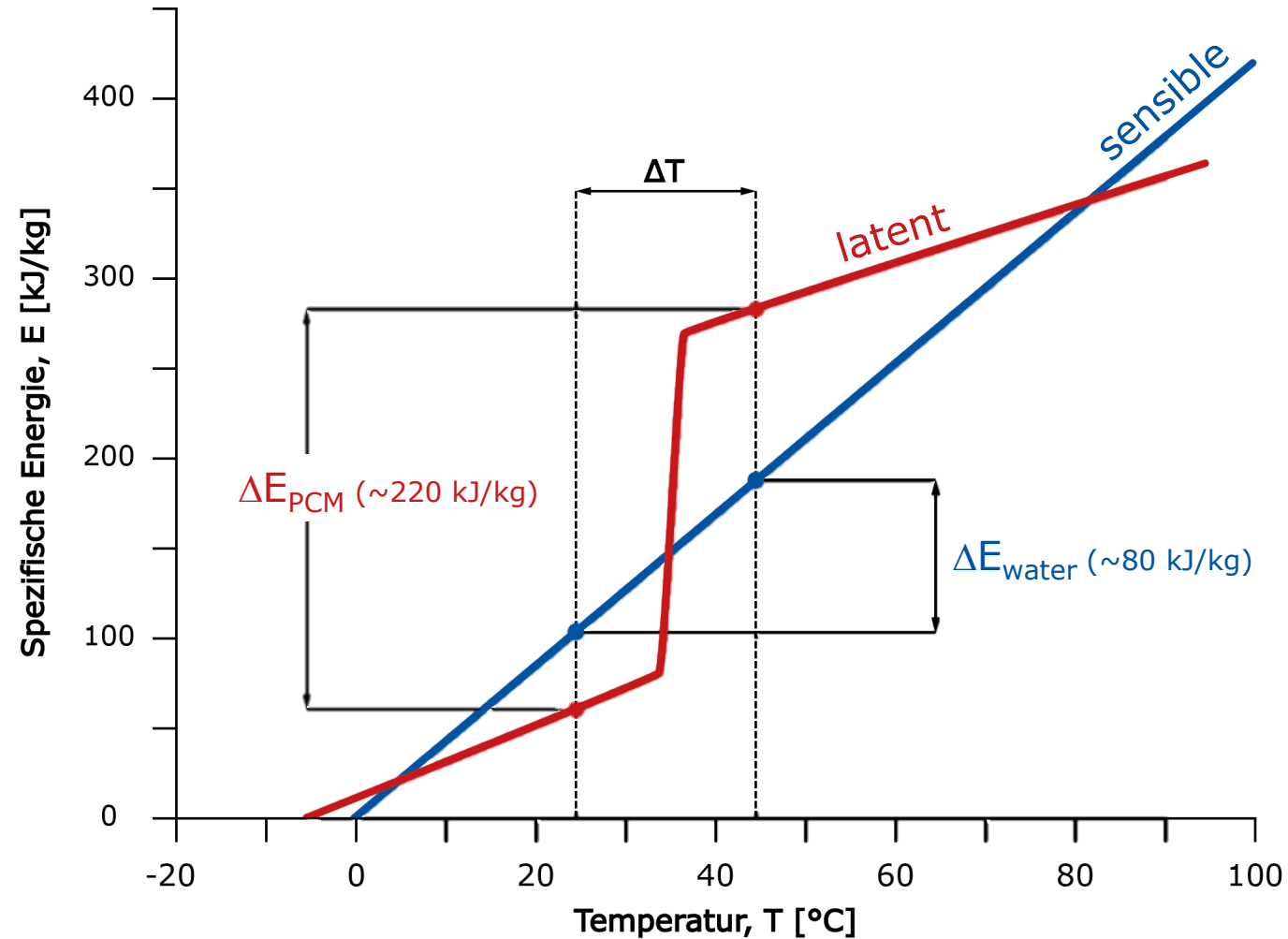
→ PCM = Phase Change Material = Phasenwechselmaterial



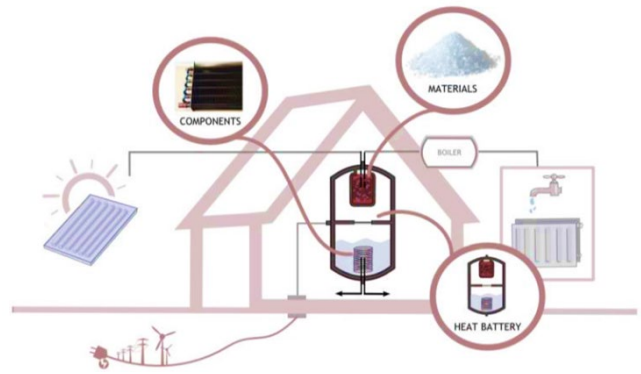
energy4me



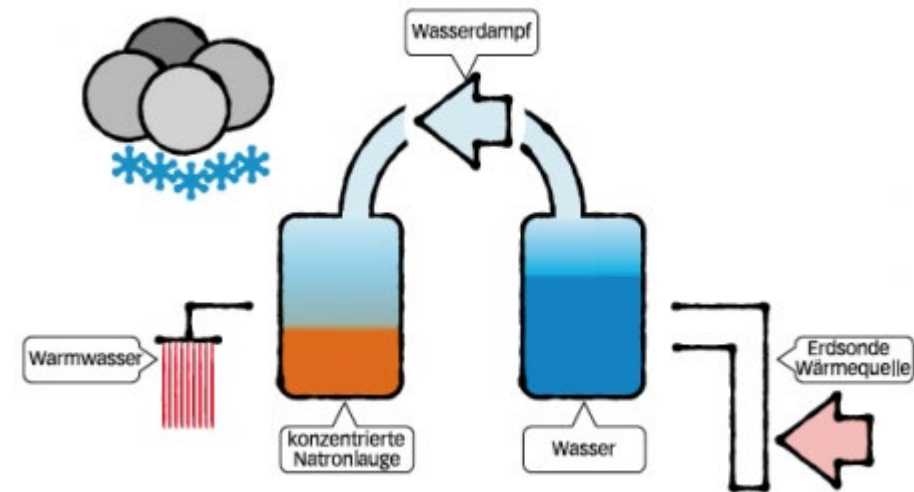
- 2 bis 5 fache Speicherkapazität
- Speicherung auf nahezu konstanter Temperatur







- NaOH System



# 9<sup>th</sup> Swiss Symposium Thermal Energy Storage: January 28, 2022

## 9th Swiss Symposium Thermal Energy Storage

Friday, 28 Januar 2022



THERMAL ENERGY STORAGE  
[www.hslu.ch/tes](http://www.hslu.ch/tes)

Lucerne University of  
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE  
LUZERN**

Technik & Architektur  
CC Thermische Energiespeicher

Info and Registration: [www.hslu.ch/sstes](http://www.hslu.ch/sstes)



Sebastian  
Ammann



Braulio  
Barahona



Robert  
Beaufait



Matthias  
Berger



Luca  
Brauchli



Roger  
Buck



William  
Delgado



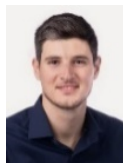
Oliver  
Fellmann



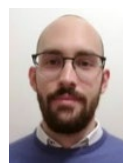
Benjamin  
Fenk



Ludger  
Fischer



Robert  
Gandia



Dario  
Guarda



Damian  
Gwerder



Reto  
Hendry



Adina  
Hochuli



Janine  
Leiggner



Esther  
Linder



Simon  
Maranda



Jorge  
Martinez  
Garcia



Andreas  
Melillo



Patrick  
Meyer



Adrian  
Müller



Eva  
Odermatt



Poppy  
O'Neill



Rebecca  
Ravotti



Philipp  
Roos



Lukas  
Roth



Louis  
Schibli



David  
Schiffmann



Philipp  
Schütz



Helene  
Sperle



Anastasia  
Stamatou



Johan  
Stenqvist



Marcel  
Troxler



Willy  
Villasmil



Silvan  
von Arx



Remo  
Waser



Jörg  
Worlitschek



Roger  
Zimmermann



Richard  
Lüchinger

Zur Person:

**Jörg Worlitschek**

Leiter Competence Center Thermische Energiespeicher  
Institut für Maschinen- und Energietechnik  
Hochschule Luzern – Technik & Architektur



- Energie- und Verfahrenstechniker
- Mitwirkung als Forschungspartner in den SWEET-Konsortien PATHFNDR, EDGE und DeCarbCH
- Mitglied der AG Wärmespeicher vom AAE Suisse/FESS (Forum Energiespeicher Schweiz)

Kontaktieren Sie mich gerne:

**Prof. Dr. Jörg Worlitschek**

Technikumstrasse 21, CH-6048 Horw

T direkt + 41 41 349 3957

[joerg.worlitschek@hslu.ch](mailto:joerg.worlitschek@hslu.ch)

[www.hslu.ch/tes](http://www.hslu.ch/tes)