

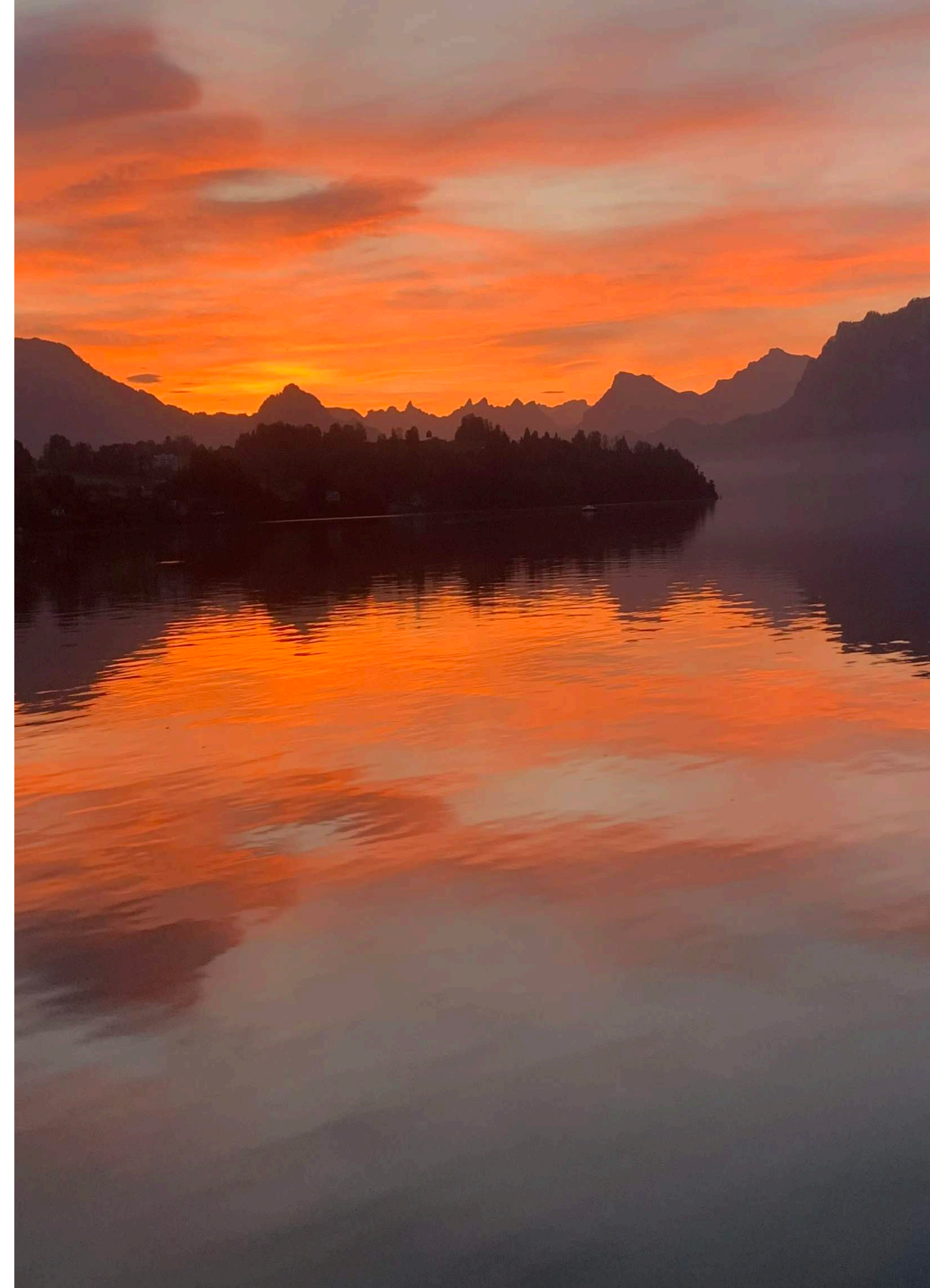
## Saisonale Wärmespeicher – Attraktiv und dennoch vernachlässigt

**Prof. Dr. Jörg Worlitschek**

Hochschule Luzern - Technik & Architektur

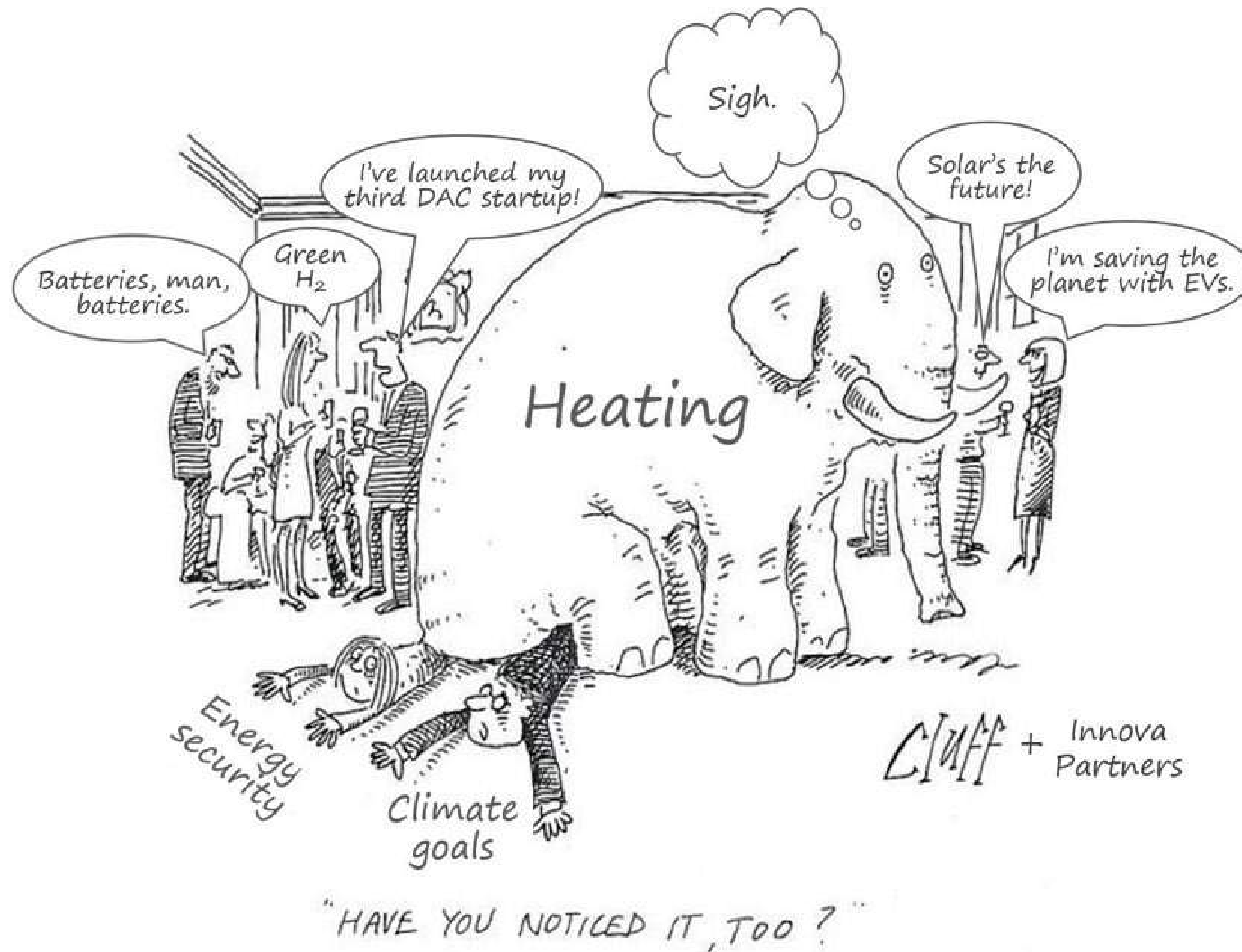
[joerg.worlitschek@hslu.ch](mailto:joerg.worlitschek@hslu.ch)

forum **energie** zürich



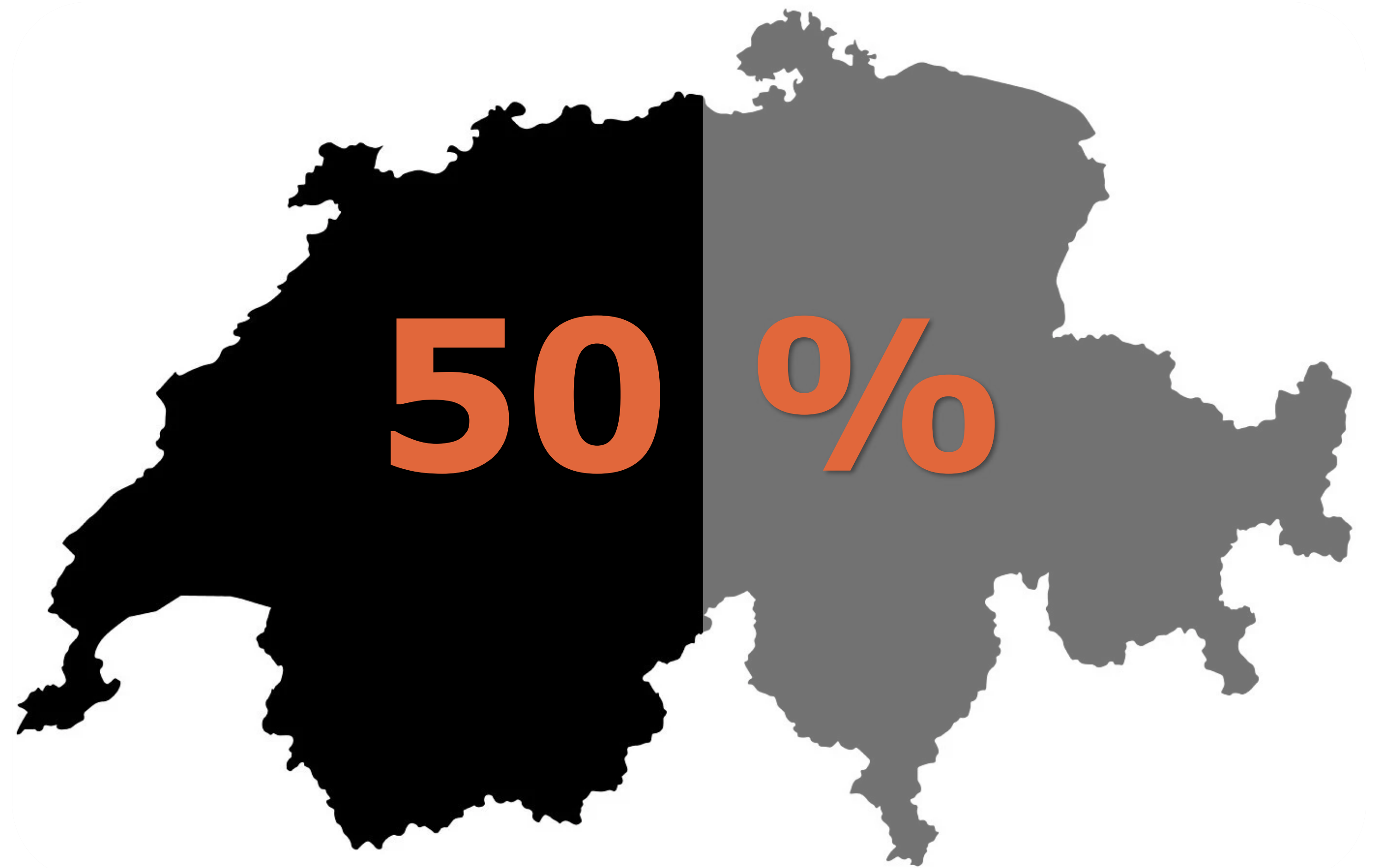


# Der Elefant im Raum ...



Wie viel Prozent des Schweizer Energieverbrauchs wird für die Wärmeerzeugung verwendet?

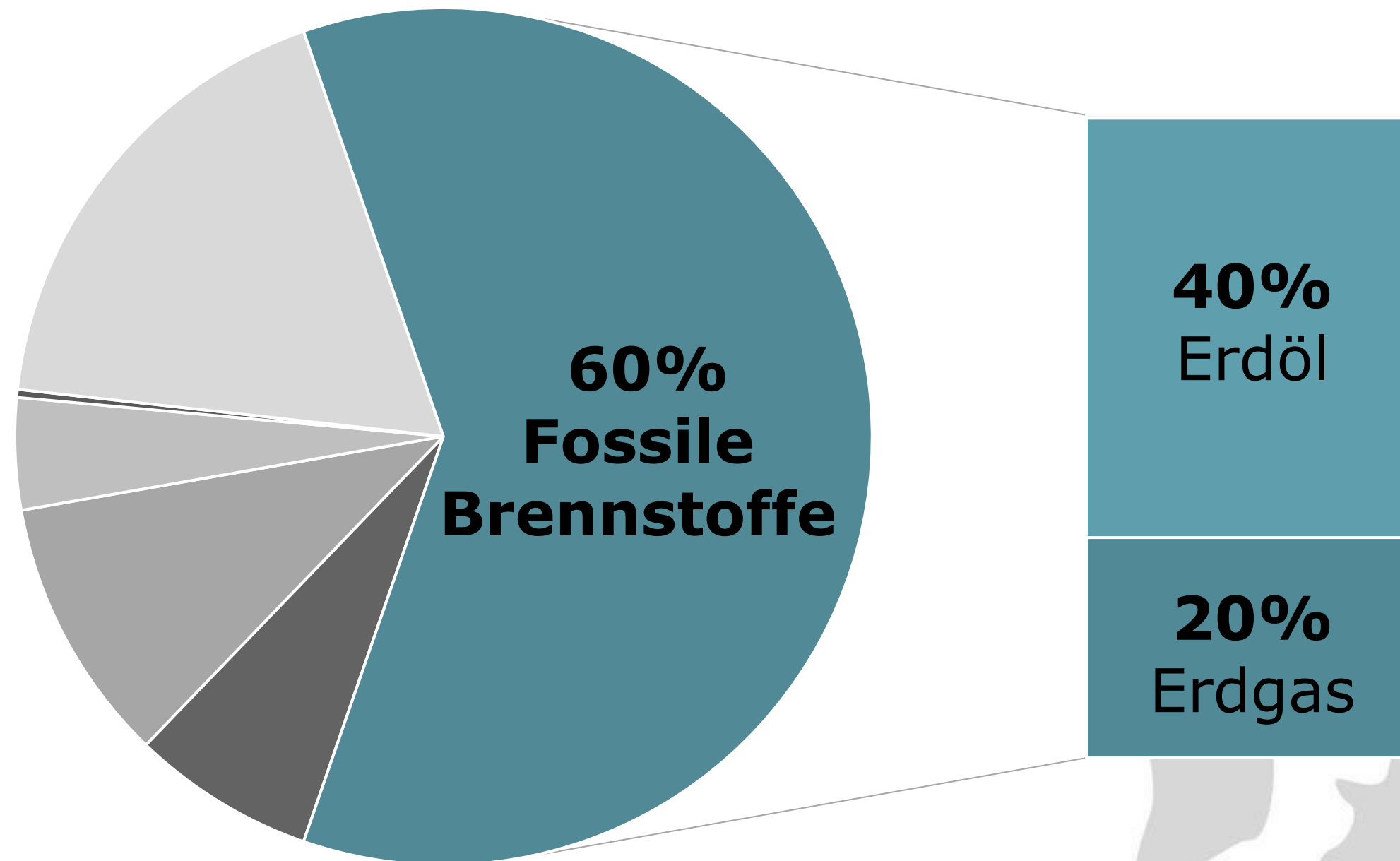
# Der Elefant im Raum ...



Wie viel Prozent des Schweizer Energieverbrauchs wird für die Wärmeerzeugung verwendet?



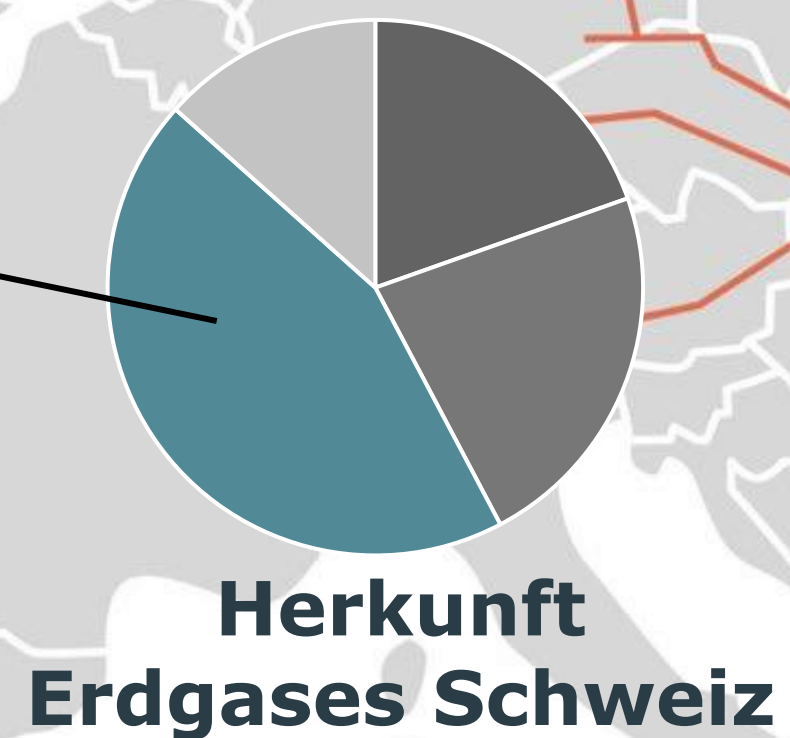
# Wärme wird heute vorwiegend fossil erzeugt



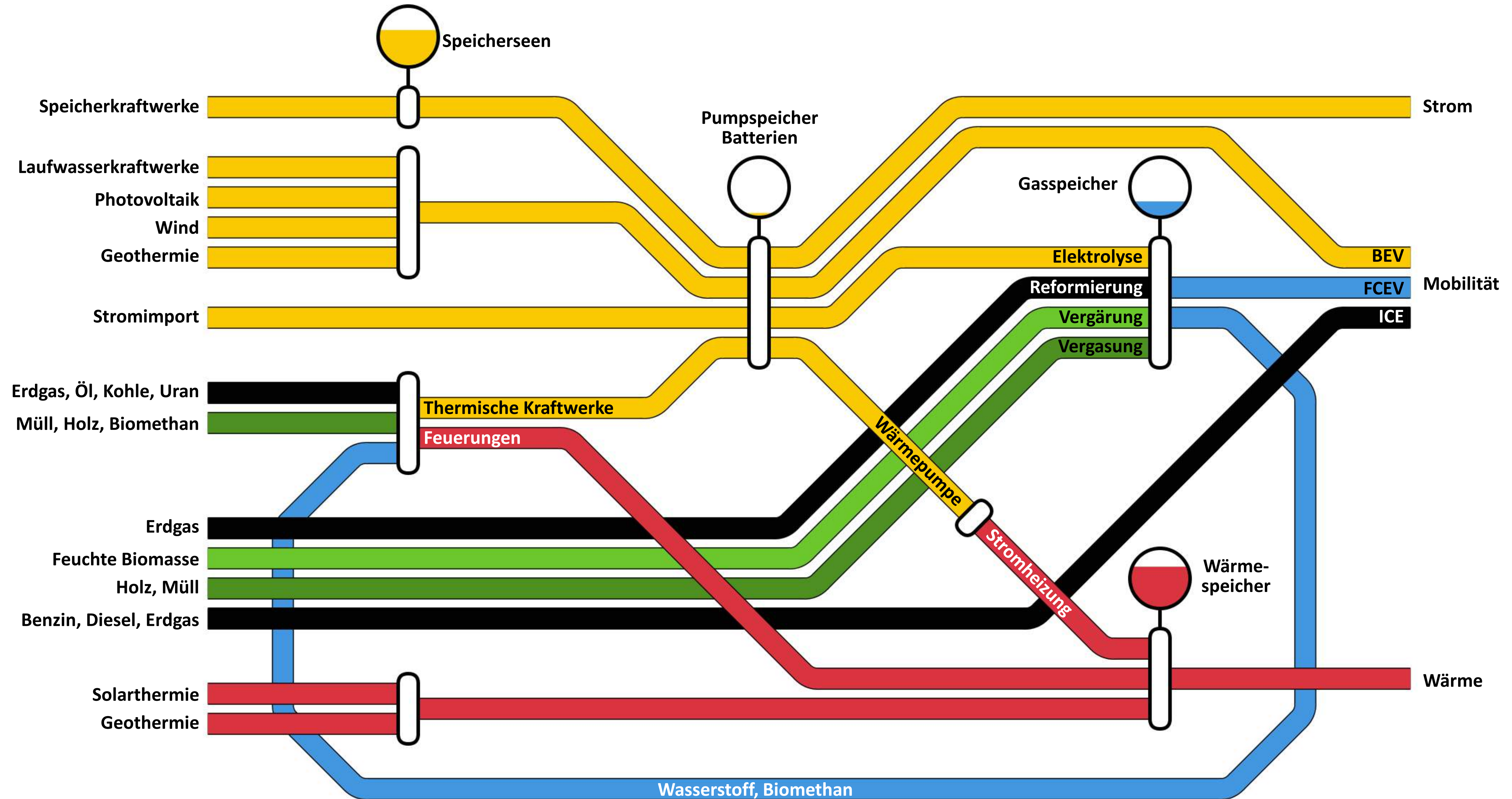
## Hauptenergieträger für Heizung Schweiz

Der CO<sub>2</sub> -Ausstoss durch Wärmeerzeugung beträgt in der Schweiz **18 Mio t** (von total 48 Mio t)

**44 %**  
Russland

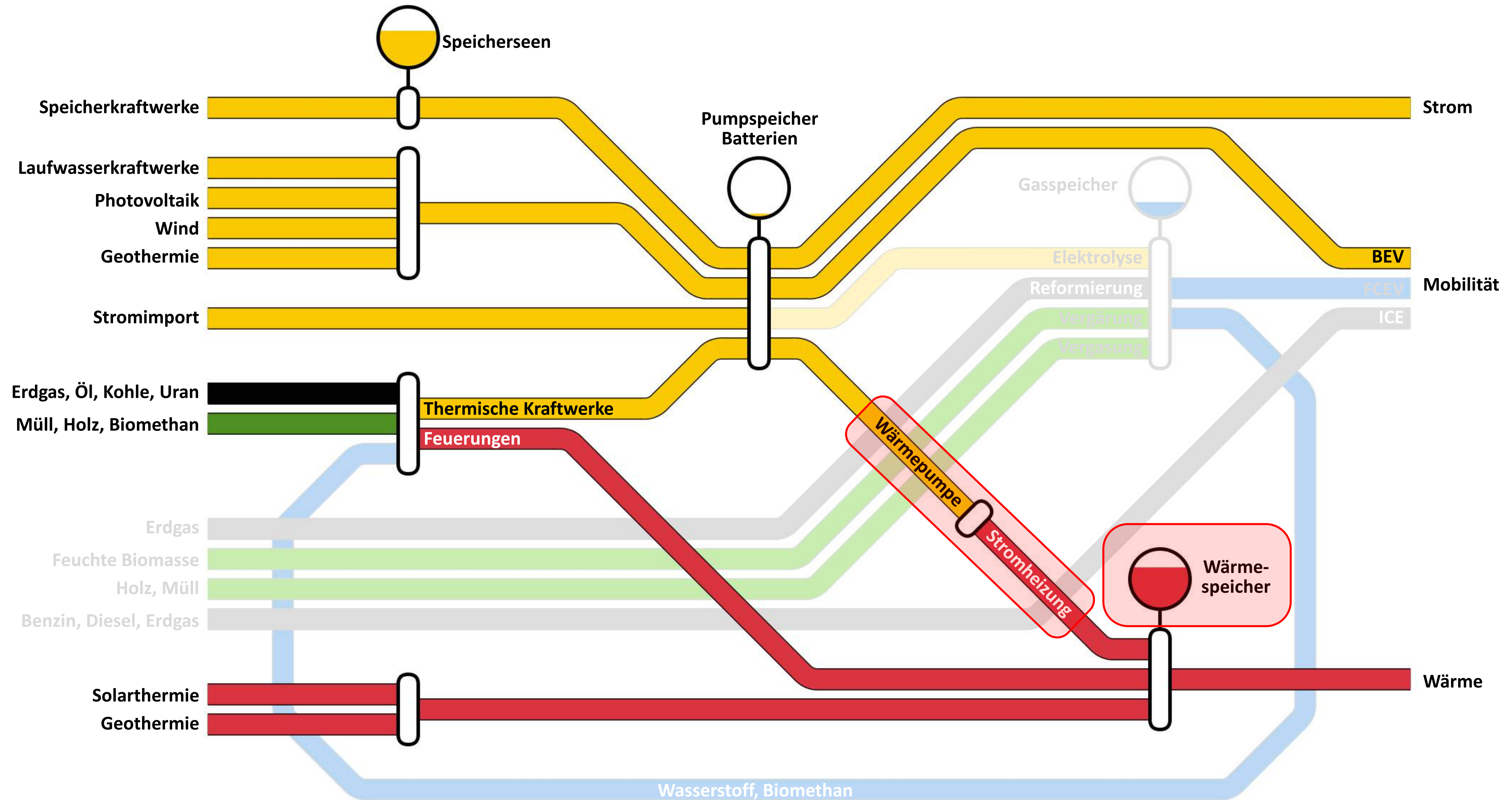


# Betrachtung des Schweizer Energiesystems als Ganzes

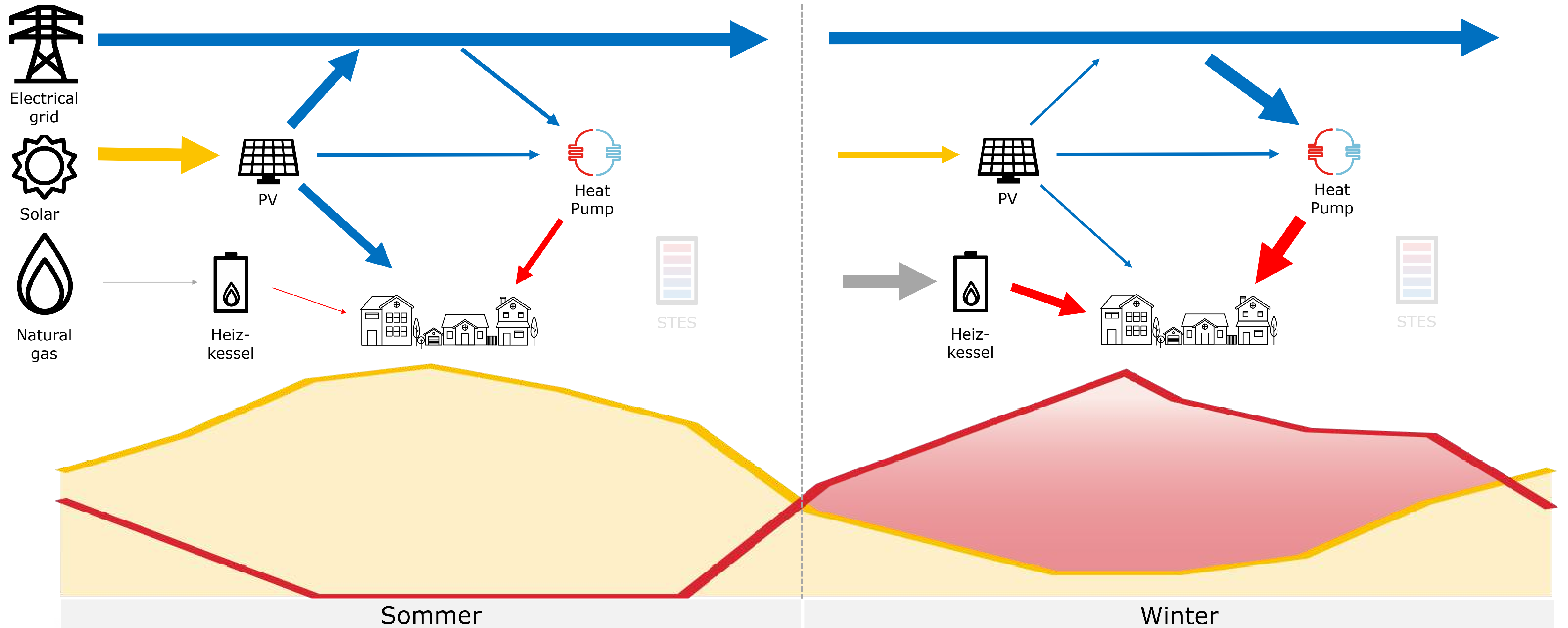




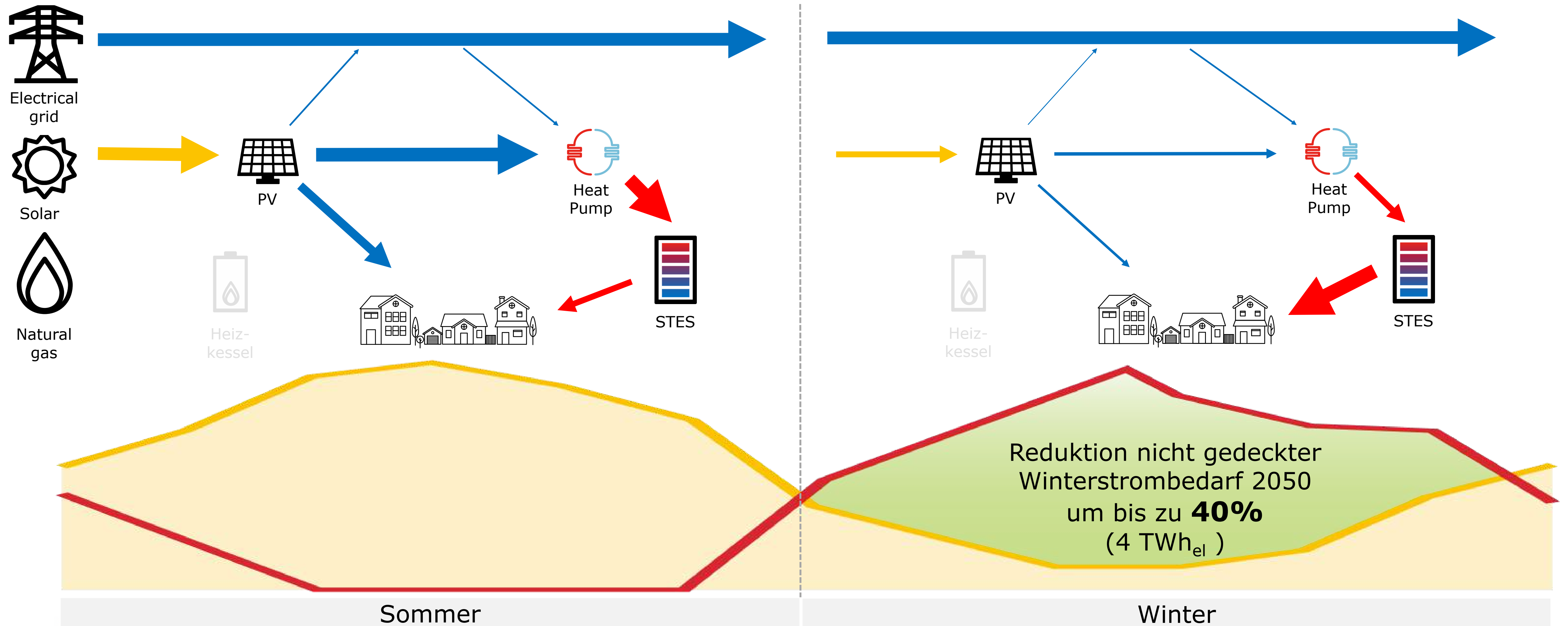
# Betrachtung des Schweizer Energiesystems als Ganzes



# Energiesystem ohne saisonale Wärmespeicher (STES)



# Energiesystem mit saisonalen Wärmespeichern (STES)





# Take Home Messages

## Saisonale Wärmespeicherung in der Schweiz



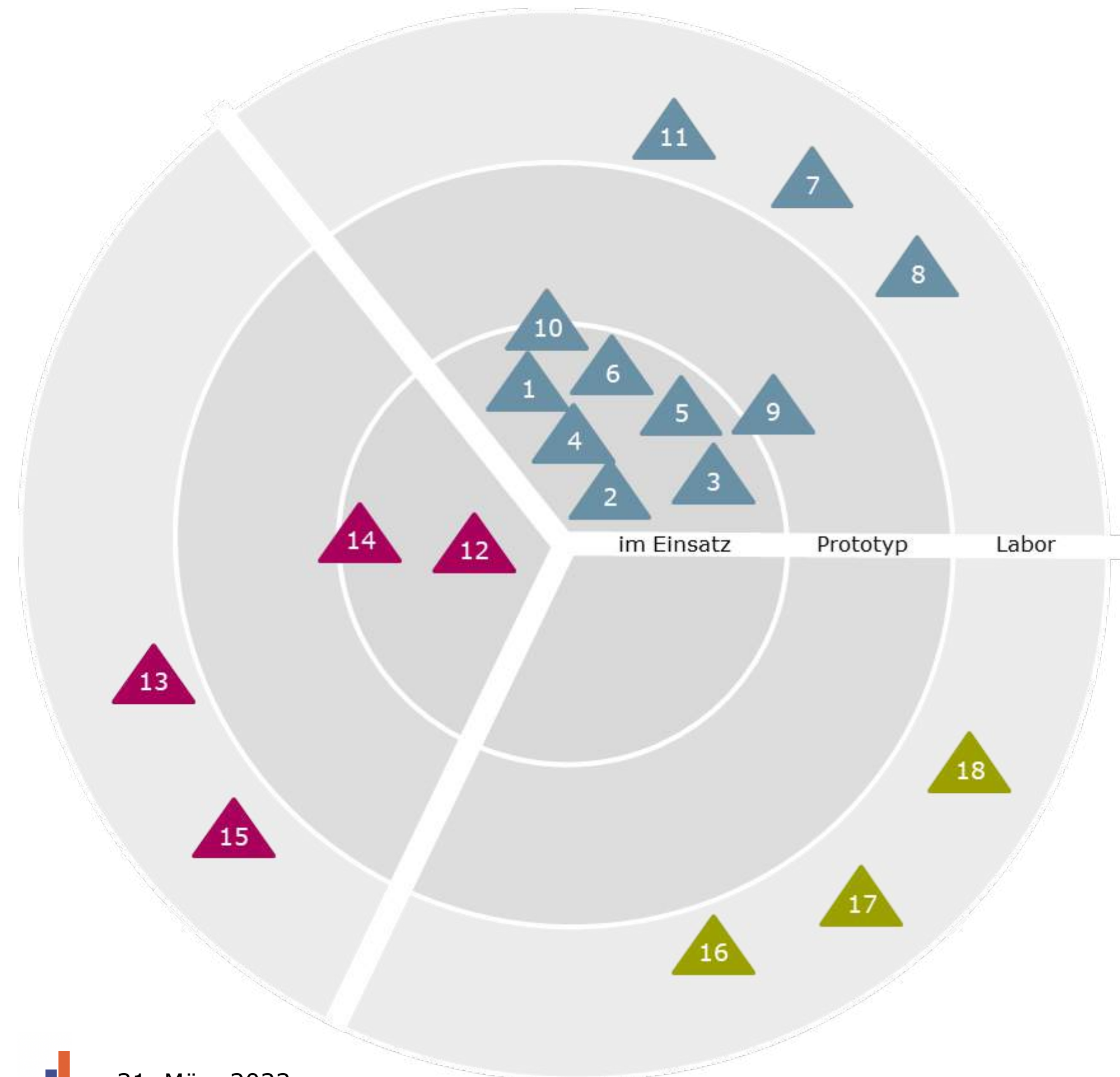
Reduktion nicht gedeckter Winterstrombedarf 2050

**40 %**



# Die Technologien sind vorhanden

## Technologieradar Saisonale Wärmespeicher



### Sensible Speicher

- 1 Saisonaler Tank Speicher für thermische Energie (TTES)
- 2 Thermische Energiespeicherung in Bohrlöchern (BTES)
- 3 Oberflächennahe BTES
- 4 Gebäudefundamentspeicher (Energiepfahl)
- 5 Grubenwärmespeicher (PTES)
- 6 Sensible Wärmespeicherung im Aquifer (ATES)
- 7 See als Wärmespeicher
- 8 Geschlossener Speicher im See
- 9 Geothermische Tiefspeicherung in Bohrlöchern
- 10 Vakuum-isolierter Tank
- 11 Warmwasser-Gehäuse

### Latentspeicher

- 12 Eisspeicher
- 13 Saisonale Latentwärmespeicher
- 14 Latentwärmespeicher (TES)
- 15 HYTES Latentwärmespeicher

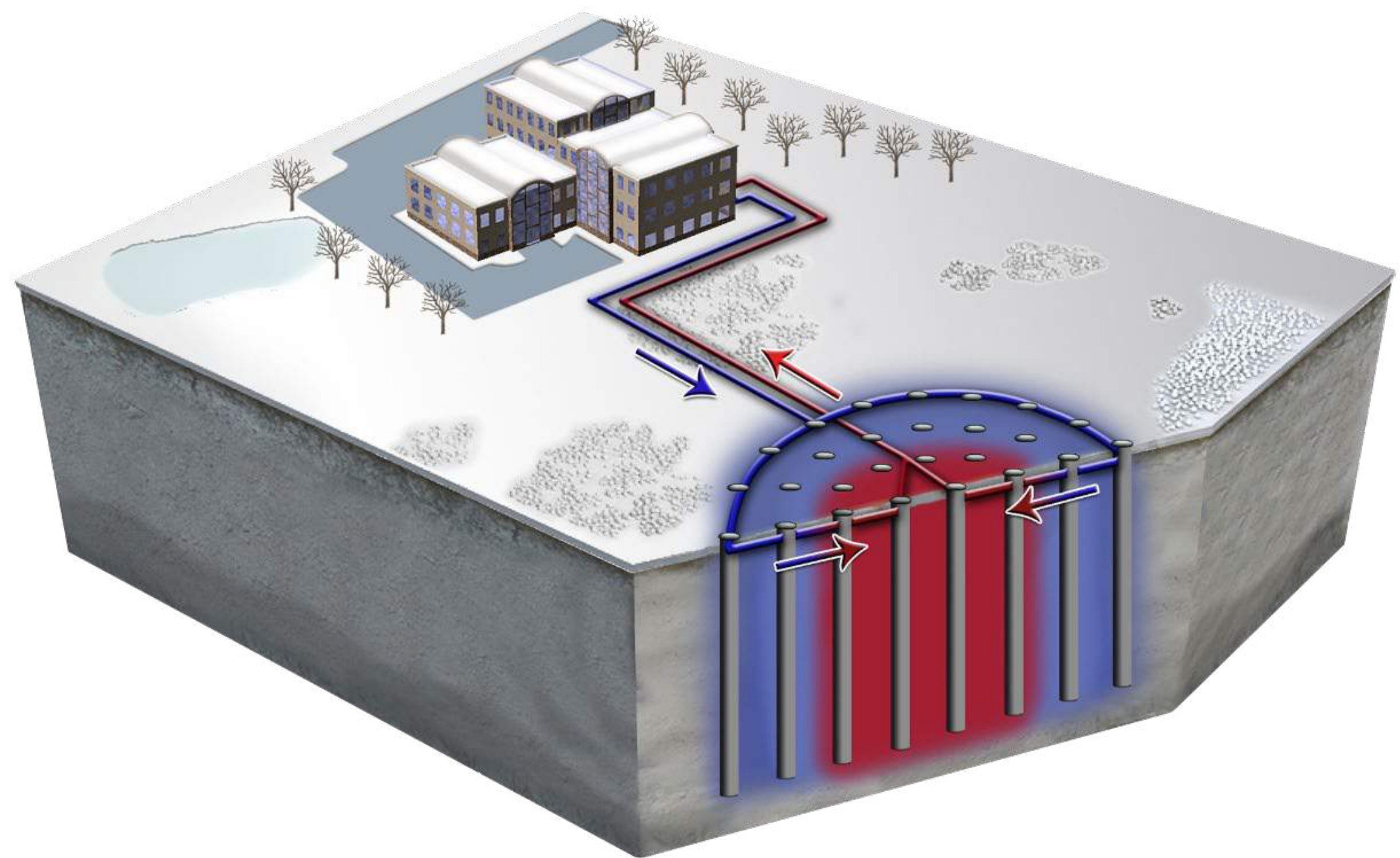
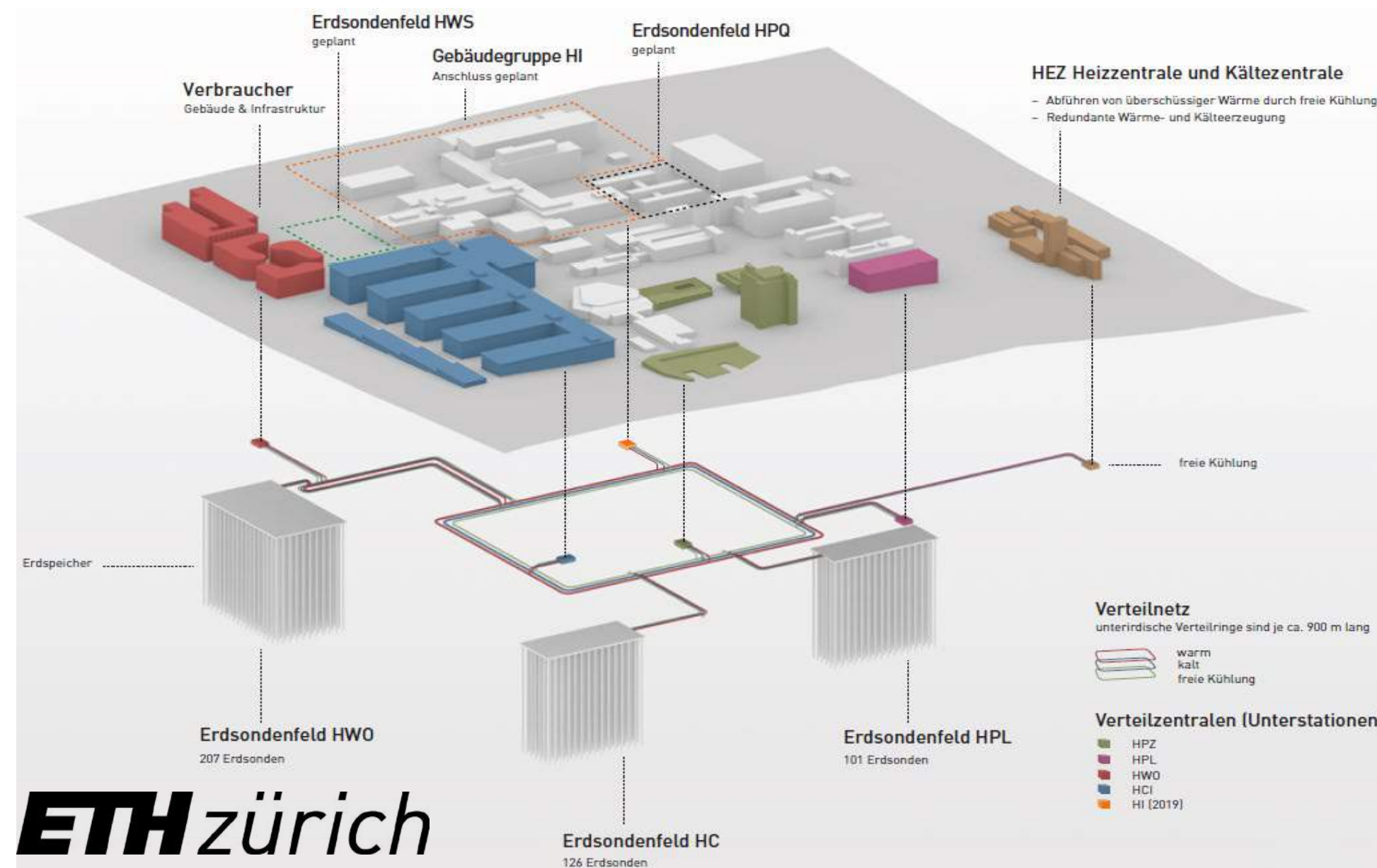
### Thermochemische Speicher

- 16 Adsorptionsspeicher
- 17 Absorptionsspeicher
- 18 Reaktionsspeicher



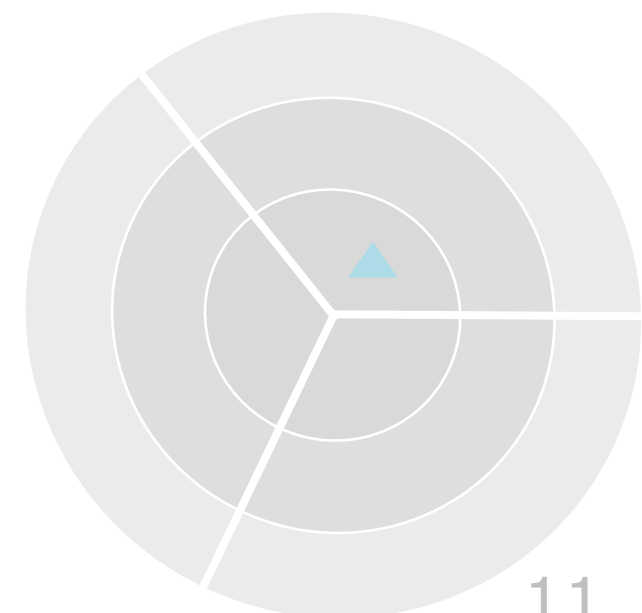
# Erdsonden-Wärmespeicher

Bereits an einigen Orten in der Schweiz umgesetzt



## ETH Zürich Hänggerberg, Erdsondenfeld-Speicher

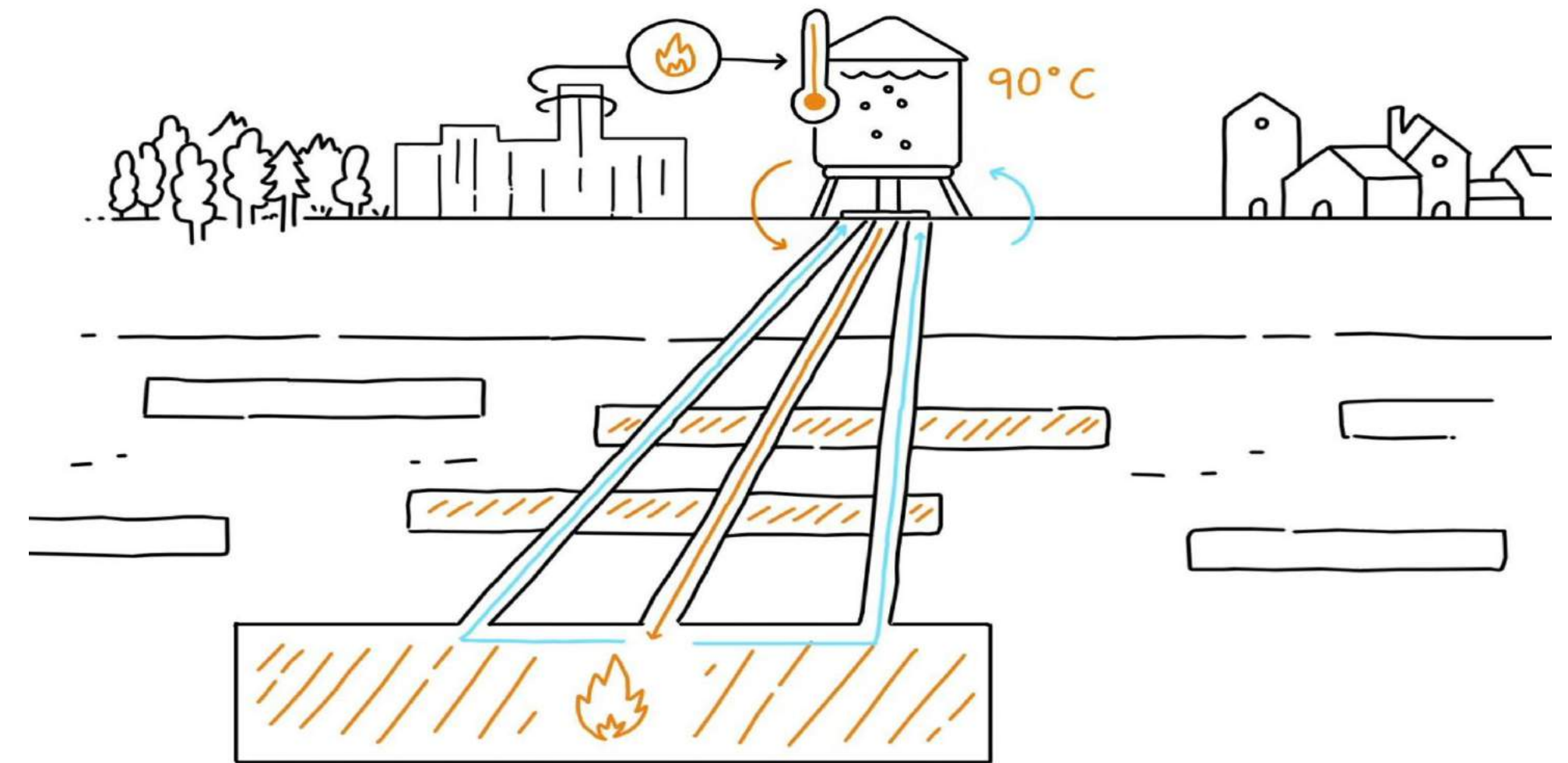
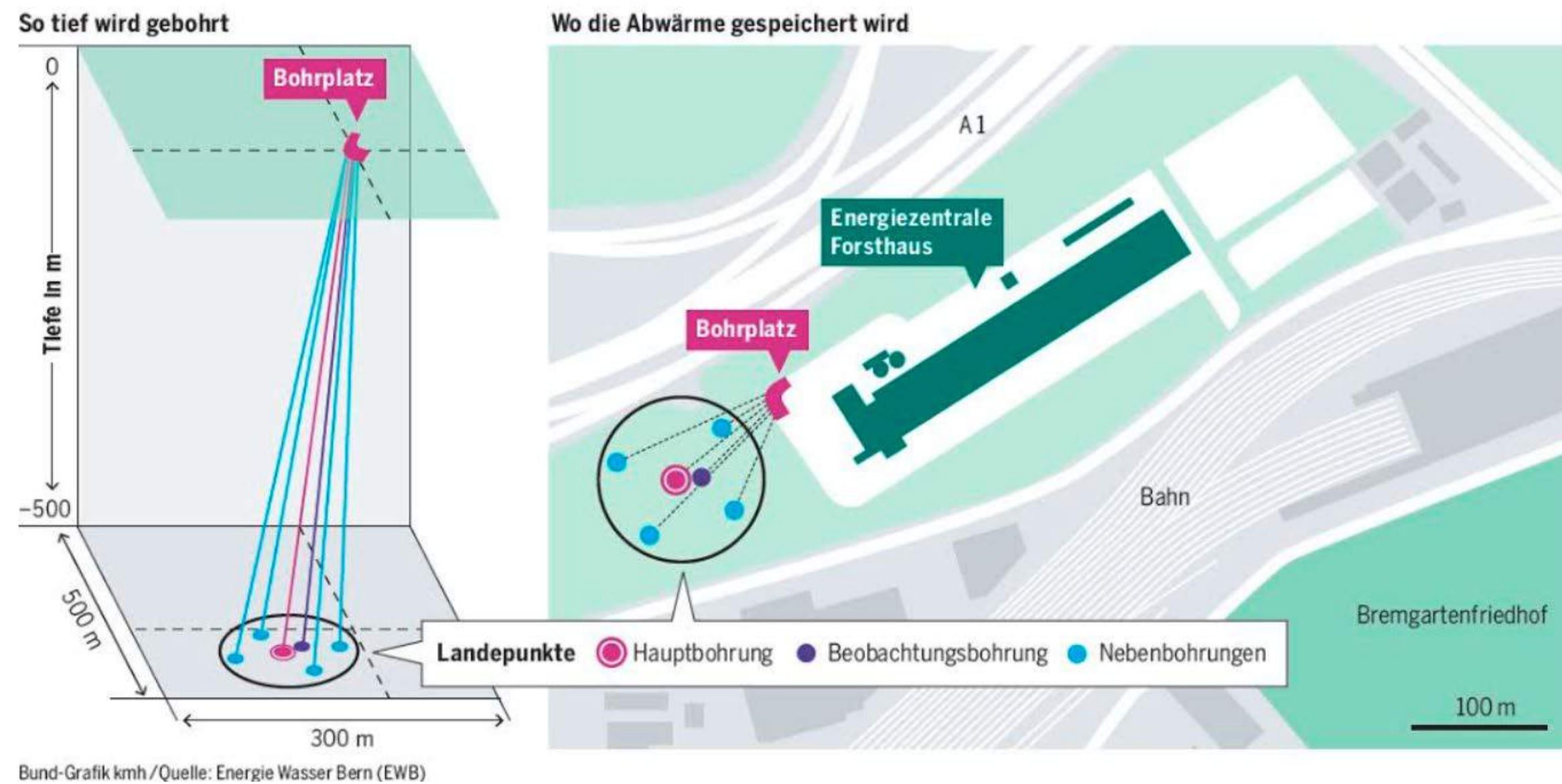
Thermische Leistung:	<b>5.2 MW</b> (bei 60 W/m)
Tiefe:	<b>200 m</b>
Bohrungen:	<b>431 Erdsonden</b>
Abdeckung Wärmebedarf:	<b>95%</b>





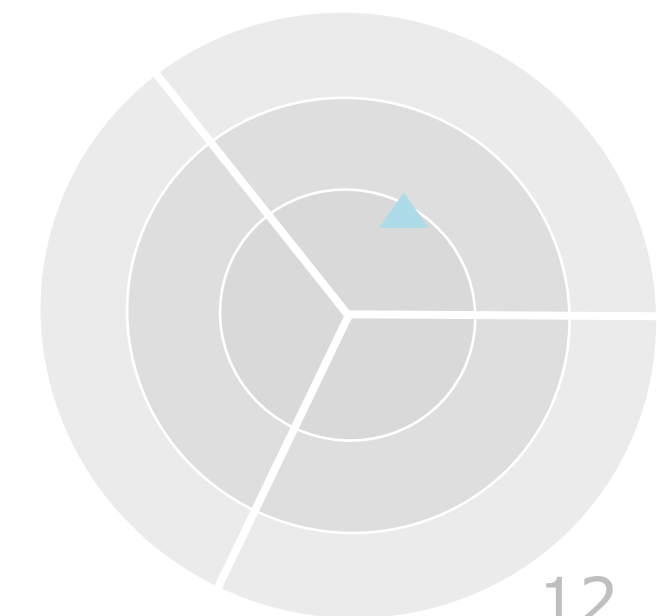
# Aquifere und Geospeicher

Beispiel ewb Bern – Sandsteinschichten im Schweizer Mittelland aktivieren



## EWB – Geospeicher Energiezentrale Forsthaus Bern

Thermische Leistung:	<b>3 – 12 MW<sub>th</sub></b>
Tiefe:	<b>200 – 500 m</b>
Bohrungen:	<b>3-6</b>
Kosten:	<b>6.8 – 13.8 Mio. CHF</b>



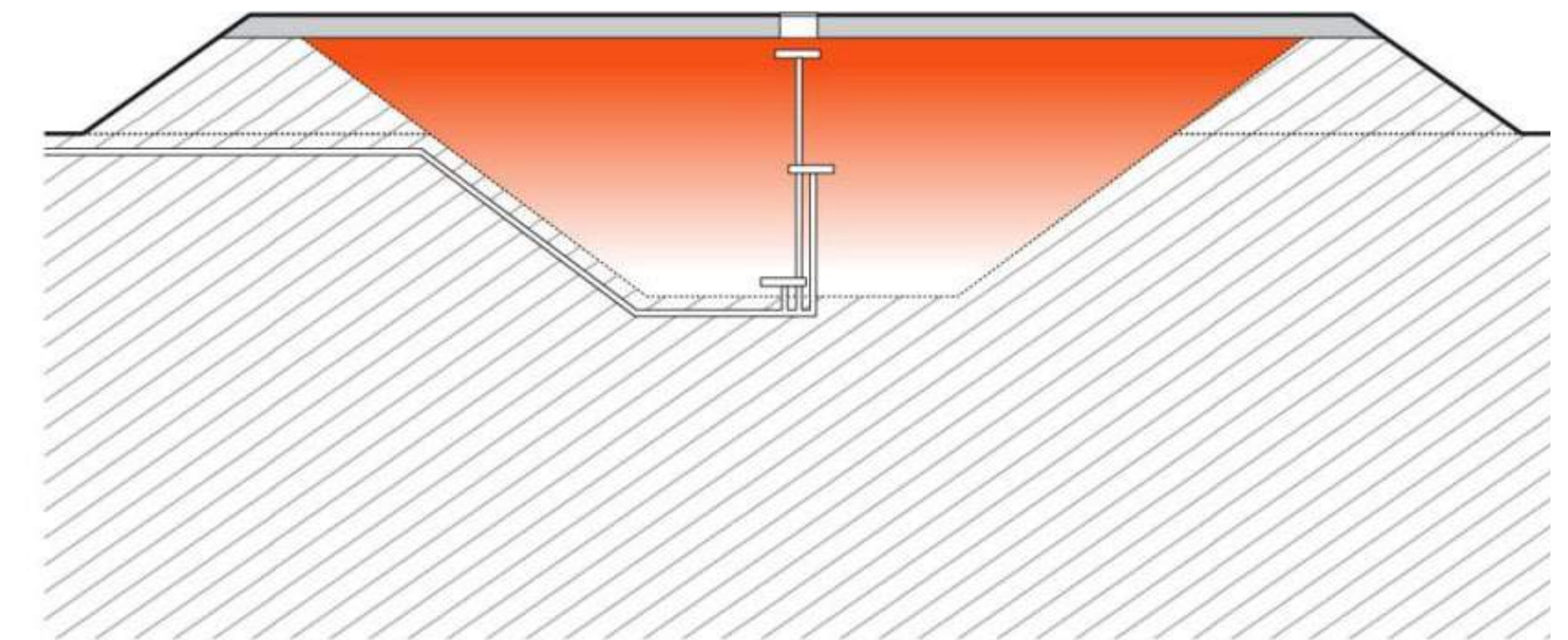


# Gruben-Wärmespeicher

Beispiel Dronninglund, Dänemark – Bewährt seit 2013



Pit thermal energy storage (PTES)



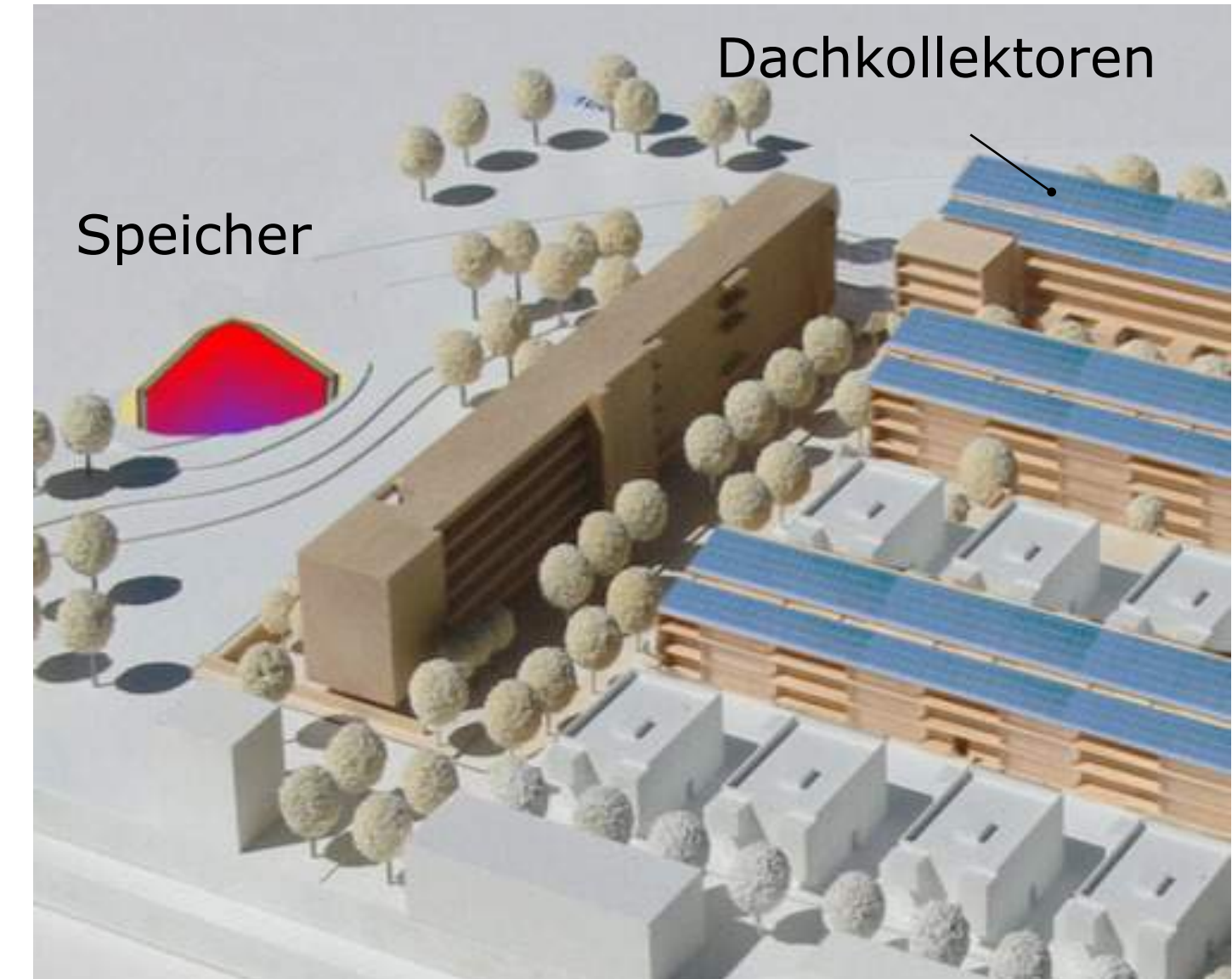
## Gruben-Wärmespeicher, Dronninglund

Volumen:	60'000 m <sup>3</sup>
Speicherkapazität:	5'570 MWh <sub>th</sub>
Speichereffizienz:	90 %
Erstellungskosten:	2.3 Mio CHF (0.415 CHF/kWh)



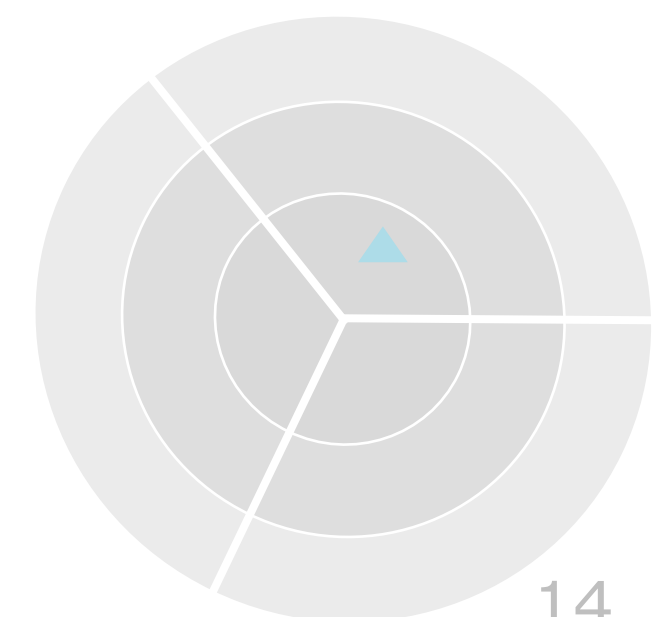
# Tank Wärmespeicher

## Beispiel München – Möglichkeit für Schweizer Überbauungen



### Überbauung, München

Volumen:	65700 m <sup>3</sup>
Speicherkapazität:	480 MWh <sub>th</sub>
Speichereffizienz:	81 %
Solarkollektorfläche:	3600 m <sup>2</sup>





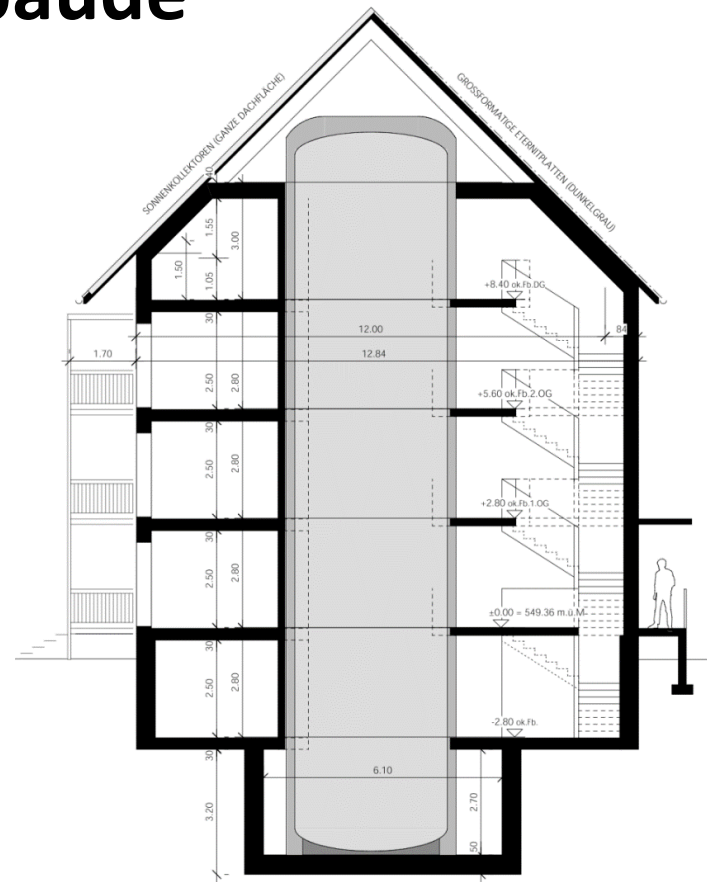
# Wärmespeicher für einzelne Gebäude

Jenispeicher, Energy4me, Eisspeicher, ...

## Heisswassertank im Gebäude

~95°C

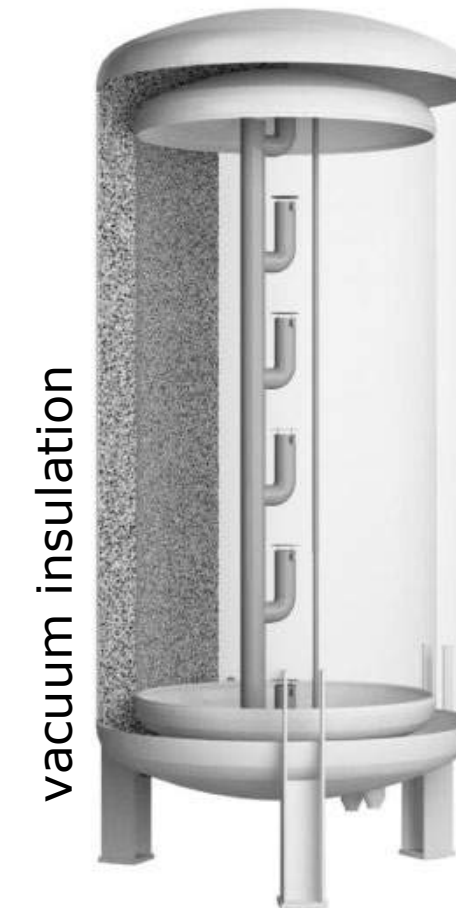
(Jenni Energietechnik AG)



## Heisswassertank (vacuum-isoliert)

~95°C

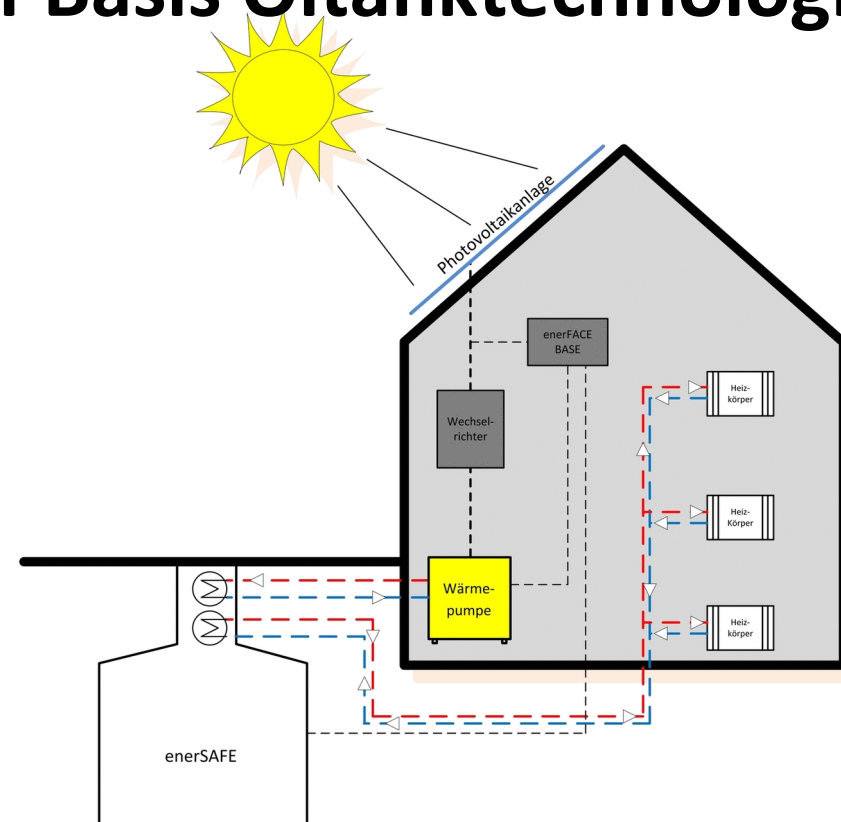
(Hummelsberger Schlosserei GmbH  
Sirch Behältertechnik GmbH)



## Speichertank auf Basis Öltanktechnologie

~60°C

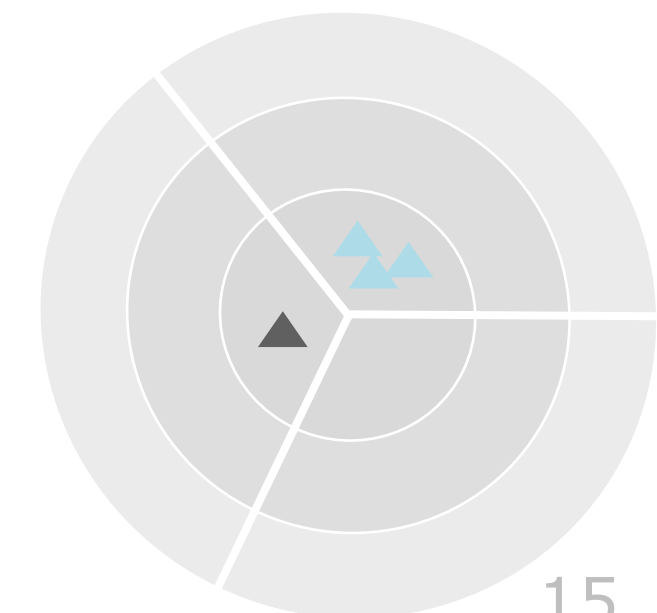
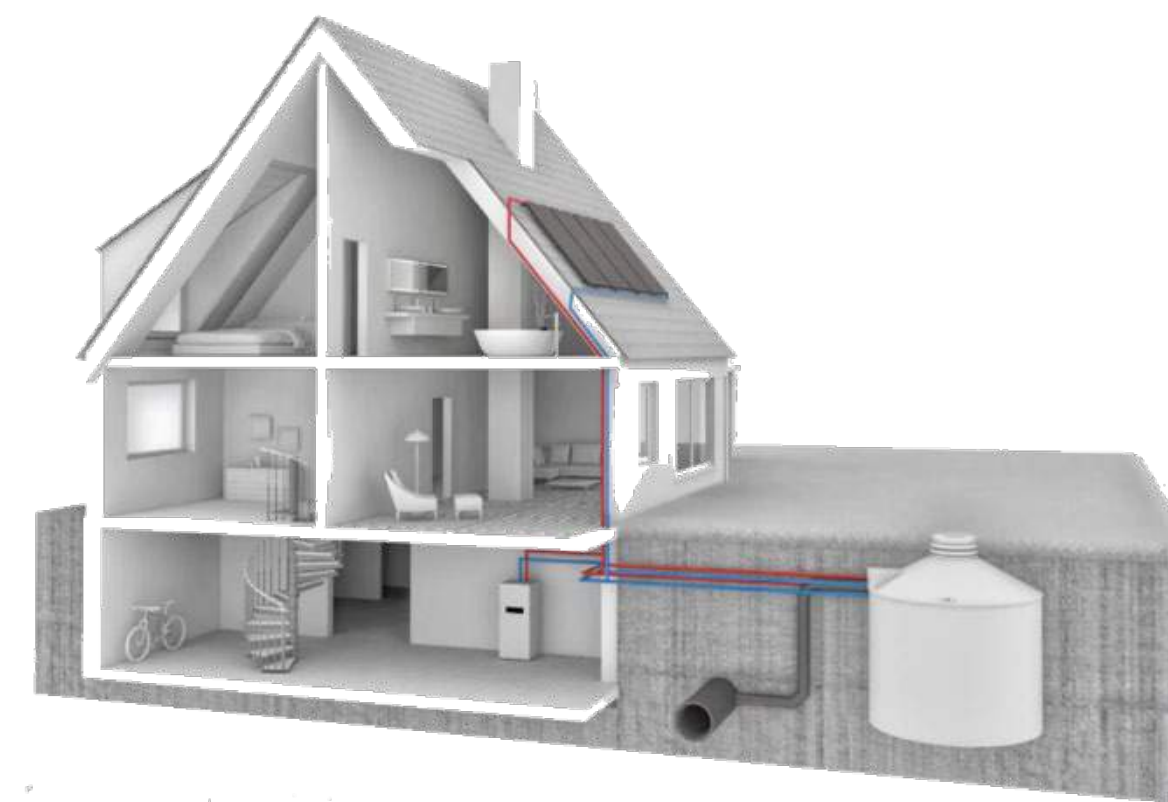
(Energy4me AG)



## Eisspeicher

~0°C

(z.B. Viessmann AG)





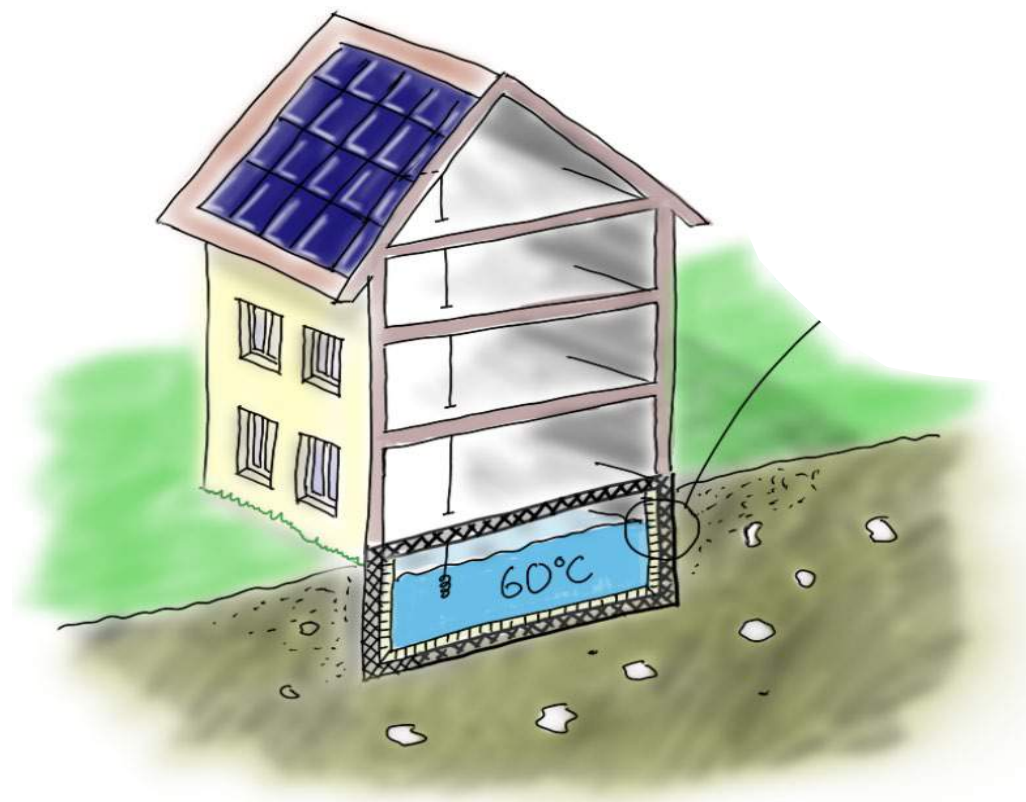


# Saisonale Wärmespeicher in der Forschung

## Kleiner und günstiger!

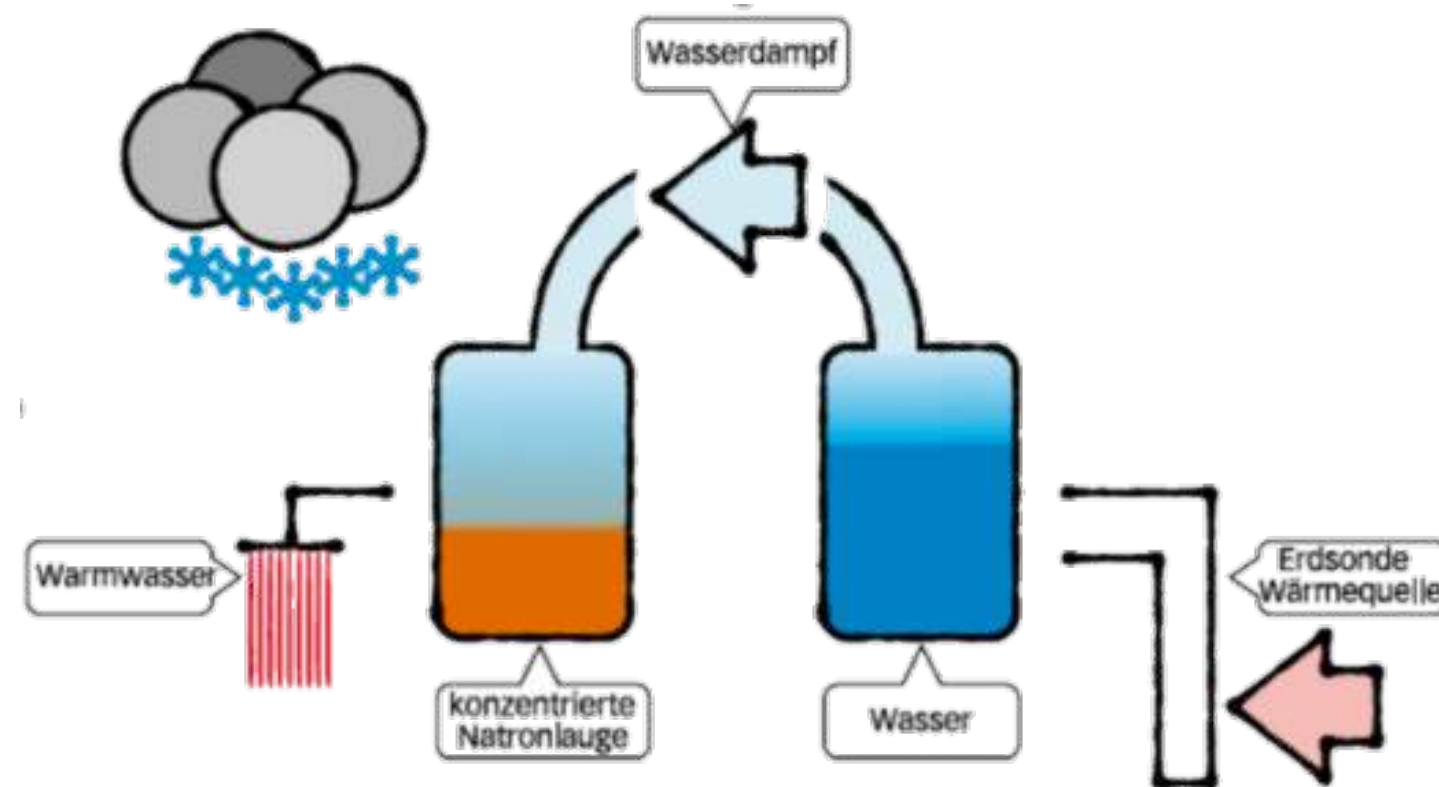
### Speicherisolation für vorhandene Räume

(HSLU, Swisspor, Innosuisse GEAS Projekte)



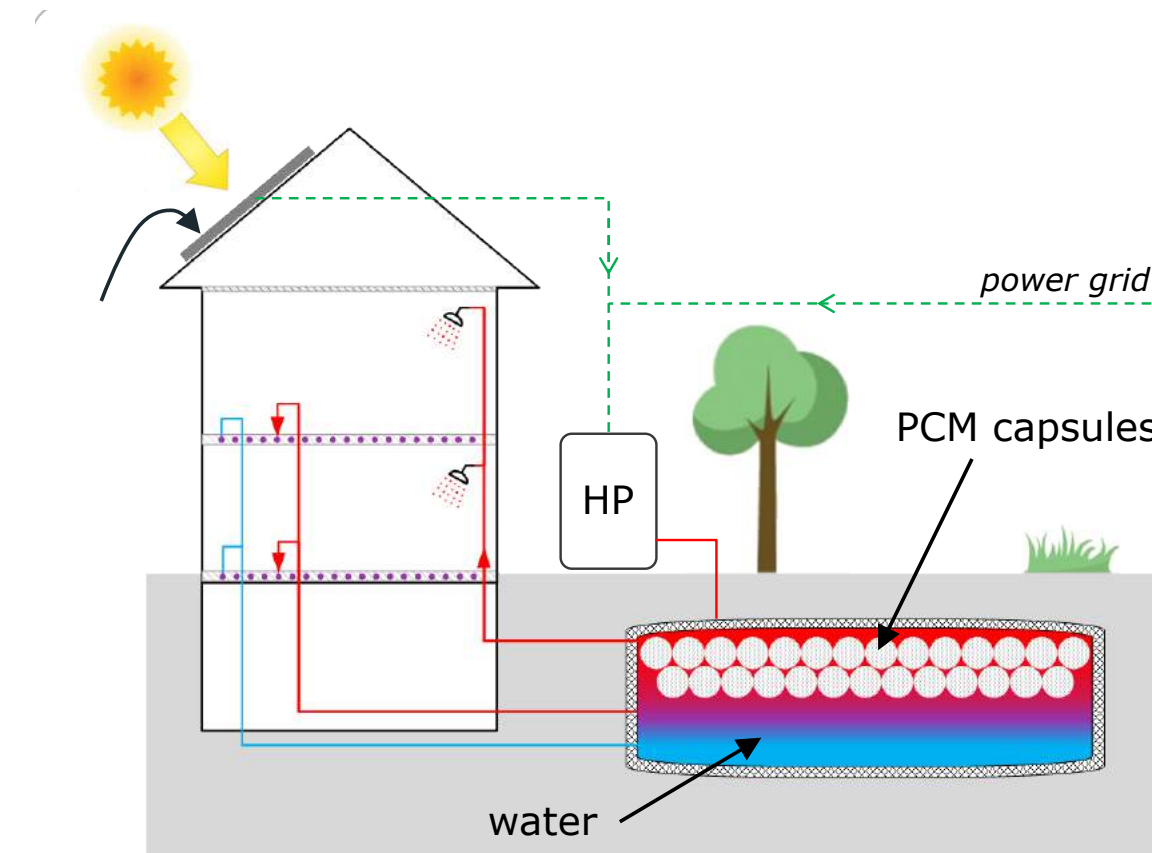
### Thermochemische Speicher

(EMPA, HSR, ZHAW & HSLU)



### Saisonale Speicher mit Latentmaterialien

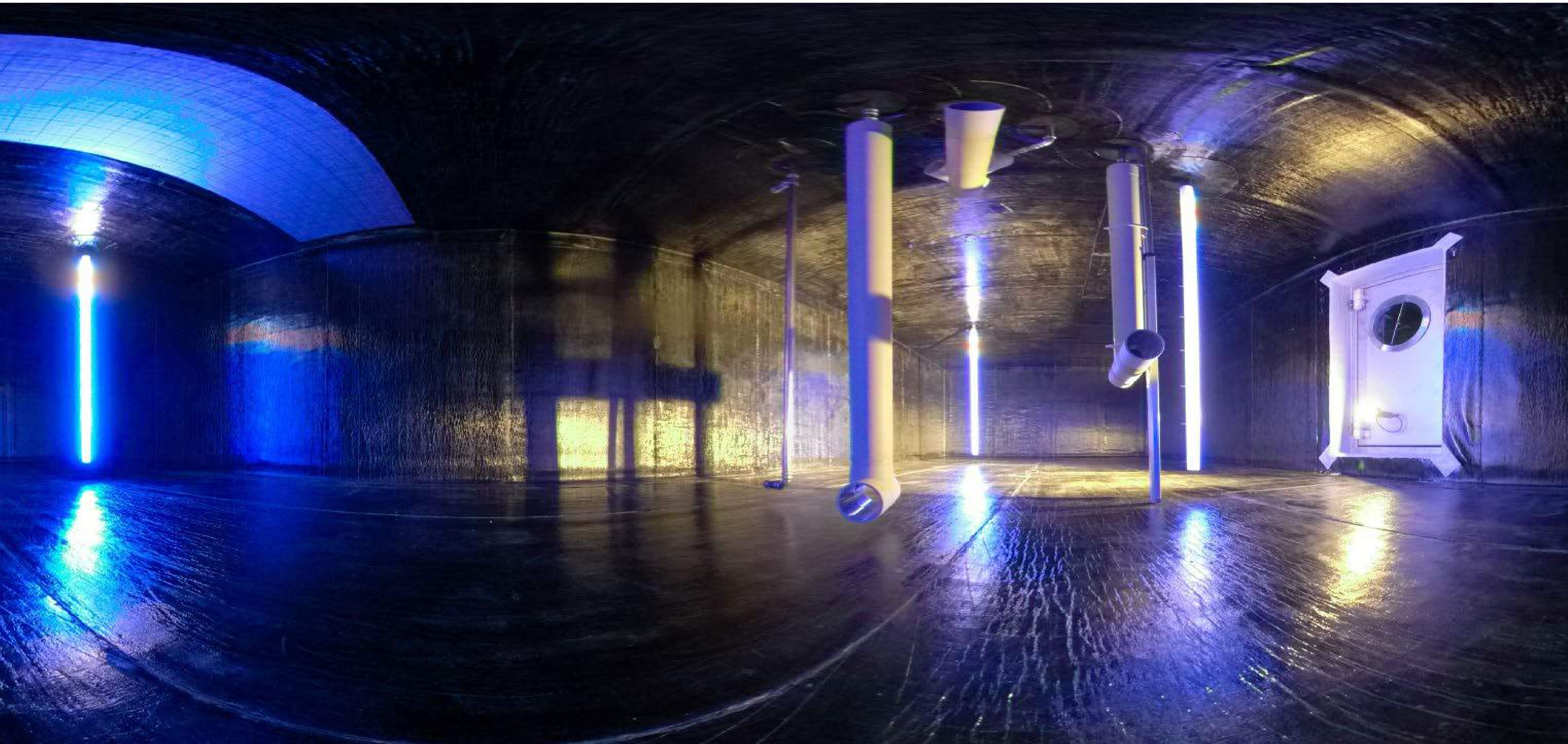
(HSLU, Cowa Thermal Solutions AG, BFE Projekt Hytes),





# Wärmespeicher in der Forschung

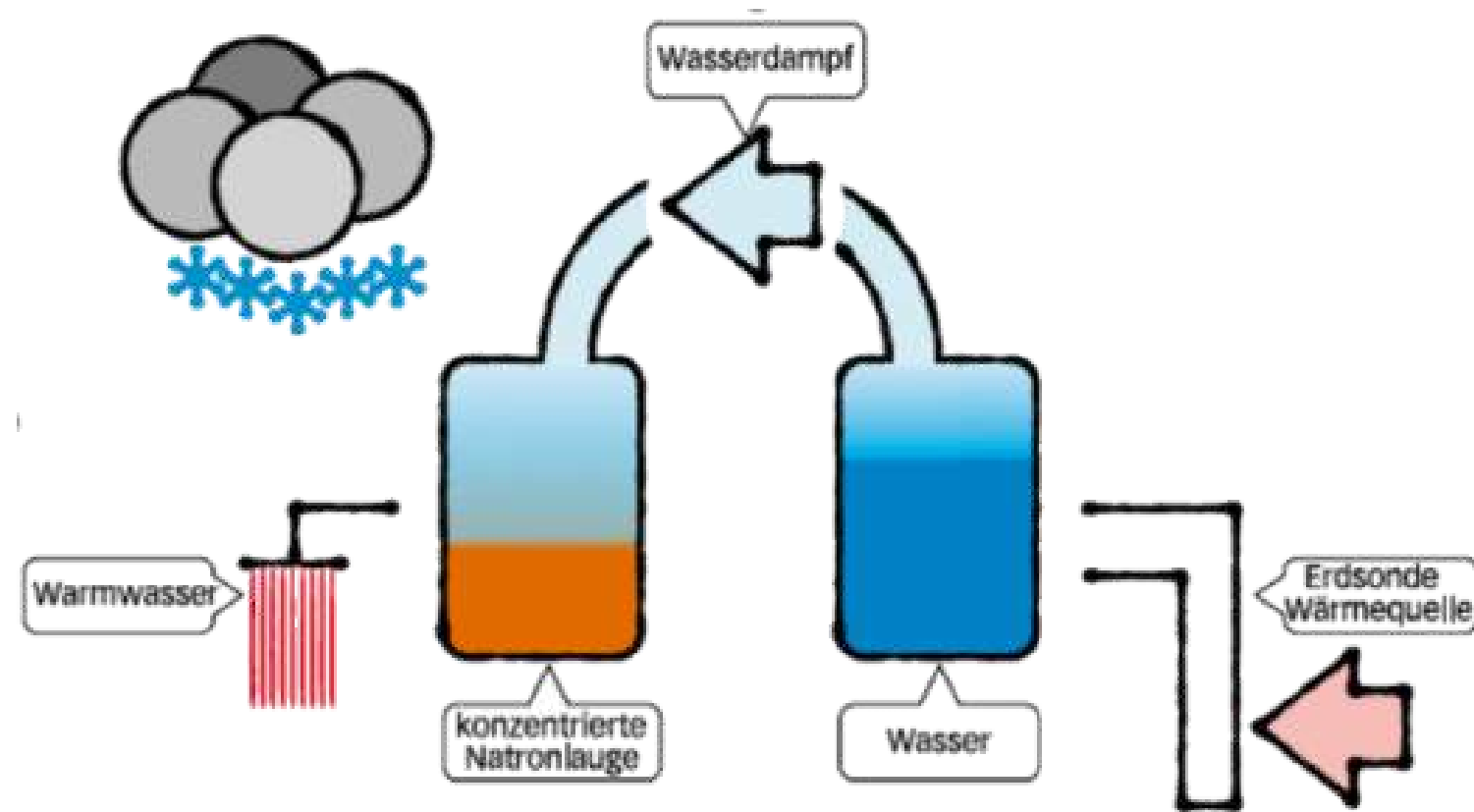
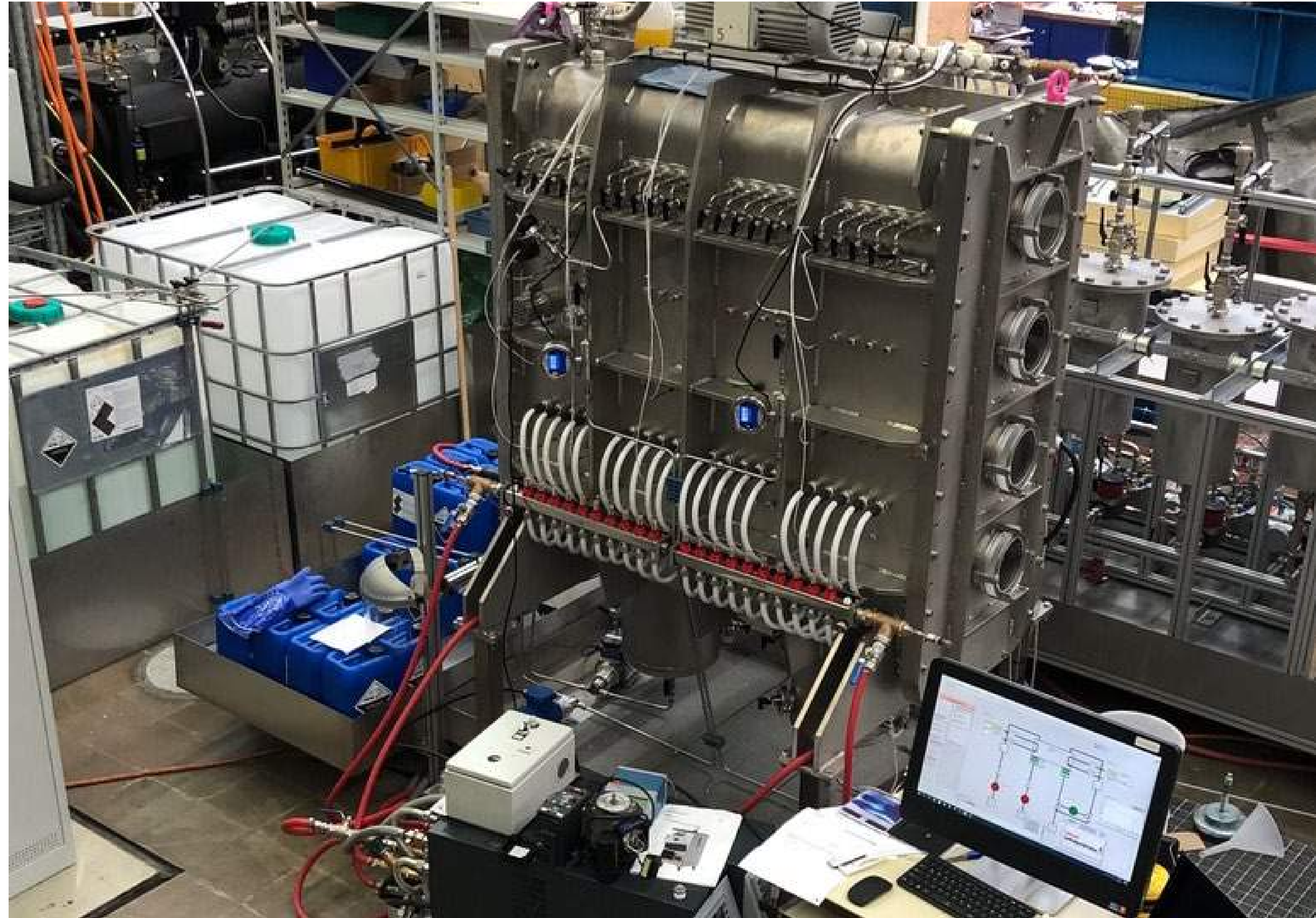
Speicherlösung für vorhandene Räume – GEAS Projekte, HSLU, Swisspor AG





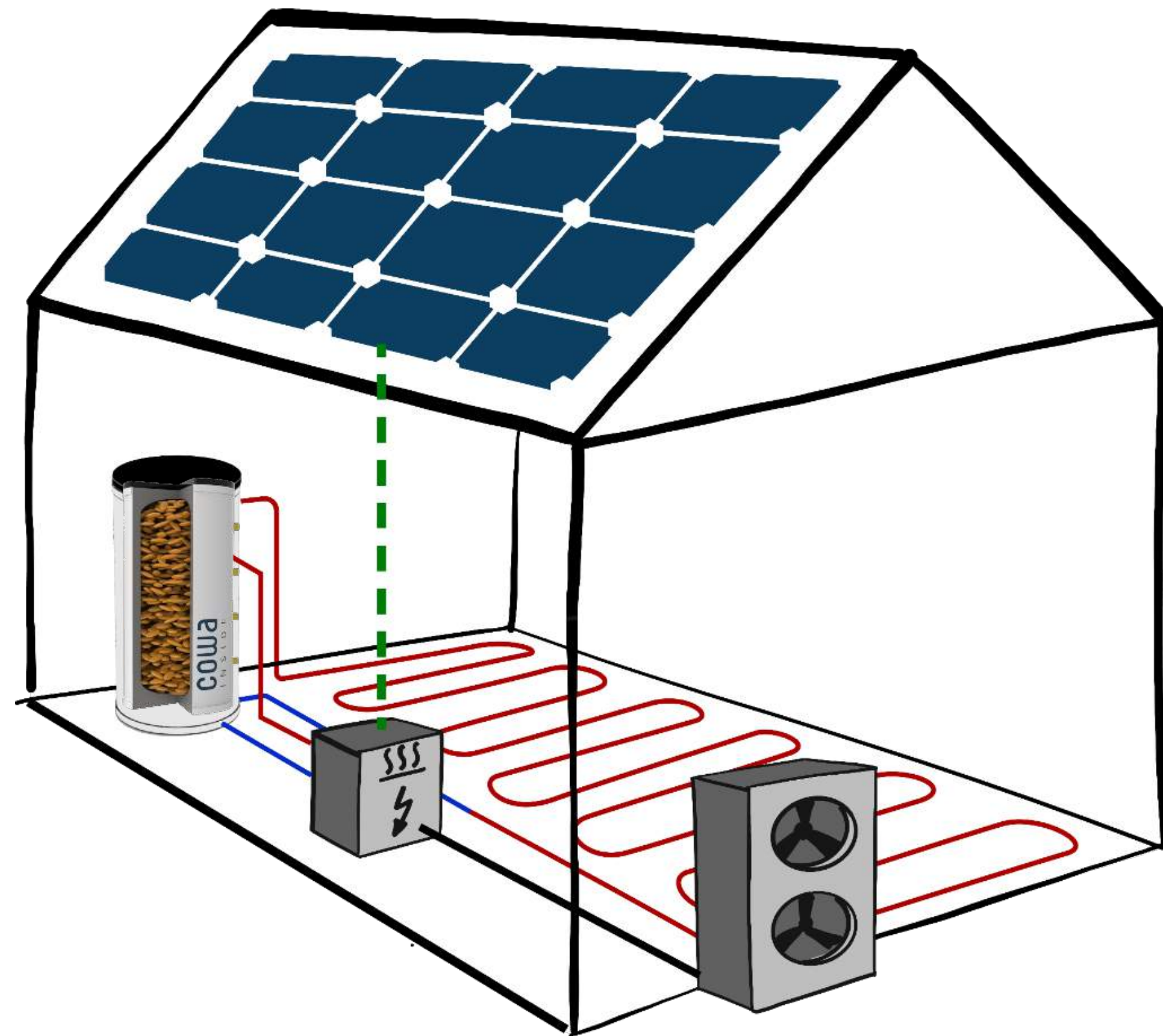
# Wärmespeicher in der Forschung

Thermochemische Speicher - NaOH Projekt, HSLU, Empa, BFE



# Wärmespeicher in der Forschung

Latentwärmespeicher - Hytes Projekt, HSLU, BFE, Cowa Thermal Solutions AG



[www.cowa-ts.com](http://www.cowa-ts.com)



# Take Home Messages

## Saisonale Wärmespeicherung in der Schweiz



Reduktion nicht gedeckter Winterstrombedarf 2050

**40 %**

Technische Lösungen

**vorhanden**

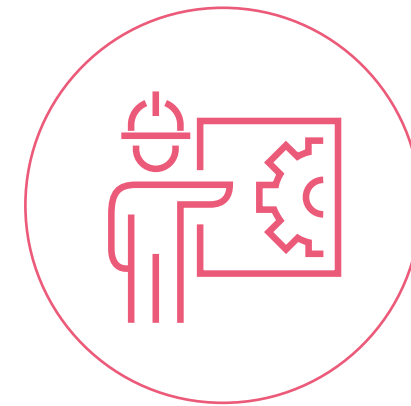


# Notwendige Schritte

## Die Schweiz ein Energiespeicherland – 3 Schritte und Thesen



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



Realisierung und Förderung **konkreter Projekte** saisonaler Wärmespeicher in der Schweiz



**Wissen und Kenntnisse** über den Schweizer Untergrund müssen verbessert werden. Anpassung der Rechtsvorschriften zur **Grundwassererwärmung**



# Weiter interessiert?

- Kompetenzzentrum Thermische Energieer - [www.hslu.ch/tes](http://www.hslu.ch/tes) und auf LinkedIn
- Positionspapier Winterstrom und Saisonale Wärmespeicher - [www.hslu.ch/positionspapier](http://www.hslu.ch/positionspapier)
- Swiss Symposium Thermal Energy Storage - 26.01.2024 - [www.hslu.ch/sstes](http://www.hslu.ch/sstes)
- Forum Energiespeicher Schweiz FESS, AEE Suisse - <https://speicher.aeesuisse.ch>





# Danke an das Team

Kompetenzzentrum Thermische Energiespeicher HSLU Luzern – [www.hslu.ch/tes](http://www.hslu.ch/tes)



Adina Hochuli



Adrian Müller



Anabel Palacios



Anastasia Stamatiou



Andreas Melillo



Benjamin Fenk



Curtis Meister



Damian Gwerder



Daria Onishchuk



David Schiffmann



Edward Lucas



Esther Linder



Eva Odermatt



Jan Weckemann



Janine Leiggener



Johan Stenvist



Jörg Worlitschek



Jorge Martinez Garcia



Judit Tomás Verde



Lóránt Sztranyovszky



Louis Schibli



Luca Brauchli



Ludger Fischer



Lukas Roth



Lyudmyla Kokhtych



Manuel Meyer



Marcel Troxler



Medine Ilbas



Melanie Maio



Nicole Yumi Castelli



Núría Duran Adroher



Oliver Fellmann



Patrick Meyer



Philipp Roos



Philipp Schütz



Poppy O'Neill



Rebecca Ravotti



Reto Hendry



Richard Lüchinger



Robert Beaufait



Robin Studer



Roger-Pius Zimmermann



Rupali Deshmukh



Sebastian Ammann



Silvan von Arx



Simon Maranda



Thibault Kläy



Tim Zraggen



Ueli Schilt



William Delgado



Willy Villasmil



Yannick Krabben





# HSLU



## Danke für's Zuhören!

**Prof. Dr. Jörg Worlitschek**

Hochschule Luzern - Technik & Architektur

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

forum **energie** zürich

