

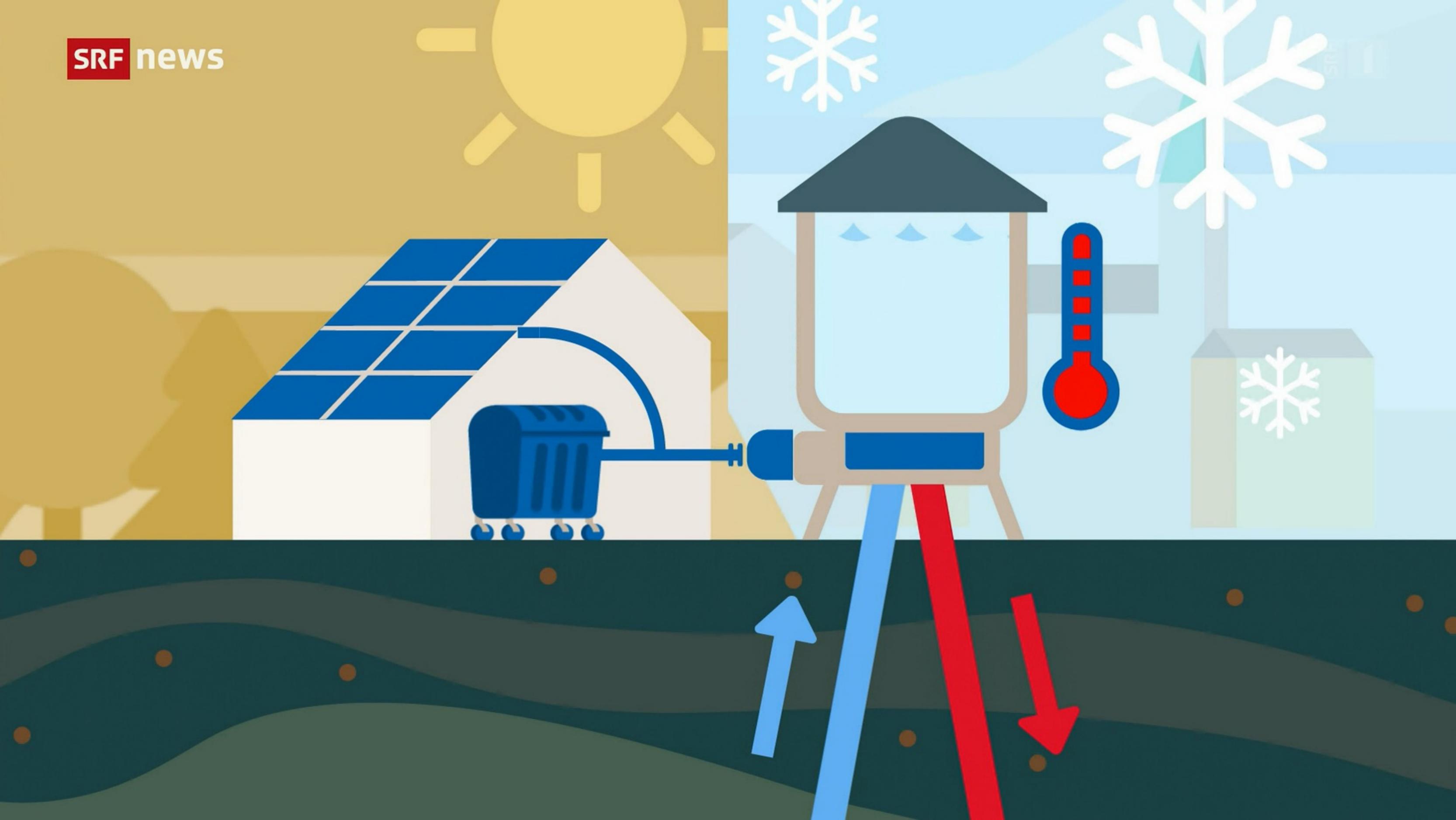


Gehen im Winter die Lichter aus
– und auch die Heizungen?

Dr. Luca Baldini

Prof. Jörg Worlitscheck

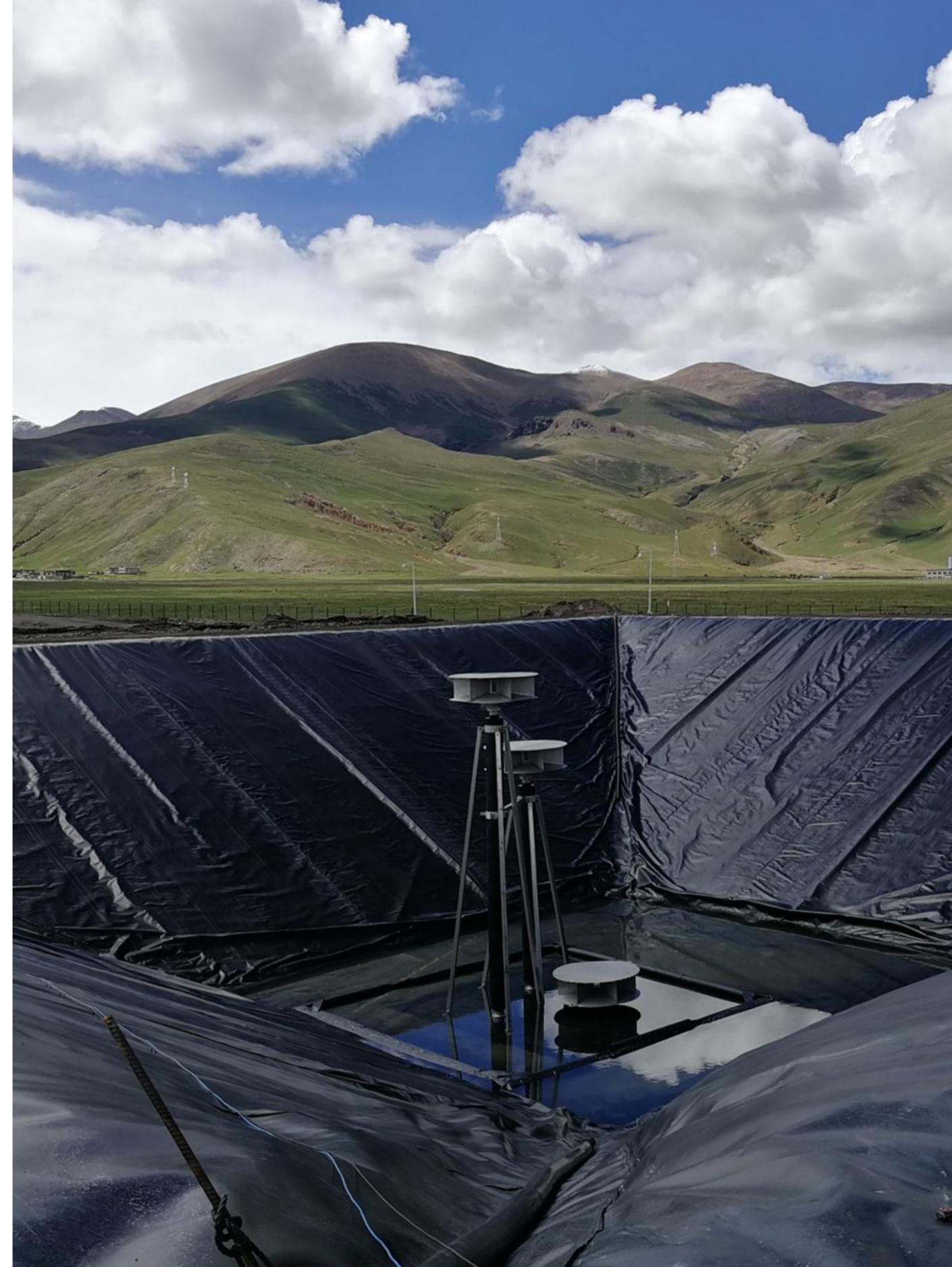
Michel Meyer



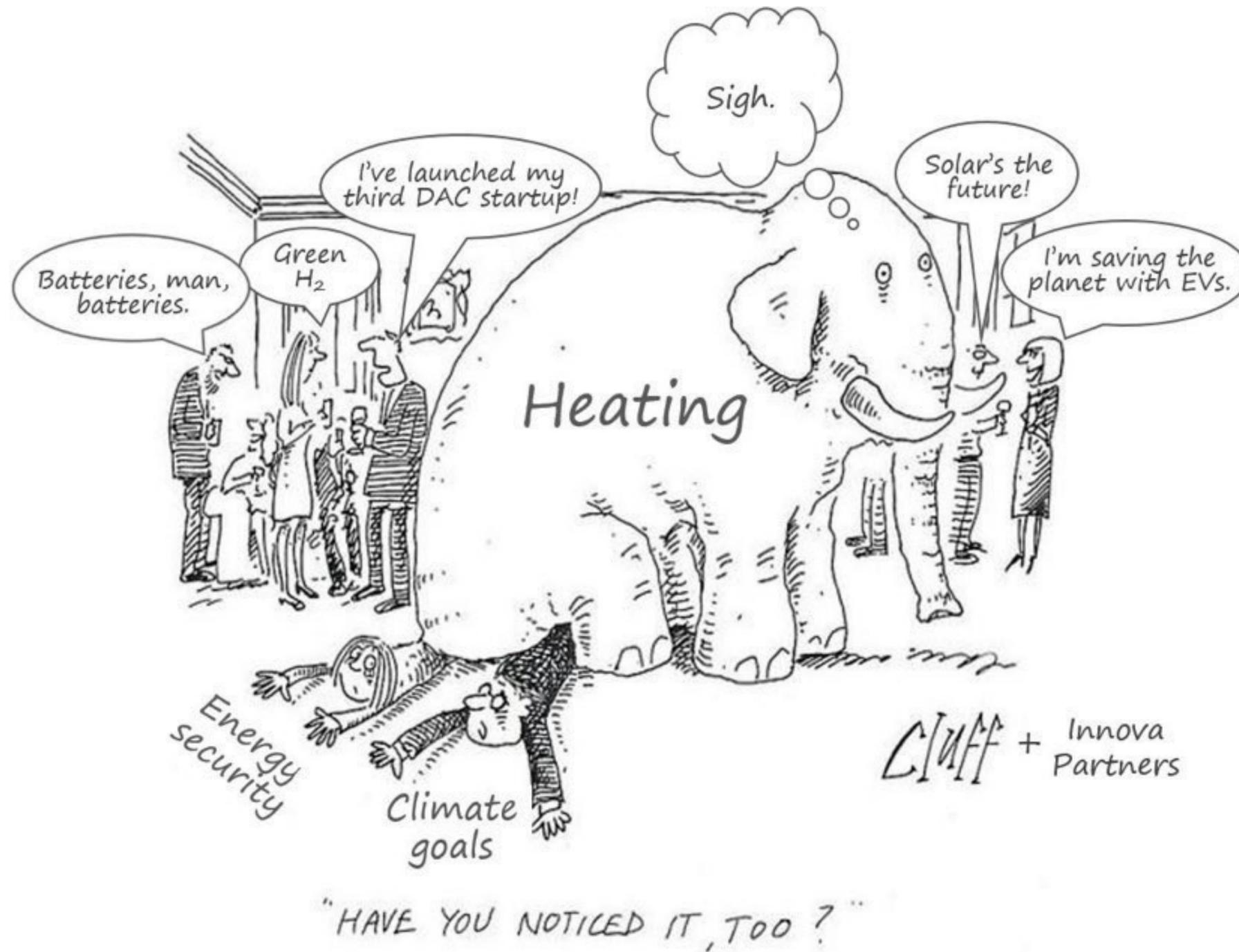
Gehen im Winter die Lichter aus – und auch die Heizungen?

Prof. Dr. Jörg Worlitschek
Hochschule Luzern - Technik & Architektur
joerg.worlitschek@hslu.ch

Dr. Luca Baldini
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
luca.baldini@zhaw.ch

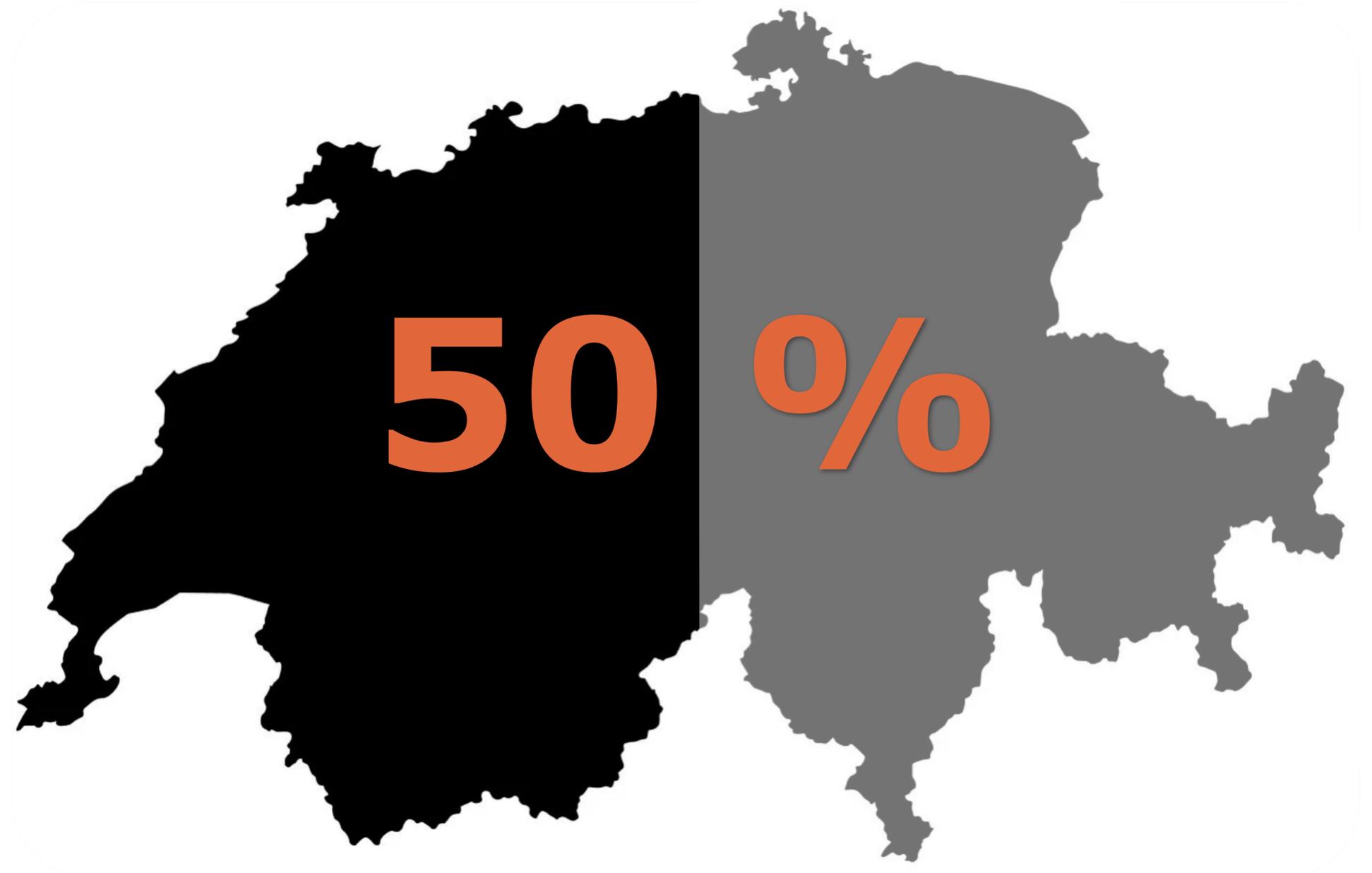
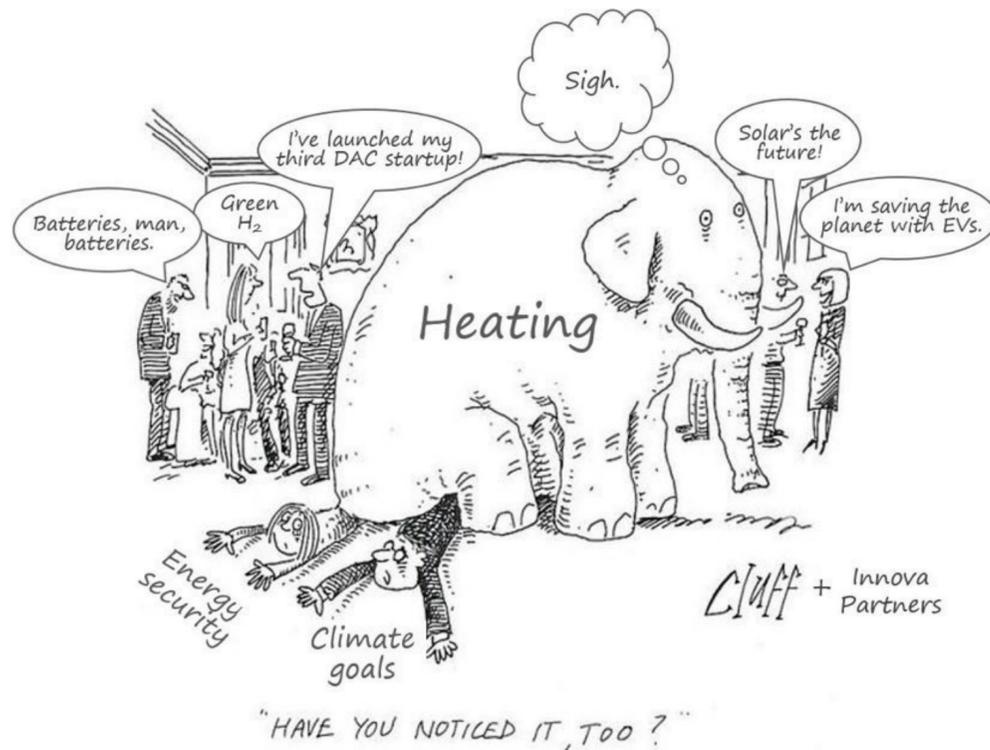


Der Elefant im Raum ...



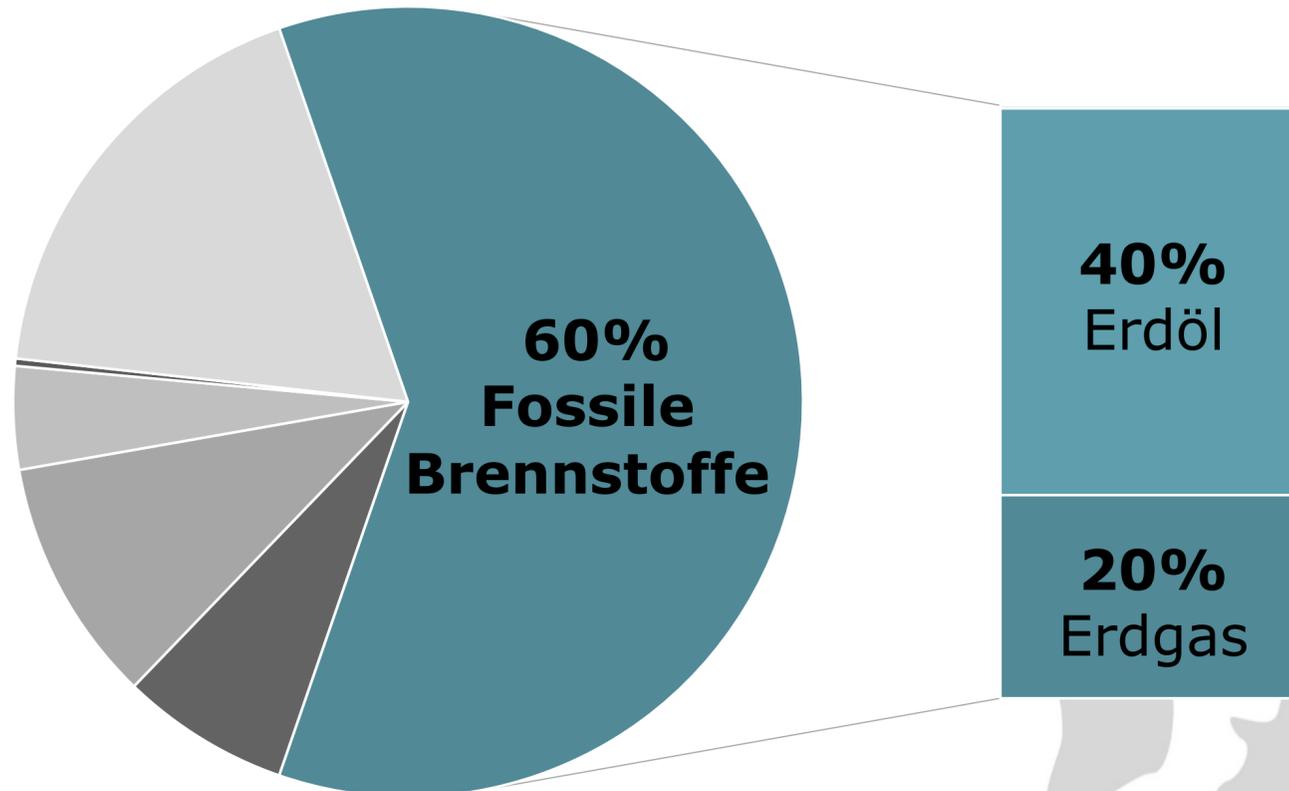
Wie viel Prozent des Schweizer Energieverbrauchs wird für die Wärmeerzeugung verwendet?

Der Elefant im Raum ...



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

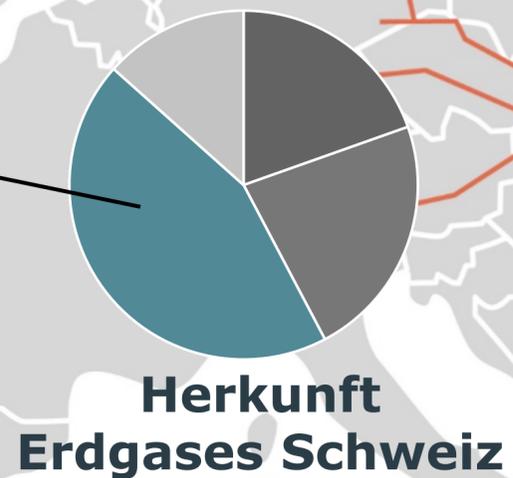
Wärme wird heute vorwiegend fossil erzeugt



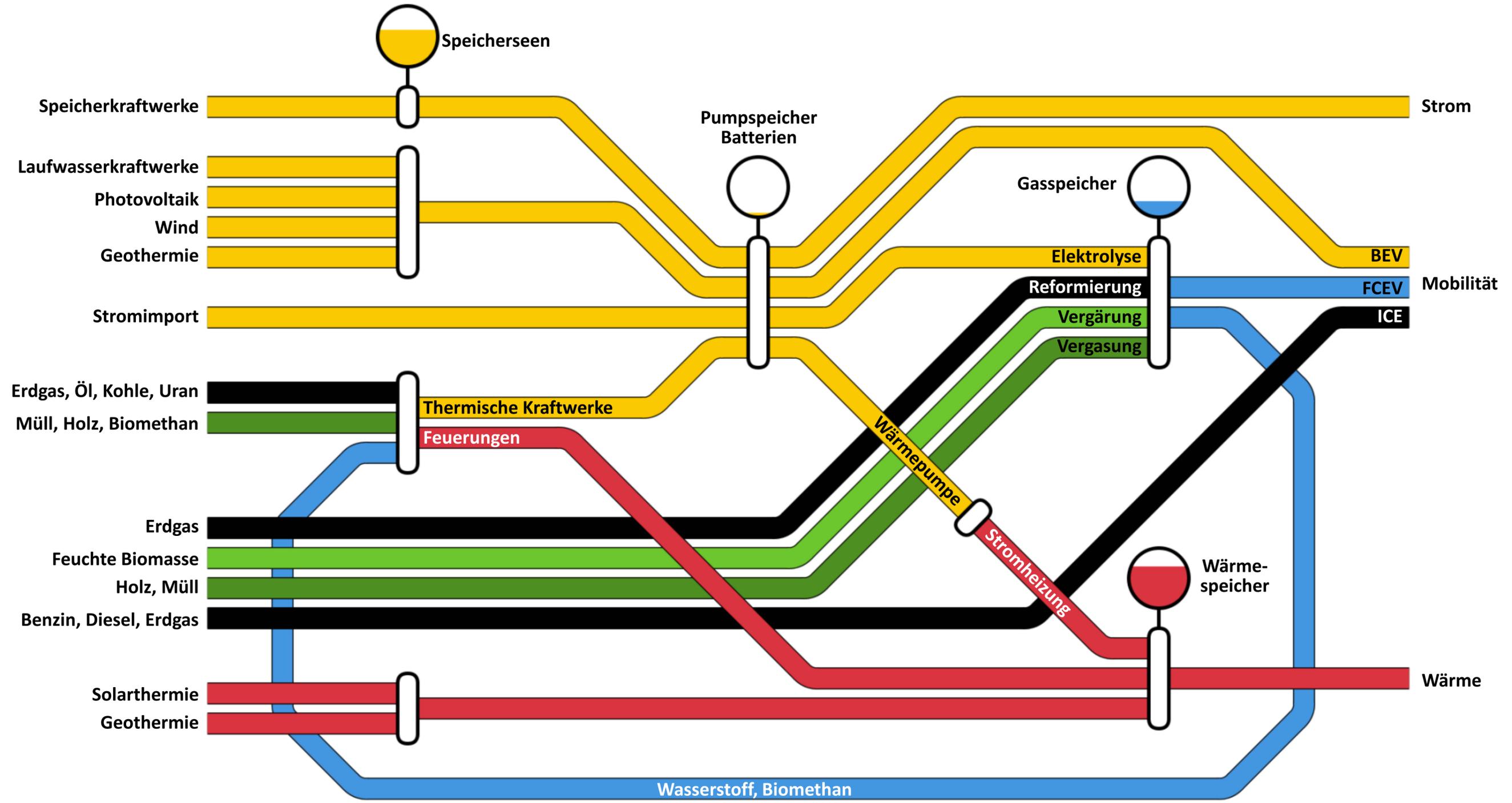
Hauptenergieträger für Heizung Schweiz

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

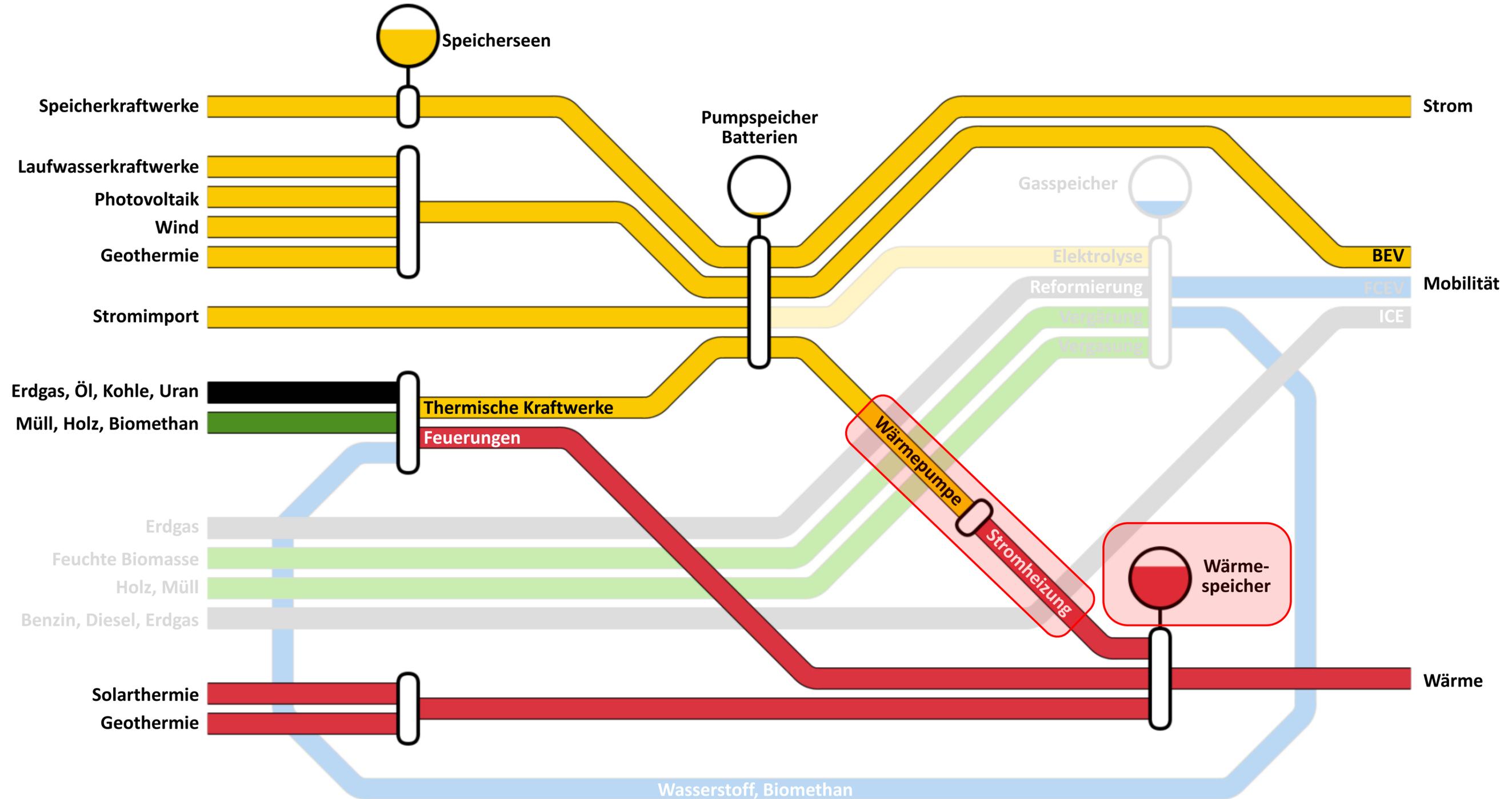
44 %
Russland



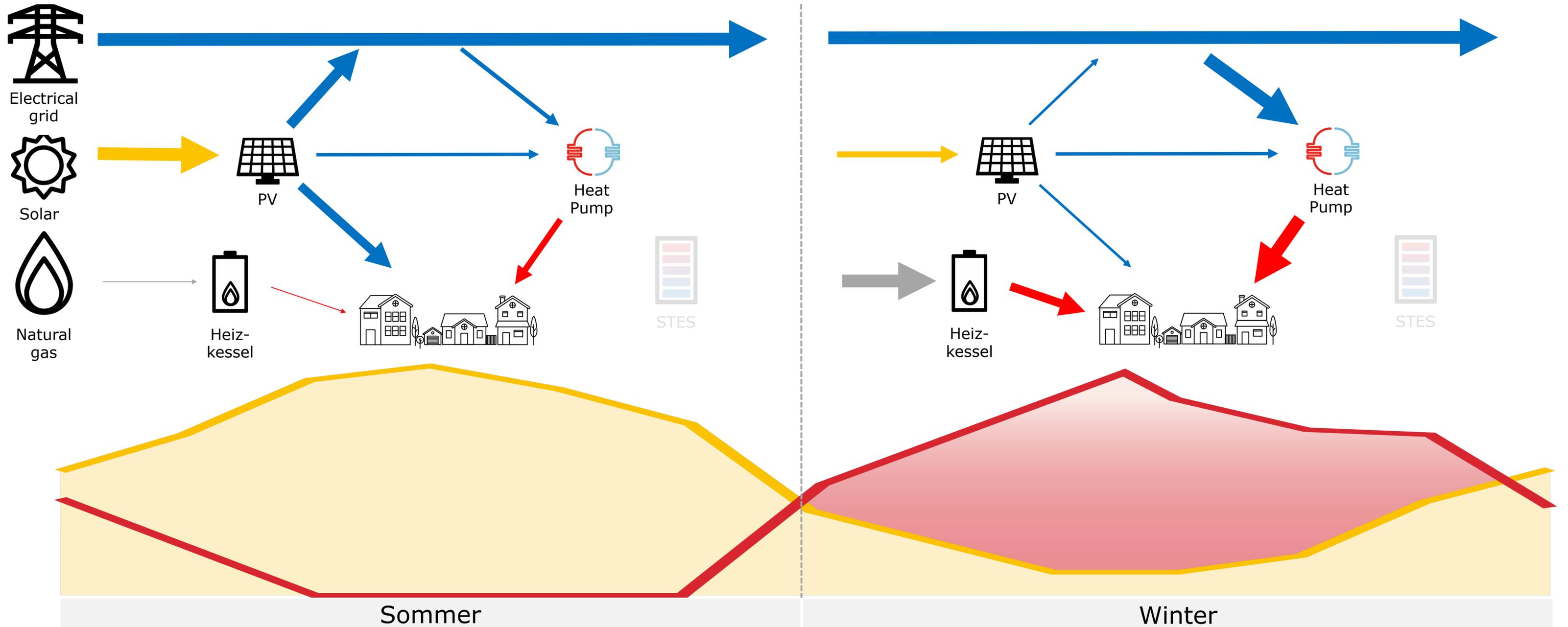
Betrachtung des Schweizer Energiesystems als Ganzes



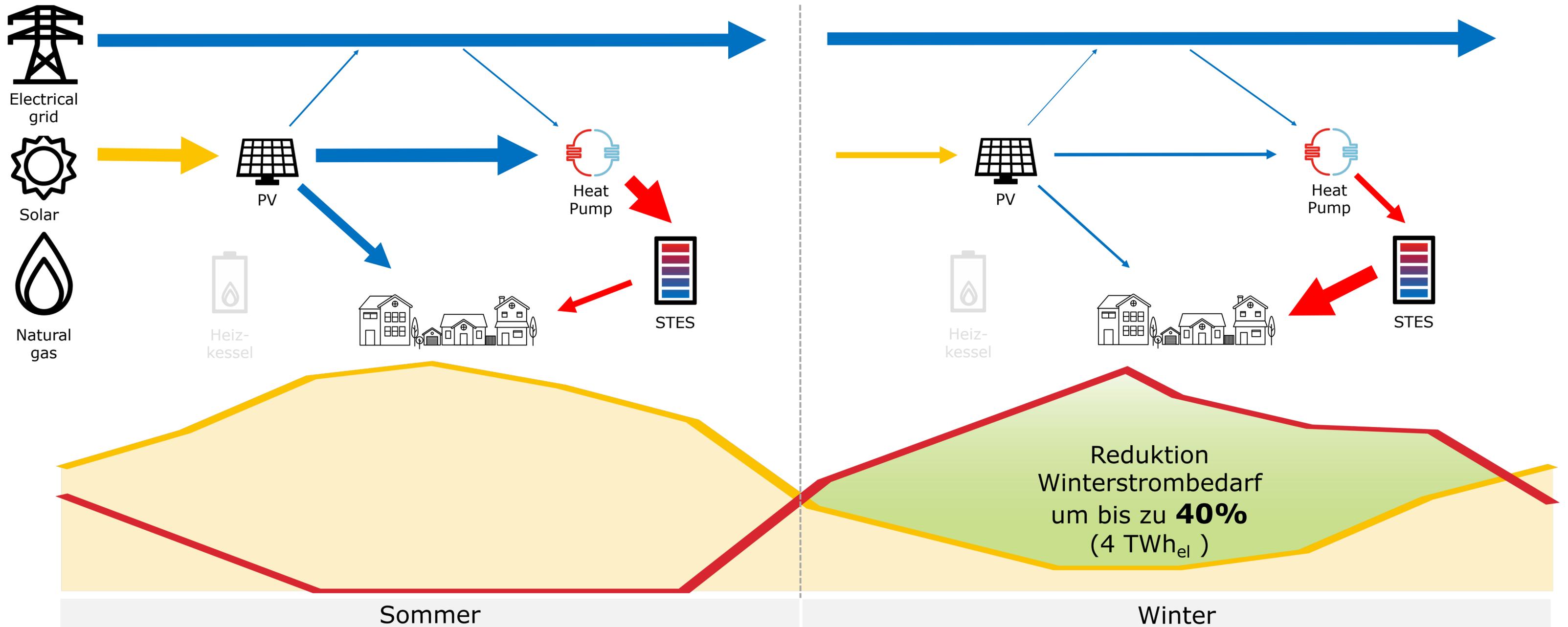
Betrachtung des Schweizer Energiesystems als Ganzes



Energiesystem ohne saisonale Wärmespeicher (STES)



Energiesystem mit saisonalen Wärmespeichern (STES)



4 TWh elektrisch

Reduktion Winterstrombedarf durch saisonale
Wärmespeicher

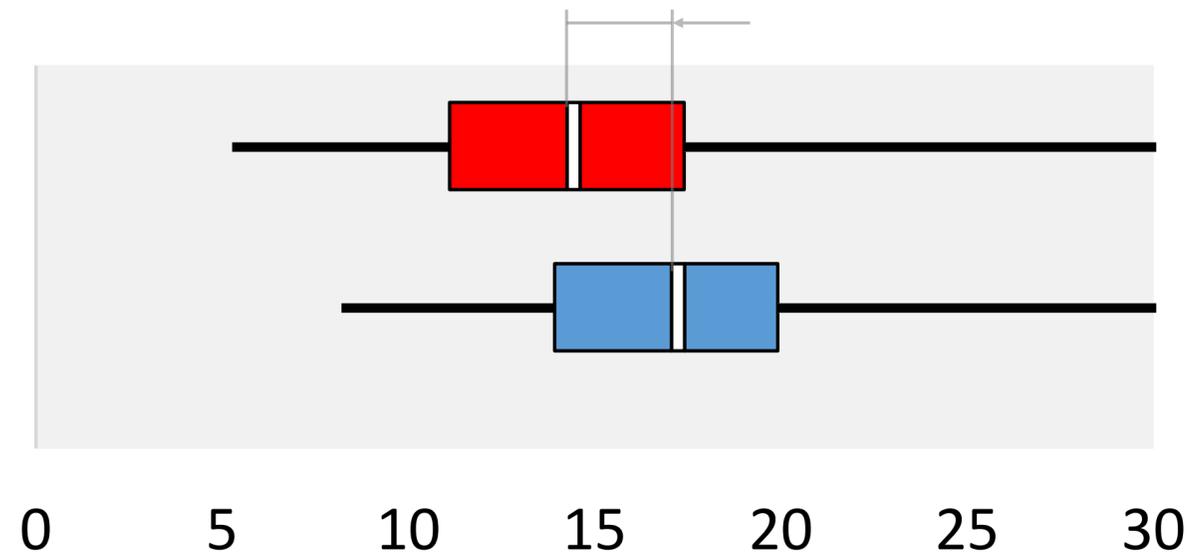
40%

Der Wert von Saisonalen Wärmespeichern

Zieljahr 2050, Netto-Null Szenario bei $-6 \text{ Mt}_{\text{CO}_2/\text{a}}$

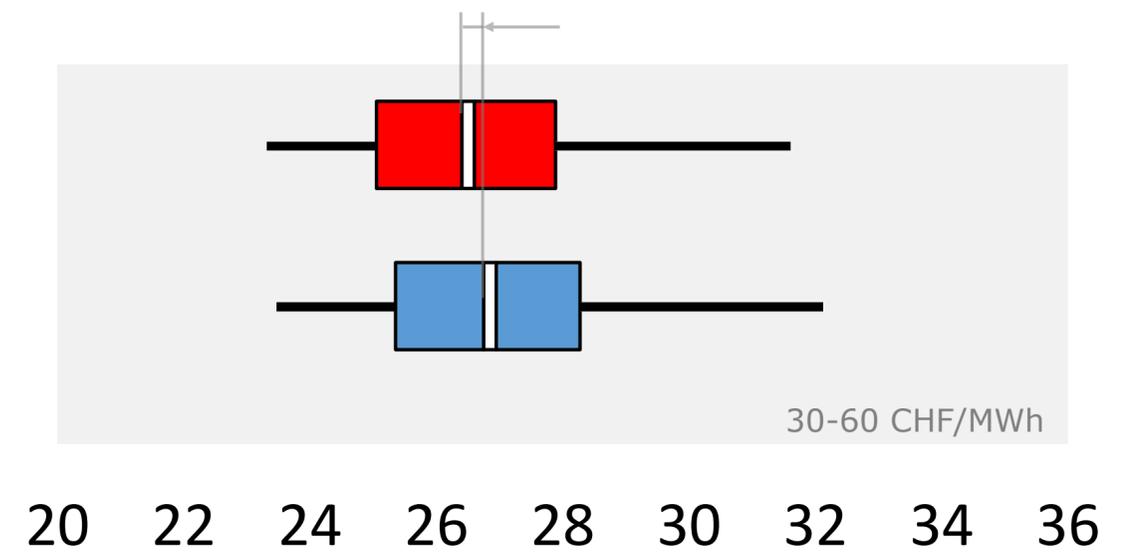
Reduktion des Winterstrombedarfs
um **40%**

Konservativ, mit TES
Konservativ, ohne TES



Winterstrom aus Importen und
thermischen Kraftwerken (TWh/a)

Jährliche Einsparungen von
300 – 400 Mio CHF



Totale jährliche Systemkosten
(bCHF/a)

Der Wert von Saisonalen Wärmespeichern

Erhöhung des Gaspreises von 30-60 CHF/MWh auf **100-200** CHF/MWh

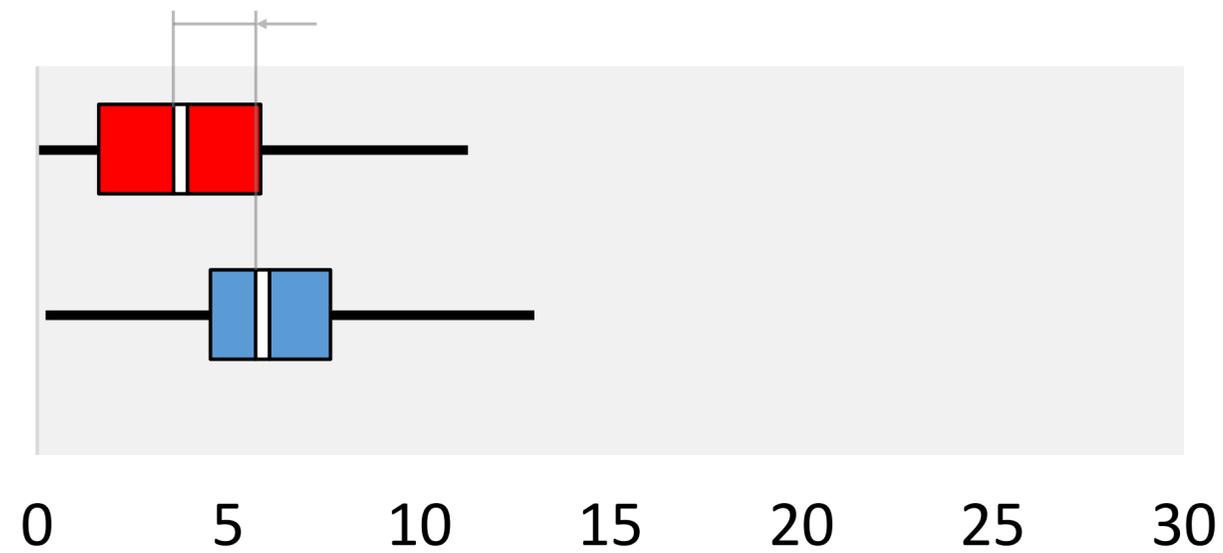
Zieljahr 2050, Netto-Null Szenario bei $-6 \text{ Mt}_{\text{CO}_2/\text{a}}$

Reduktion des Winterstrombedarfs
um **30 - 40%**

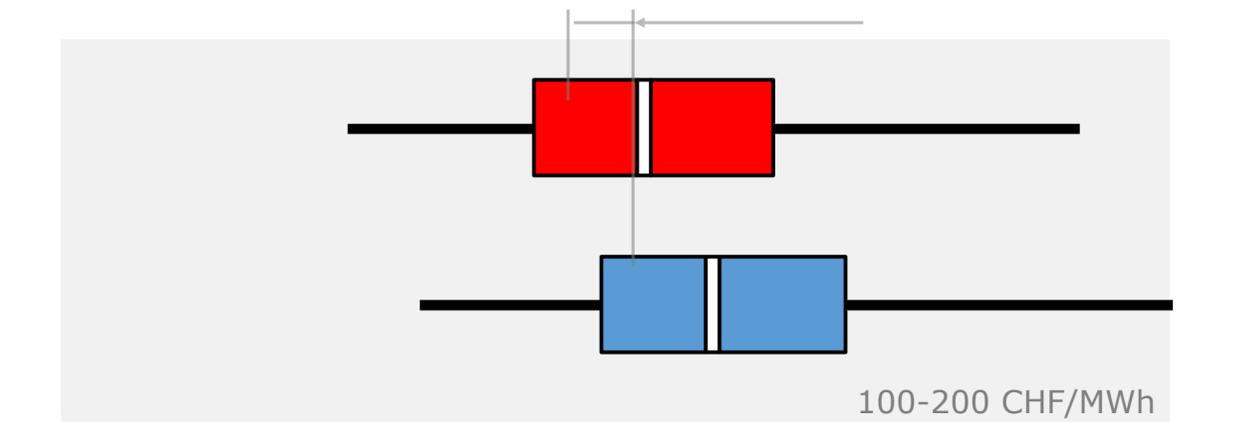
Jährliche Einsparungen von
~ 1 Milliarde CHF

Konservativ, mit TES

Konservativ, ohne TES

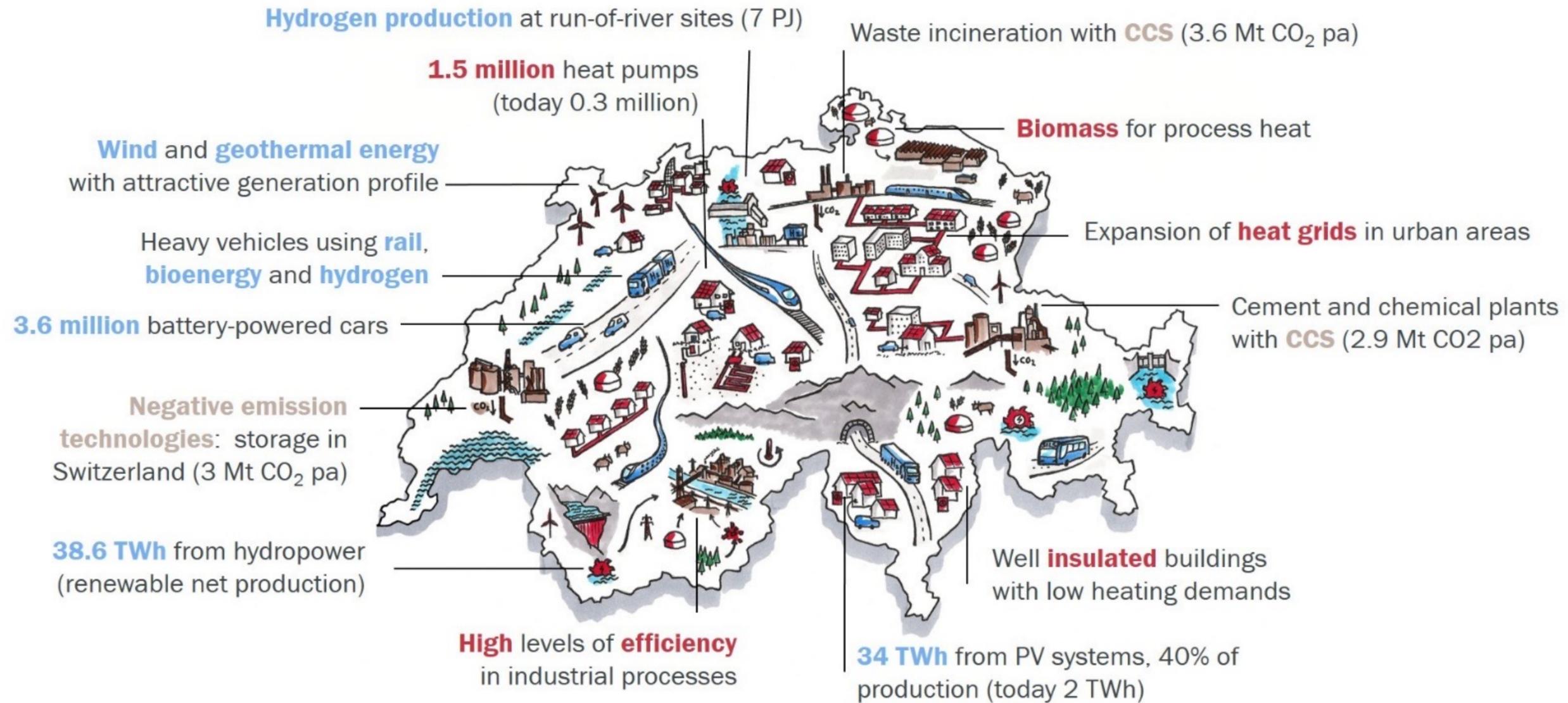


Winterstrom aus Importen und
thermischen Kraftwerken (TWh/a)



Totale jährliche Systemkosten
(bCHF/a)

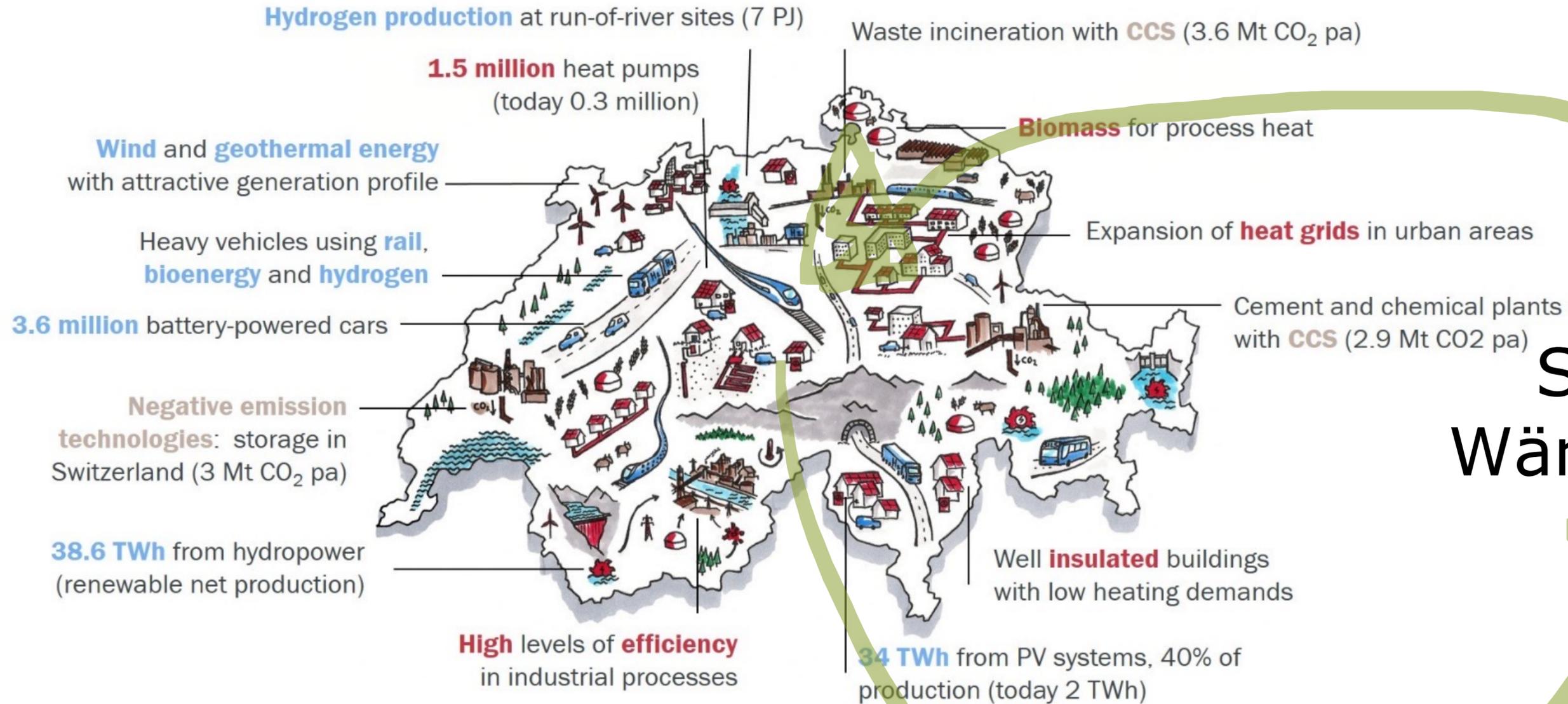
Saisonale Wärmespeicher werden weitgehend ignoriert



Graphics: Dina Tschumi; Prognos AG

Energieperspektiven 2050+
BFE (2021)

Saisonale Wärmespeicher werden weitgehend ignoriert



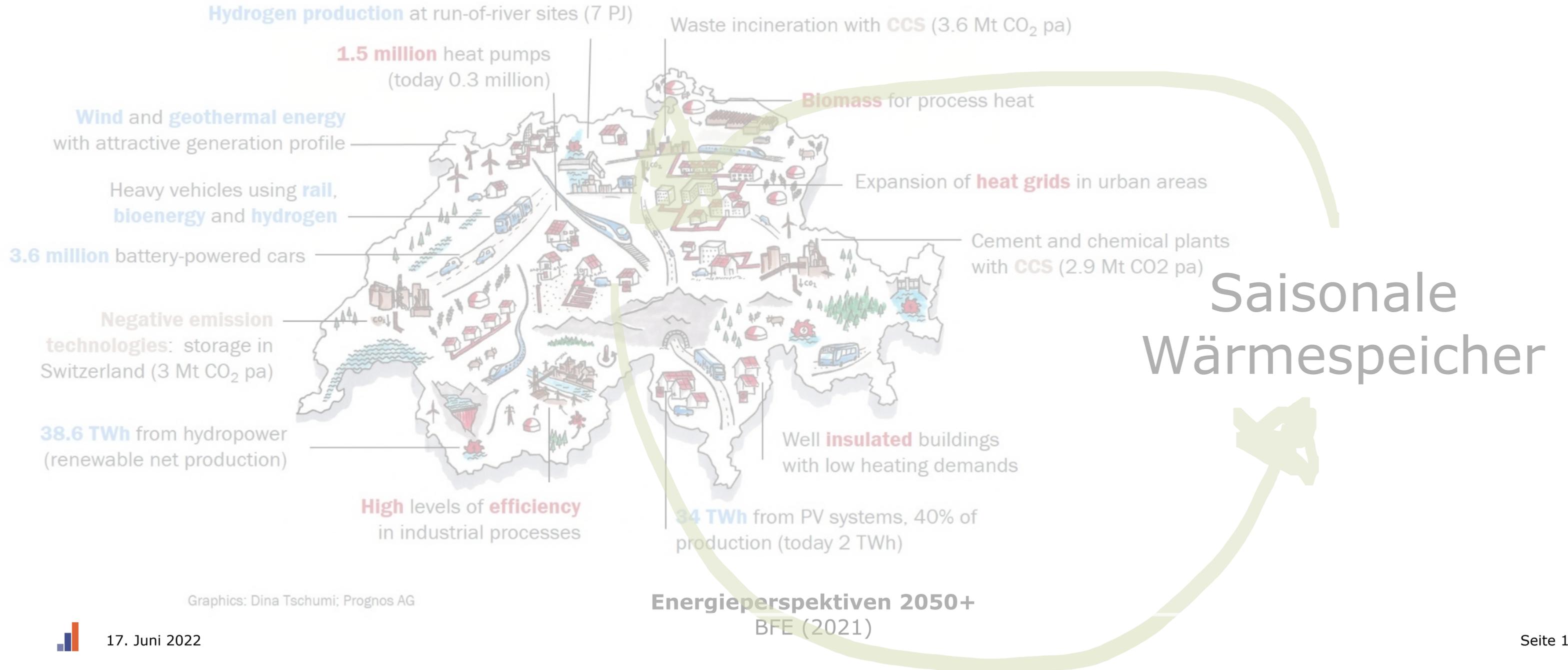
Saisonale Wärmespeicher

Graphics: Dina Tschumi; Prognos AG

Energieperspektiven 2050+
BFE (2021)

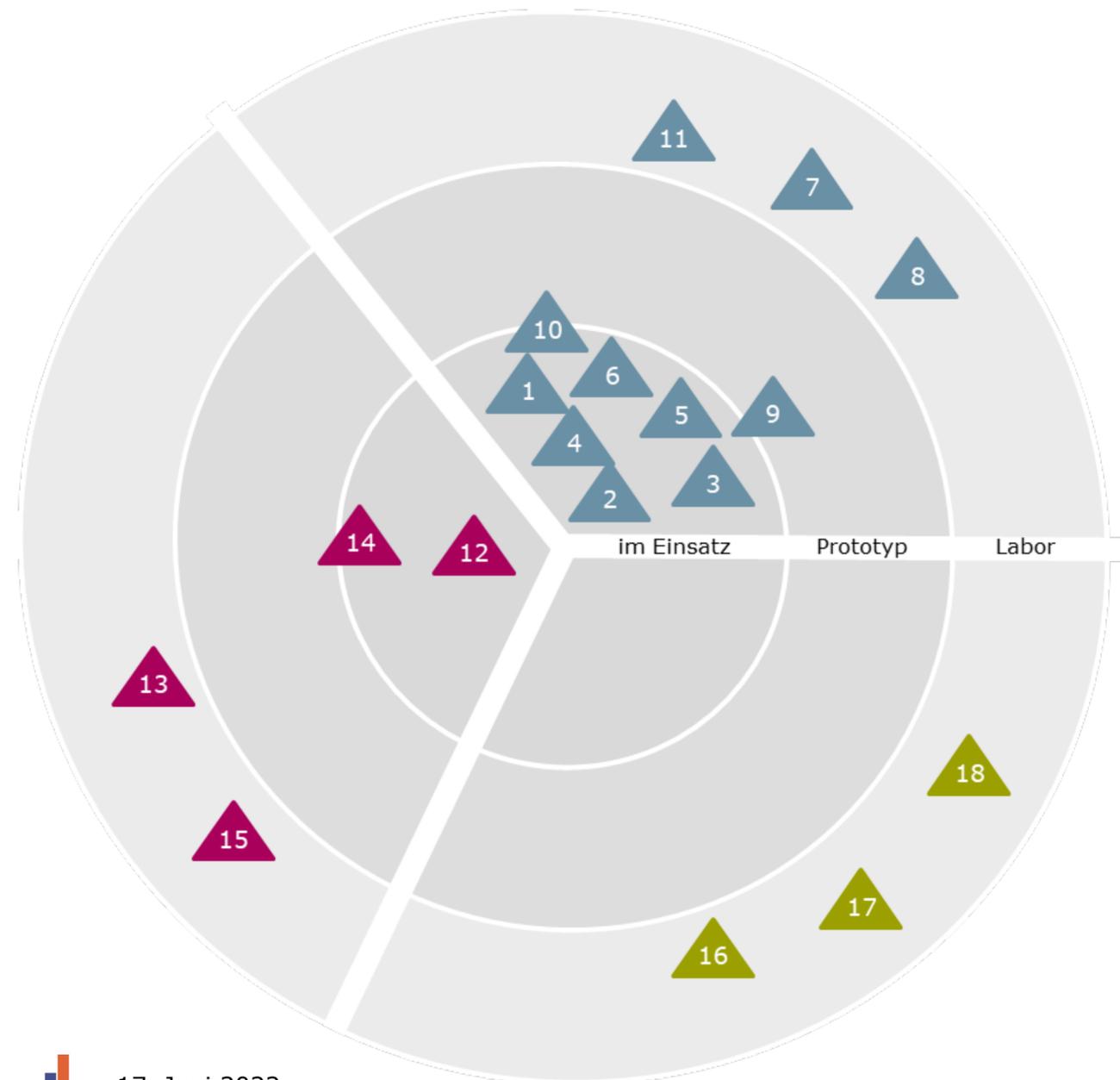
4 TWh elektrisch

Reduktion Winterstrombedarf durch saisonale Wärmespeicher



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 Gebäudedefundamentspeicher (Energiepfahl)
- 5 Grubenwärmespeicher (PTES)
- 6 Sensible Wärmespeicherung im Aquifer (ATES)
- 7 See als Wärmespeicher
- 8 Geschlossener Speicher im See
- 9 Geothermische Tiefenspeicherung 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

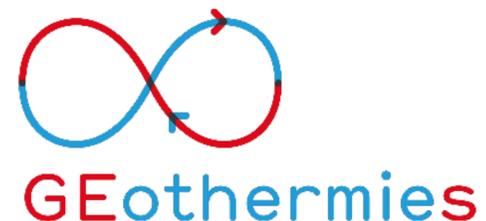


Welche Perspektiven für die geothermische Wärmespeicherung in Genf?



Informationsveranstaltung Parlamentarischen Gruppe Erneuerbare Energien

Michel Meyer, SIG, 15 Juni 2022



Verschiedene Lösungen für die Speicherung

STES : Seasonal Thermal Energy Storage

Artificial

Physico-chemical

Built

PCM

Thermo-chemical

Tank
U-ground
or surface

Basin
water or
gravel +
water

UTES : Underground

ATES : Aquifer

BTES :
Borehole

Shal-
low

Deep

GSHP

Geo-
structu
res

PCM : Phase Change Material

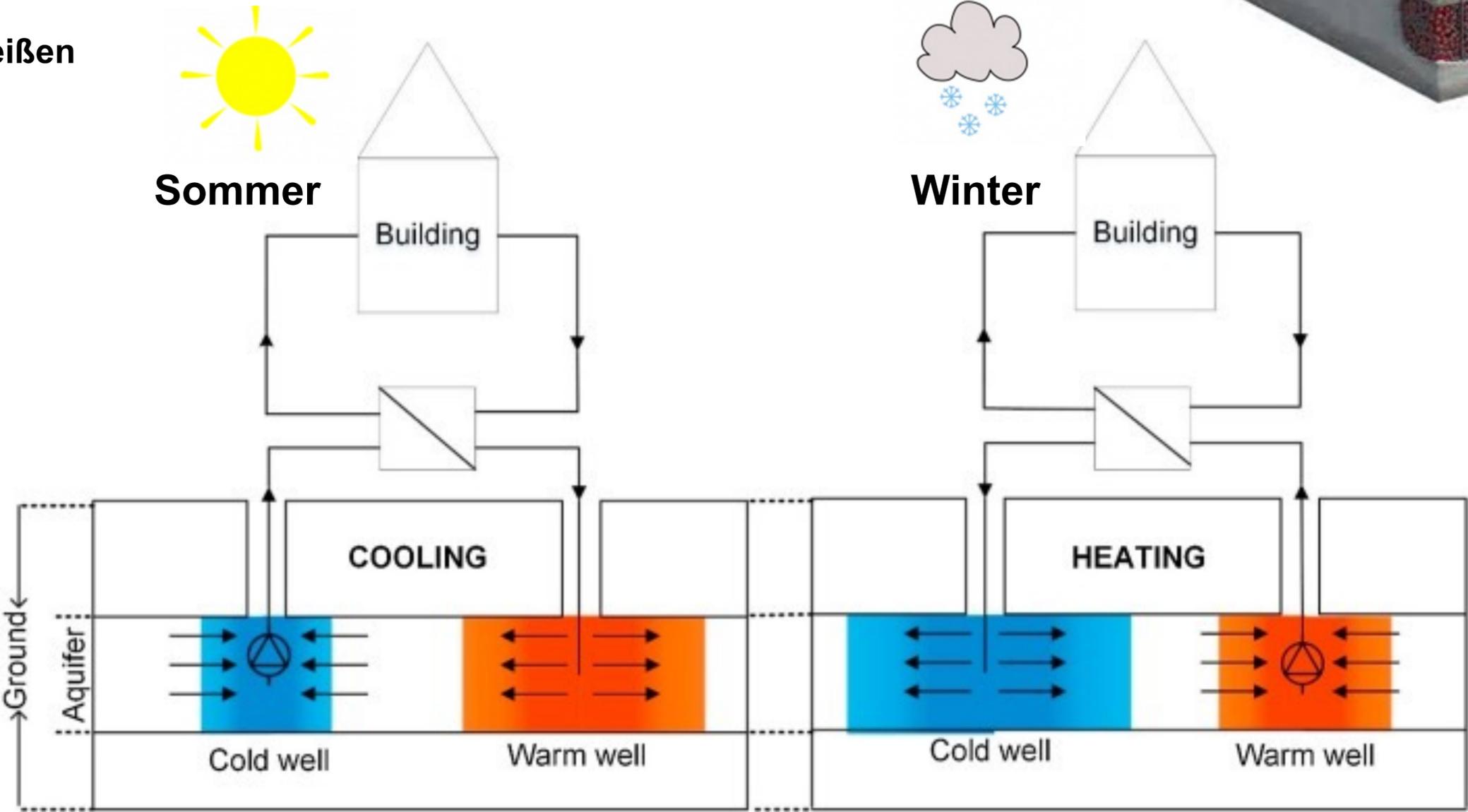
GSHP : Ground Source Heat Pump

Source : P. Vinard – Pré-étude comparative de projets et réalisations de systèmes de stockage saisonnier, 2015

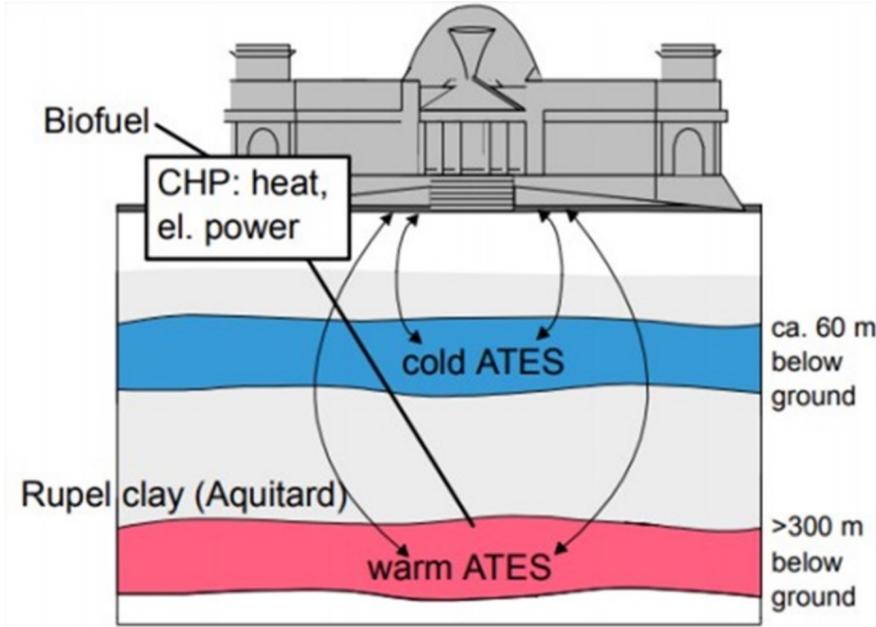
Nutzung von Grundwasser für die Speicherung Die *Aquifer Thermal Energy Storages* (ATES)



Bidirektionale Dublette mit einer heißen und einer kalten Brunnen

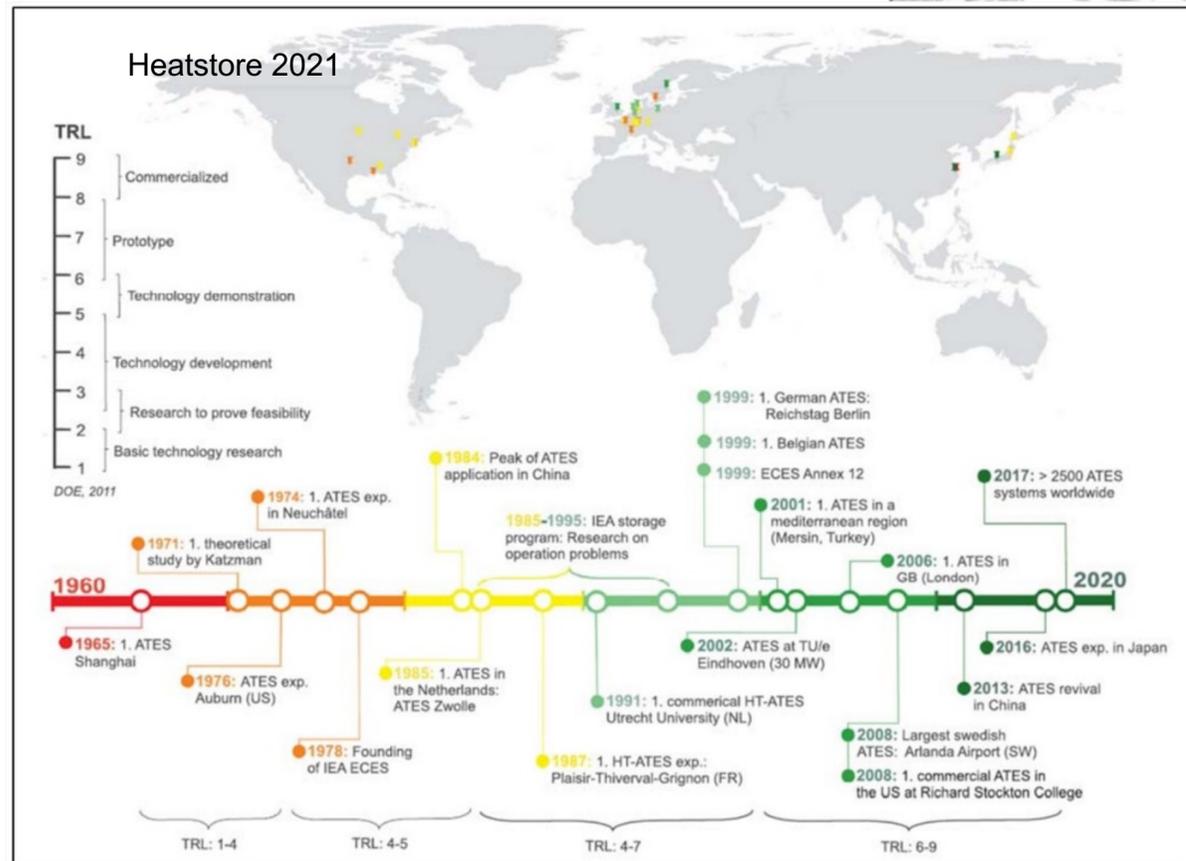
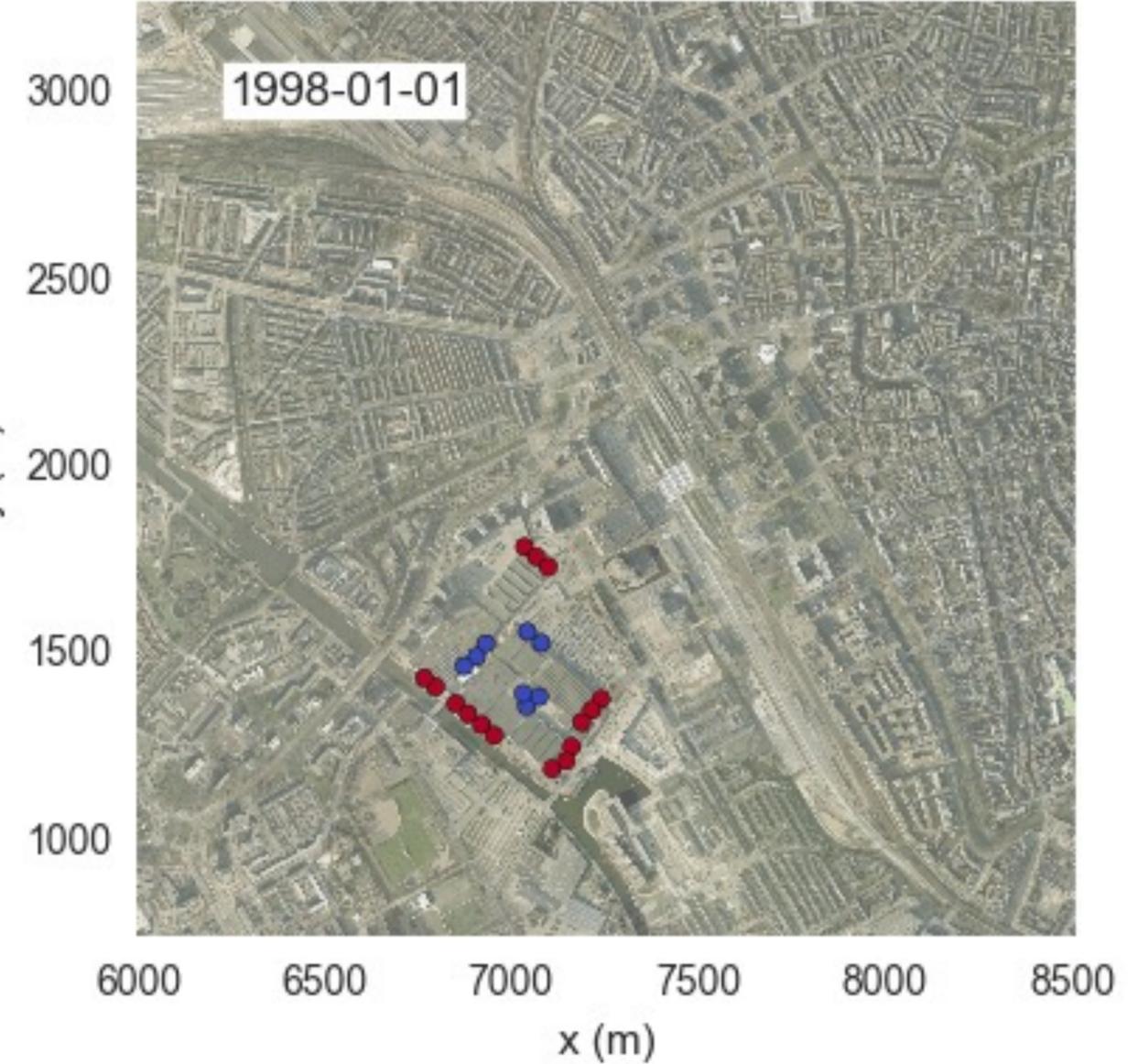


ATES - Kopplung und Anergienetz

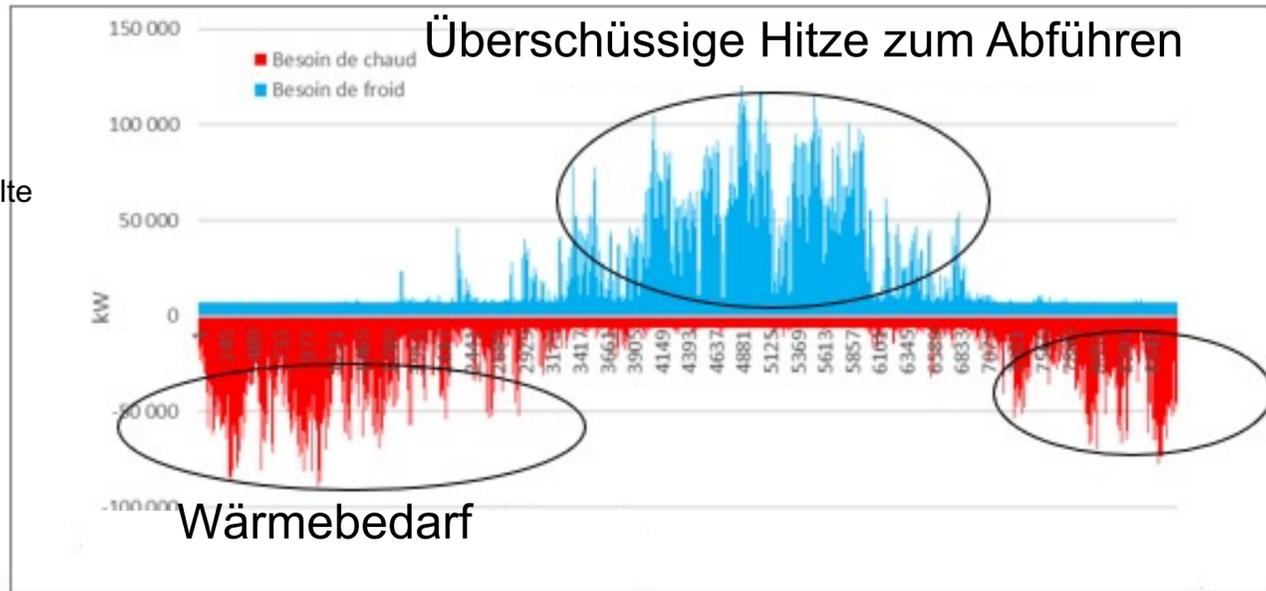


Bonte, 2014

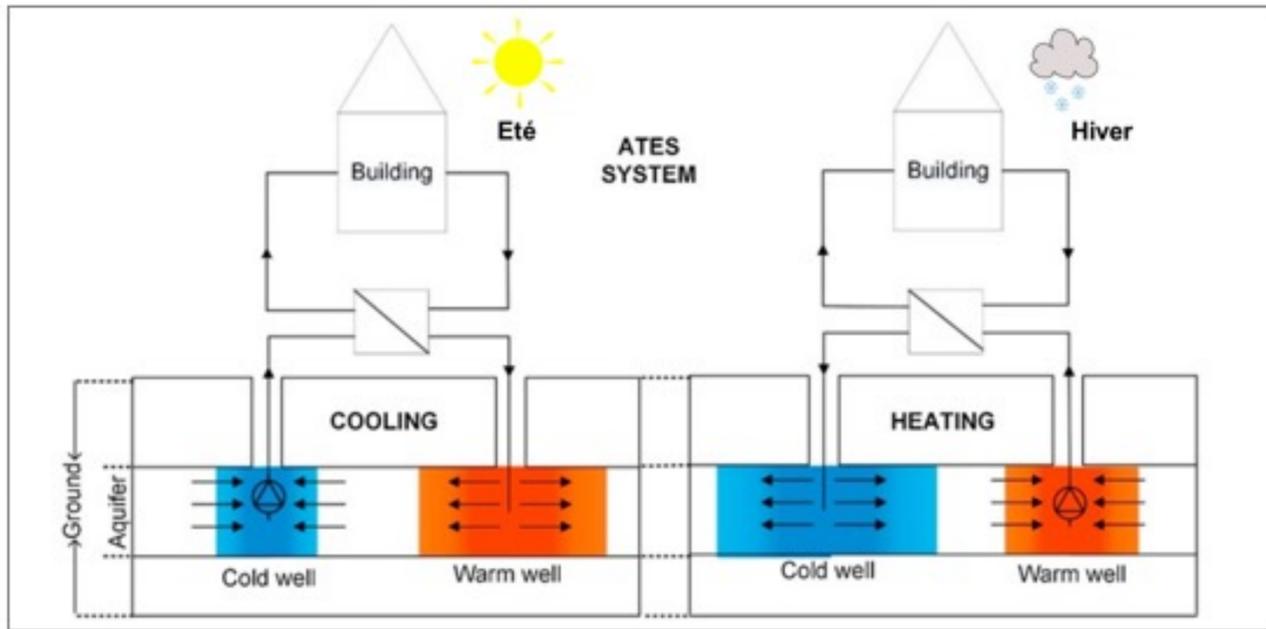
Utrecht city center - Subsurface temperature



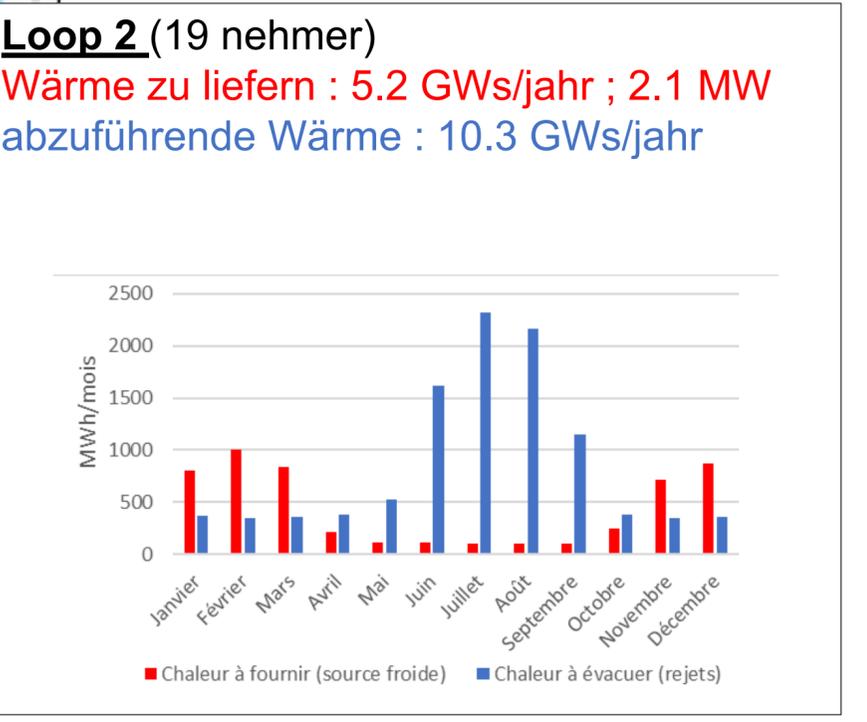
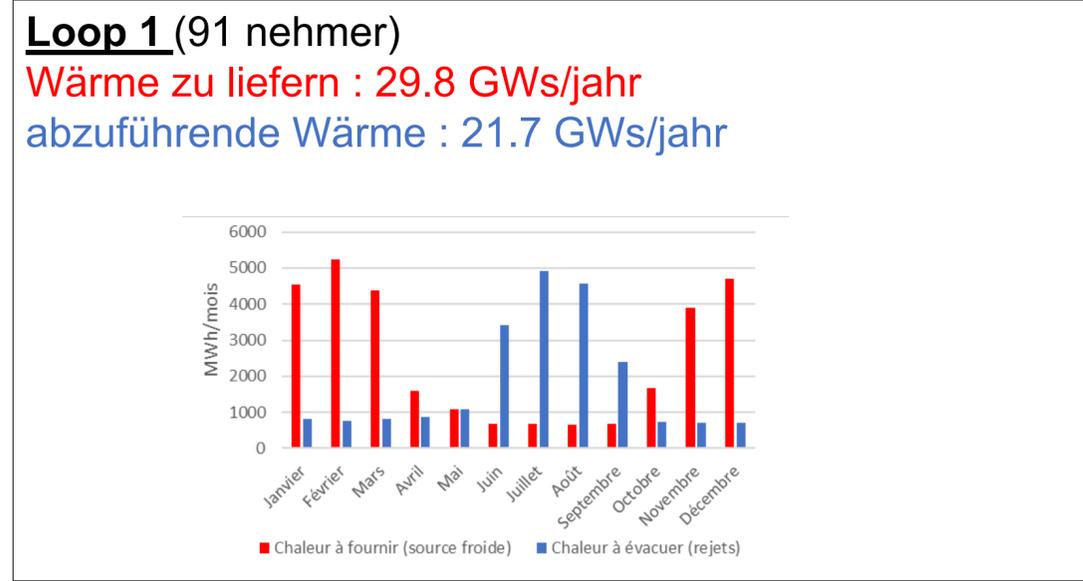
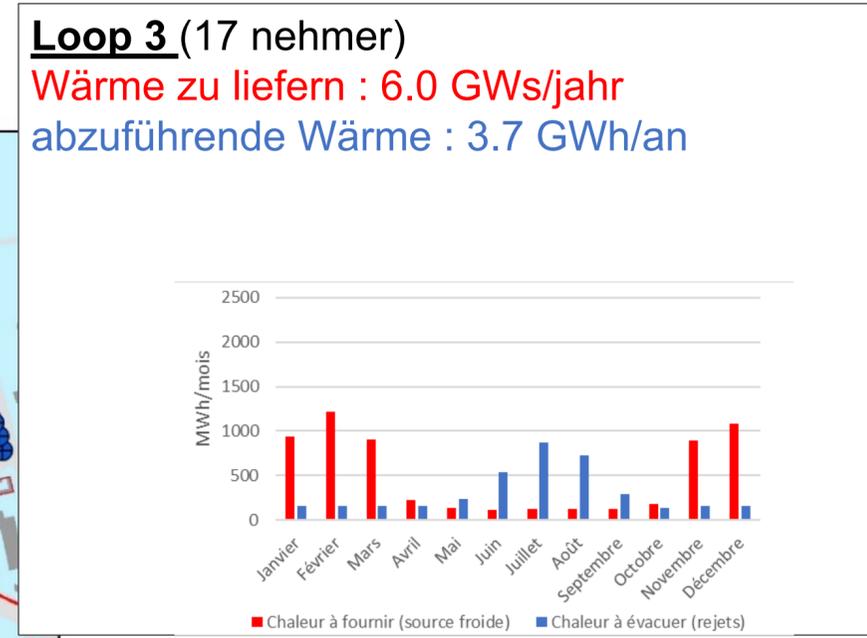
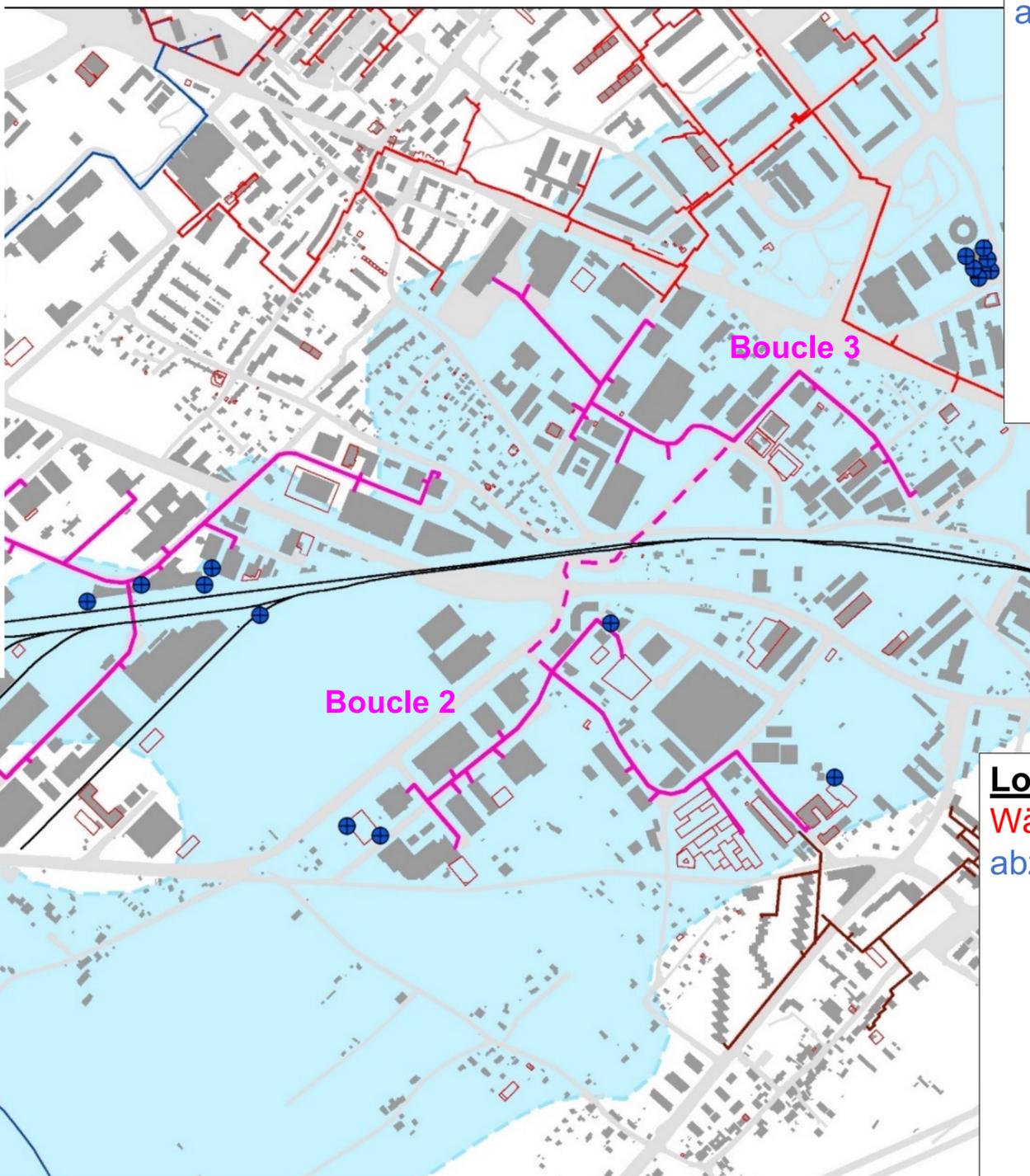
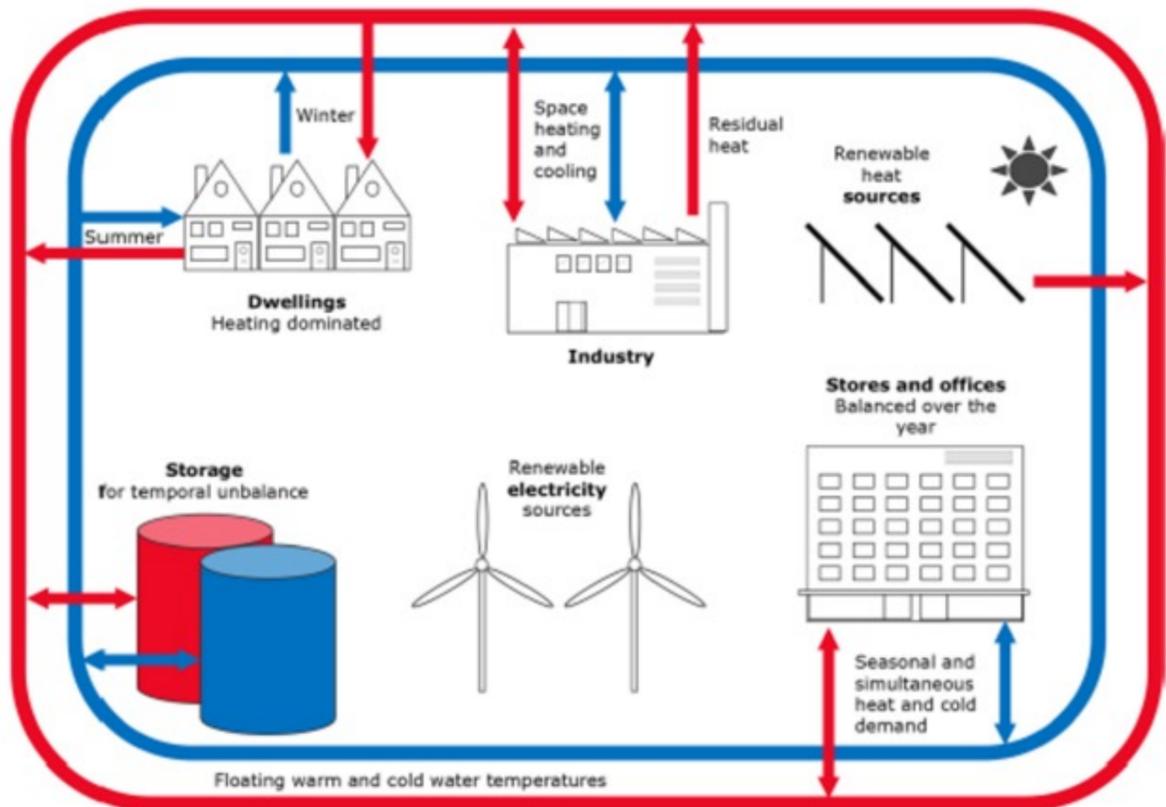
Synergie zwischen GeniLac und Geothermie



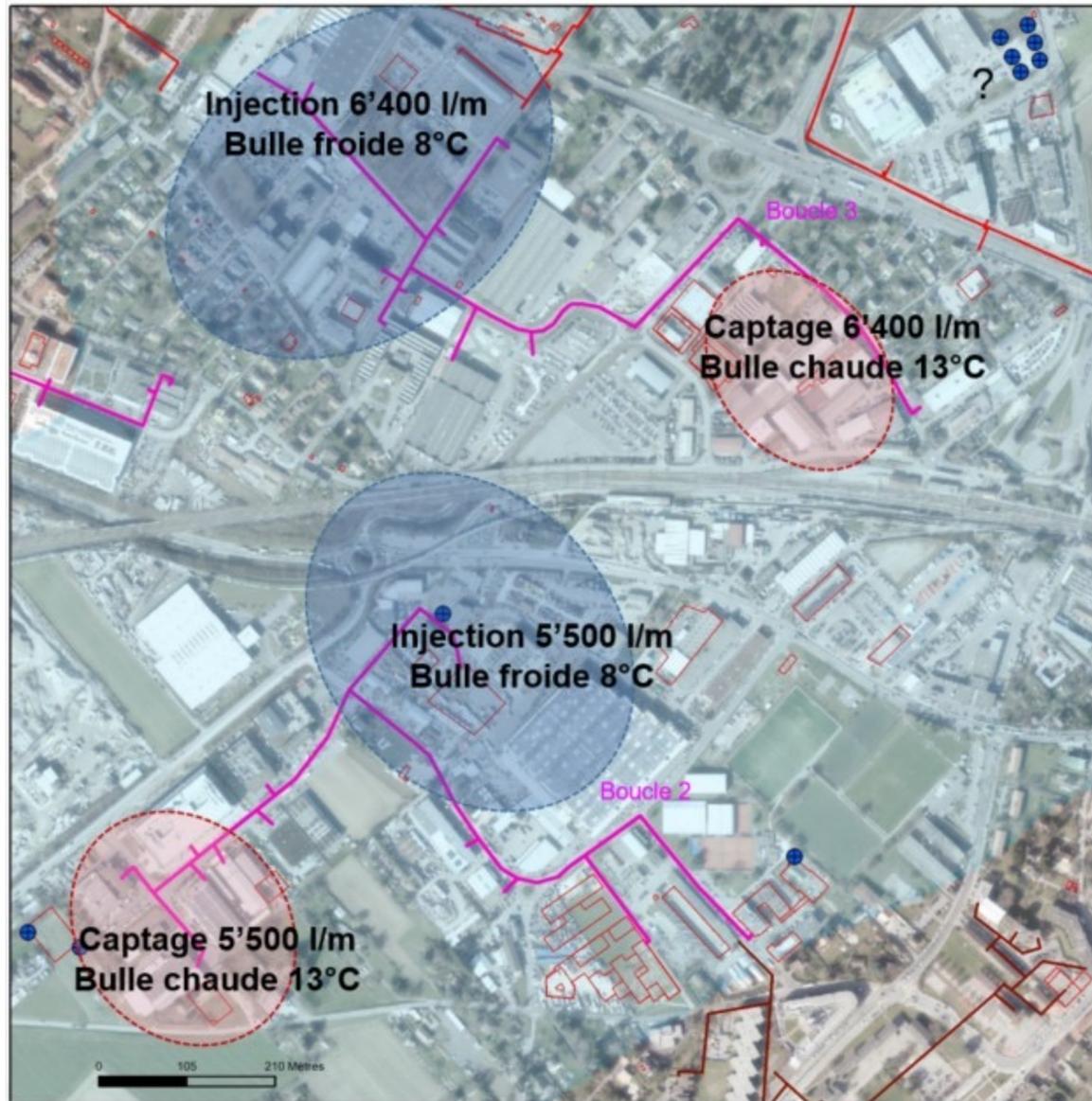
Nutzung von Aquiferen zur Phasenverschiebung und Speicherung



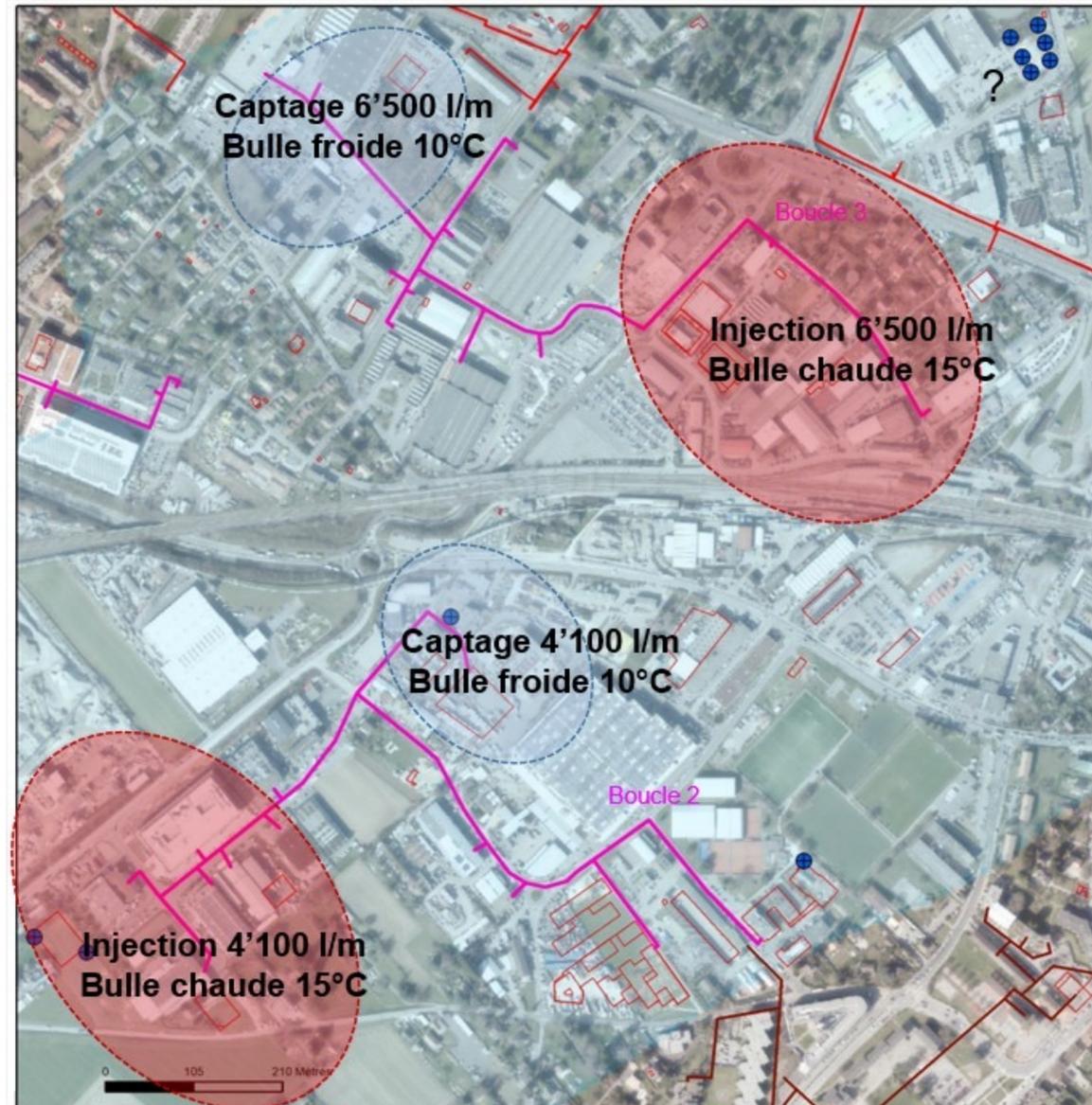
Beispiel auf einem Industriegebiet



Winter



Sommer



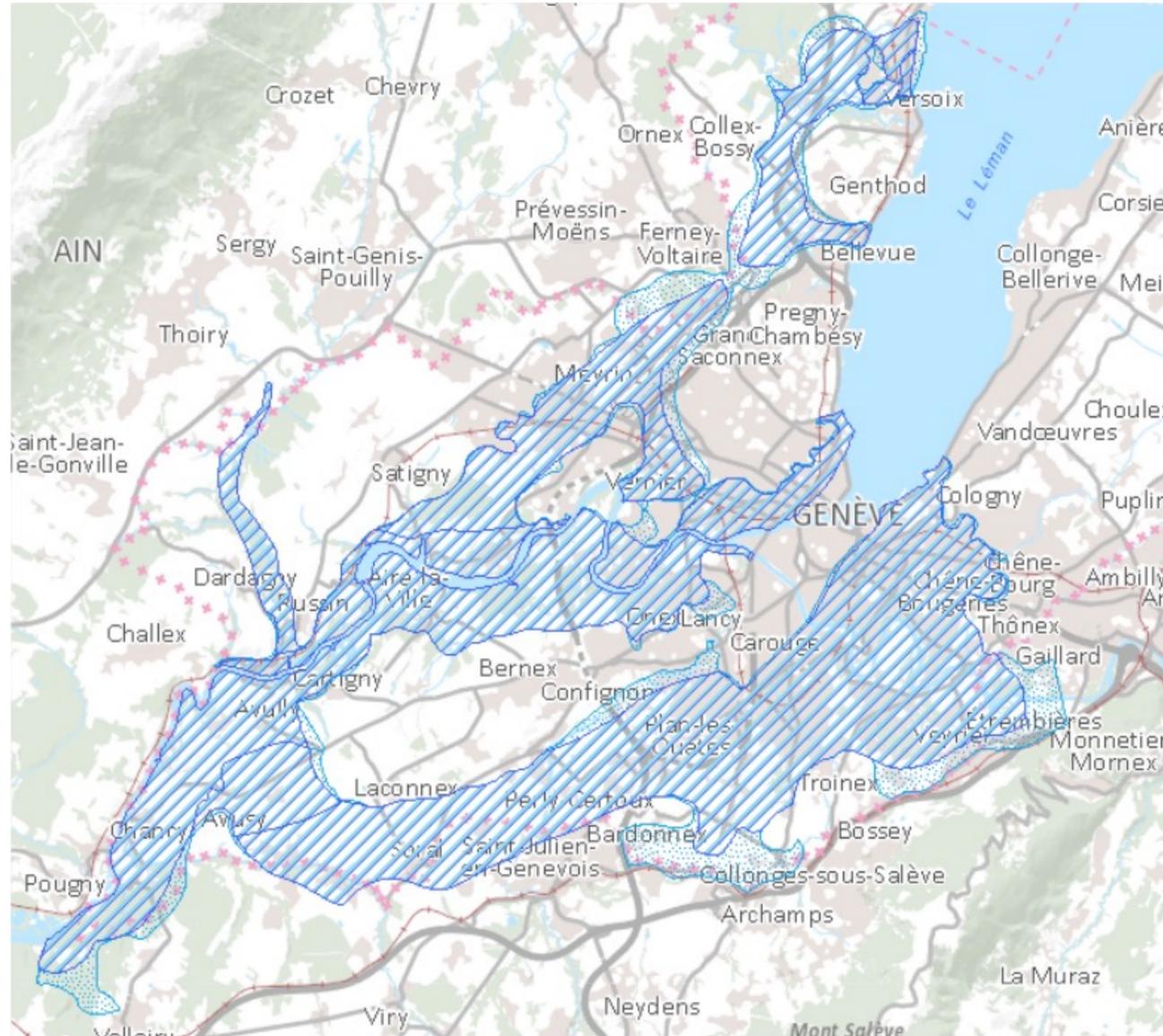
Durchflussmenge von ca. 100 l/s zur Rückgewinnung von Kälte und Wärme, die zu bestimmten Zeiten des Jahres im Überschuss produziert werden.

Höhere wirtschaftliche Effizienz.

Höhere Energieeffizienz (mit Stromeinsparung, auch im Winter).

Umweltverträgliche Temperaturunterschiede.

Großes Potenzial in Genf, aber Bedarf an thermischer Aufladung in Bereichen mit hohem Wärmeverbrauch

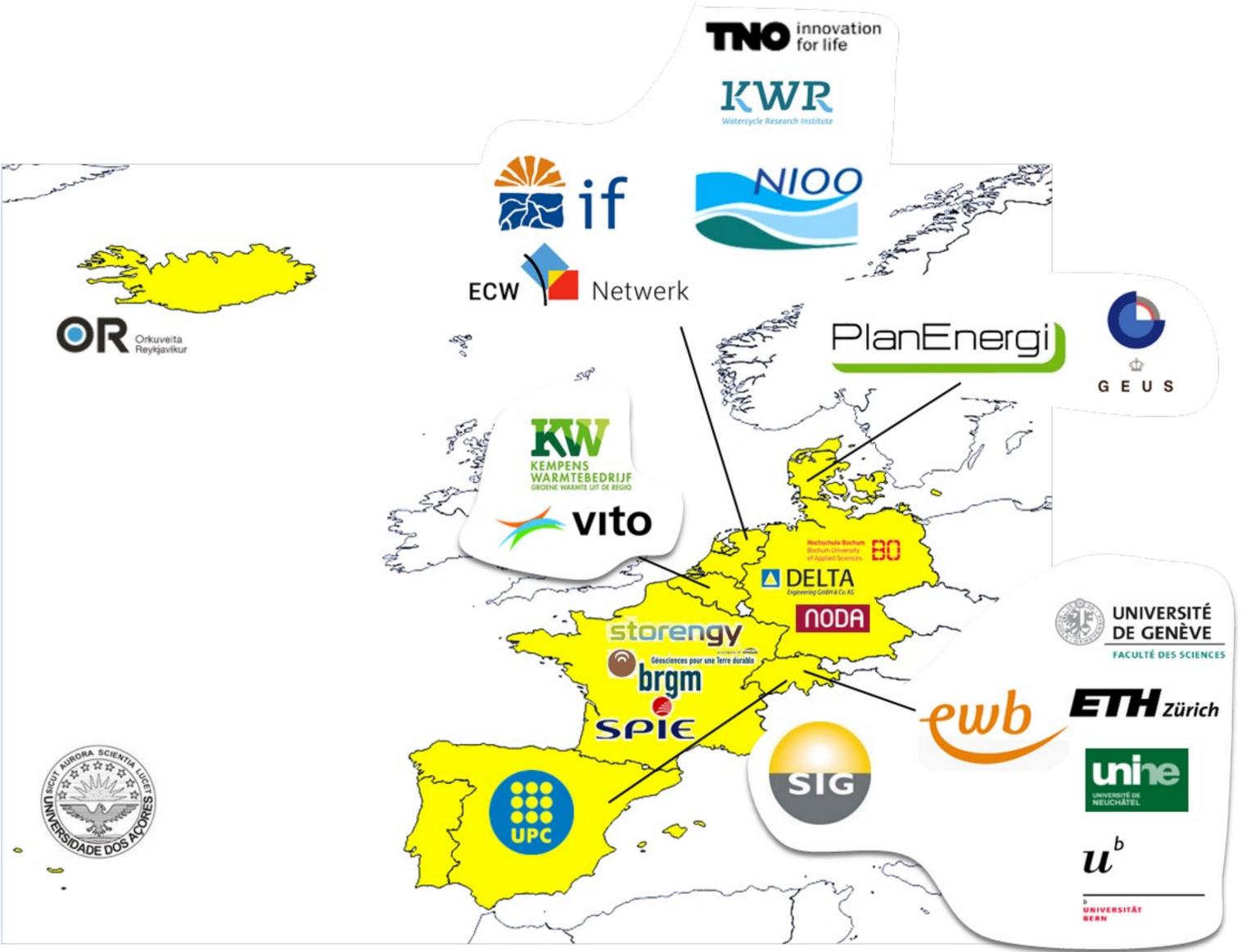


Start von Pilotprojekten

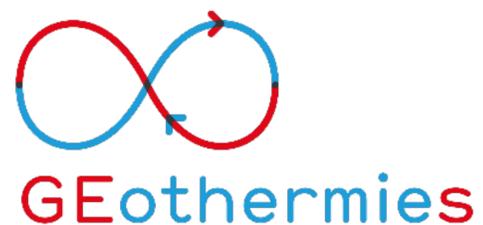
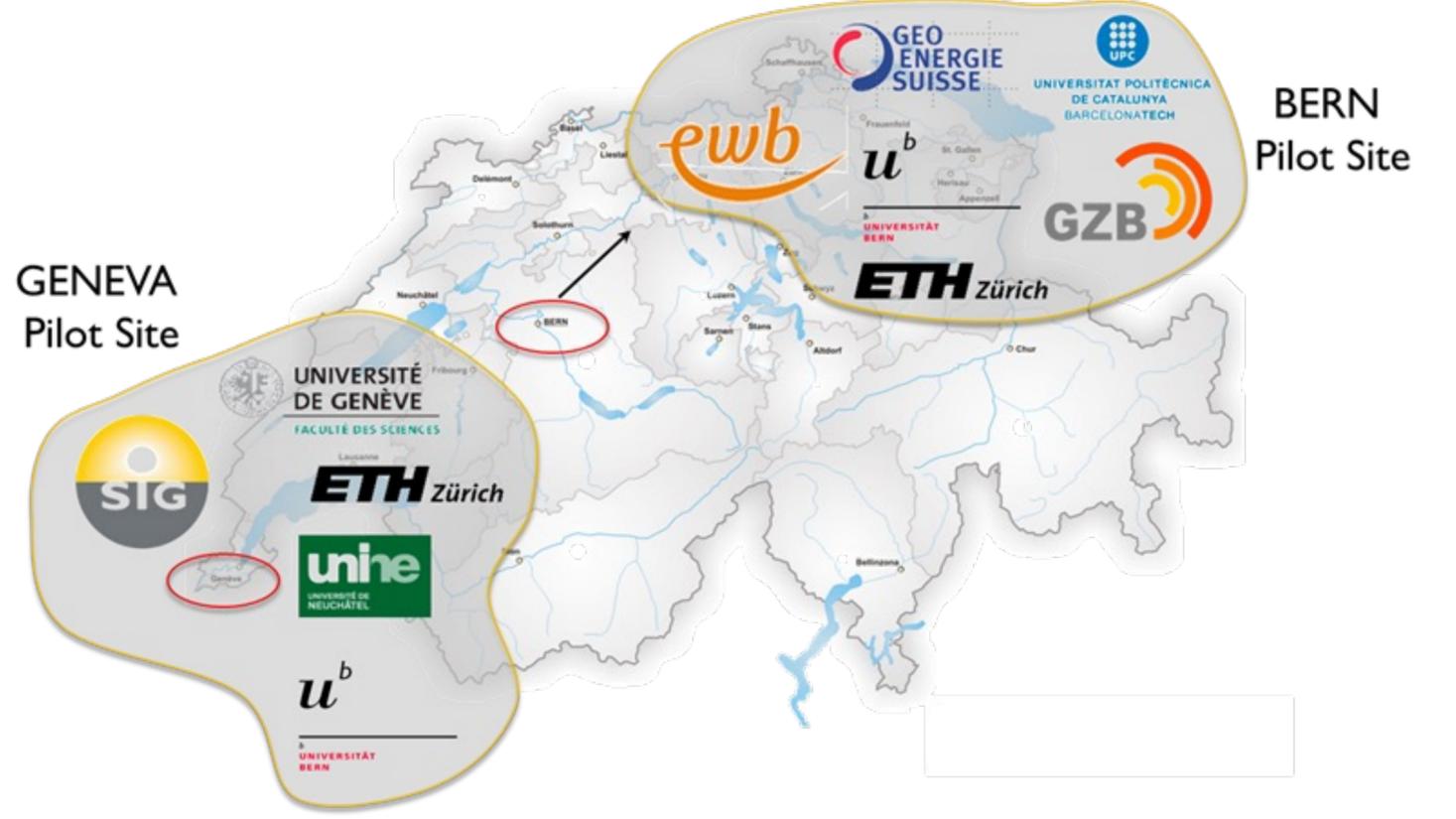
Eine Aufladung durch thermische Solarpaneele, PVTs oder Luftkondensatoren würde nicht nur die Entnahmen ausgleichen, sondern auch den Anteil an erneuerbaren Energien erhöhen.



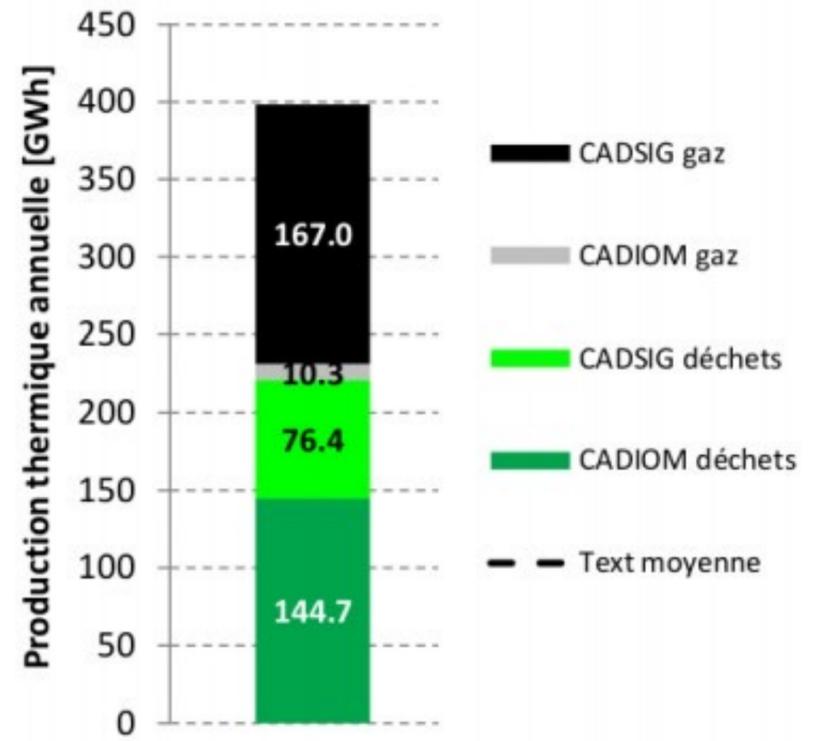
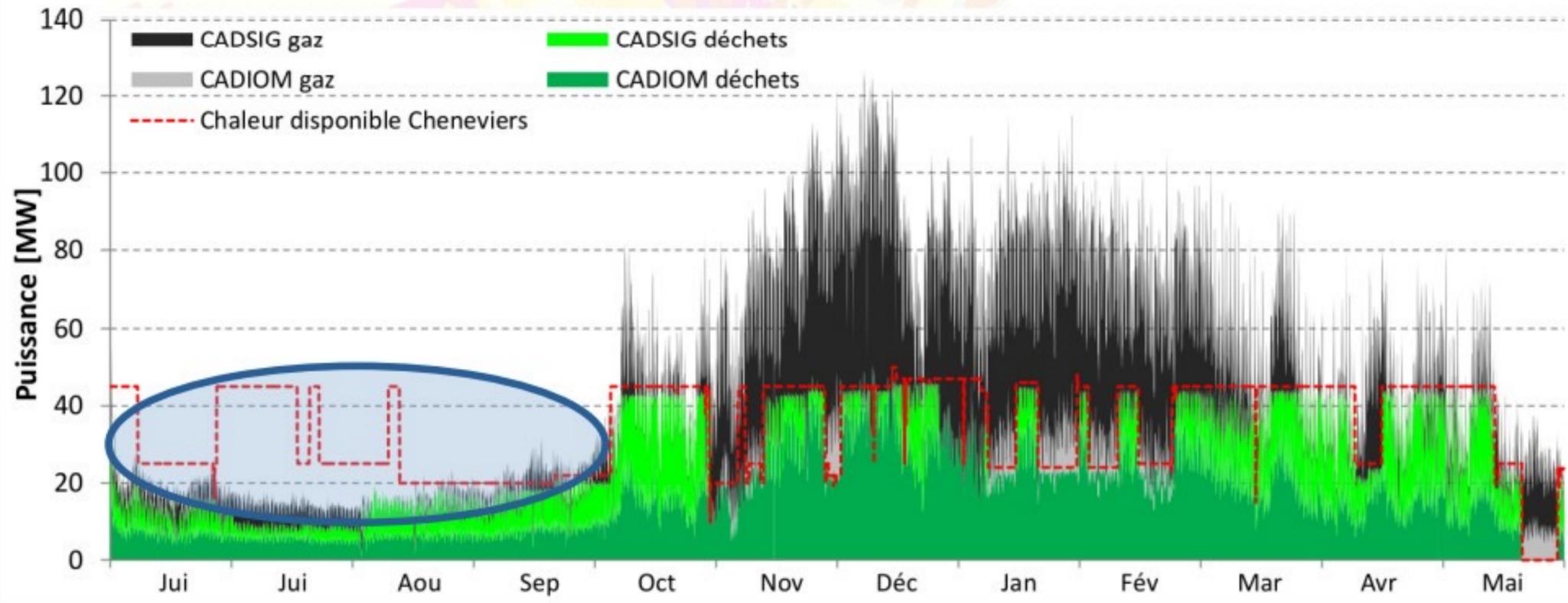
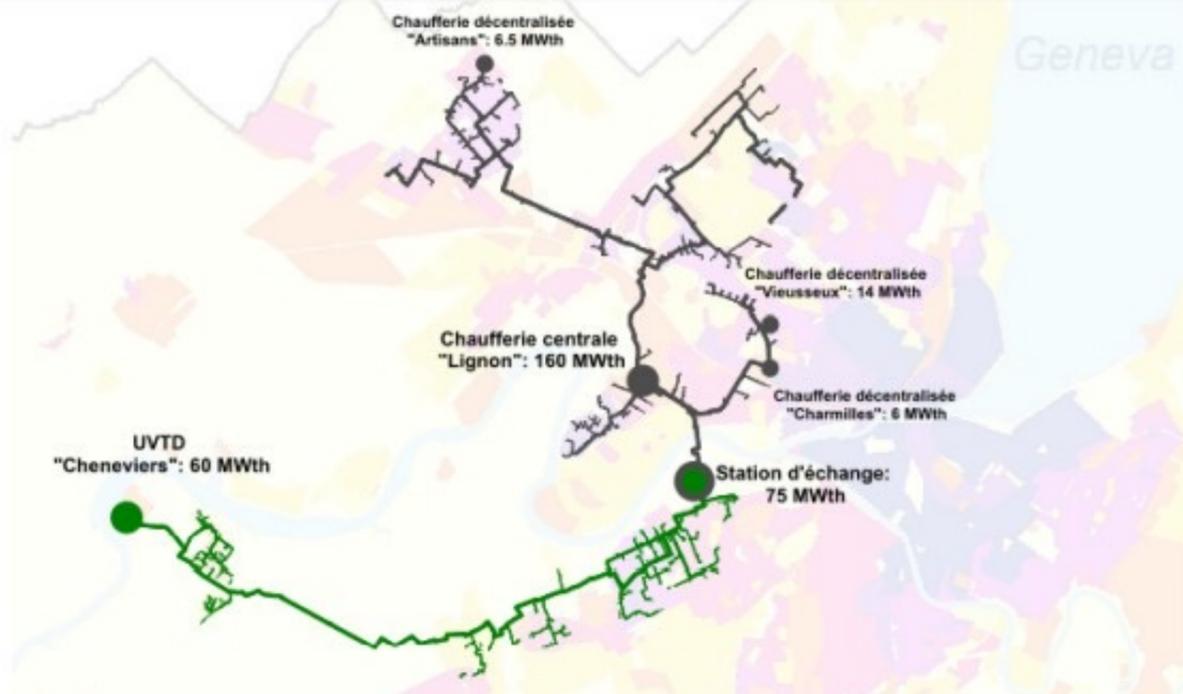
Speicherung bei «hohen» Temperaturen



heatstore
 High Temperature Underground Thermal Energy Storage

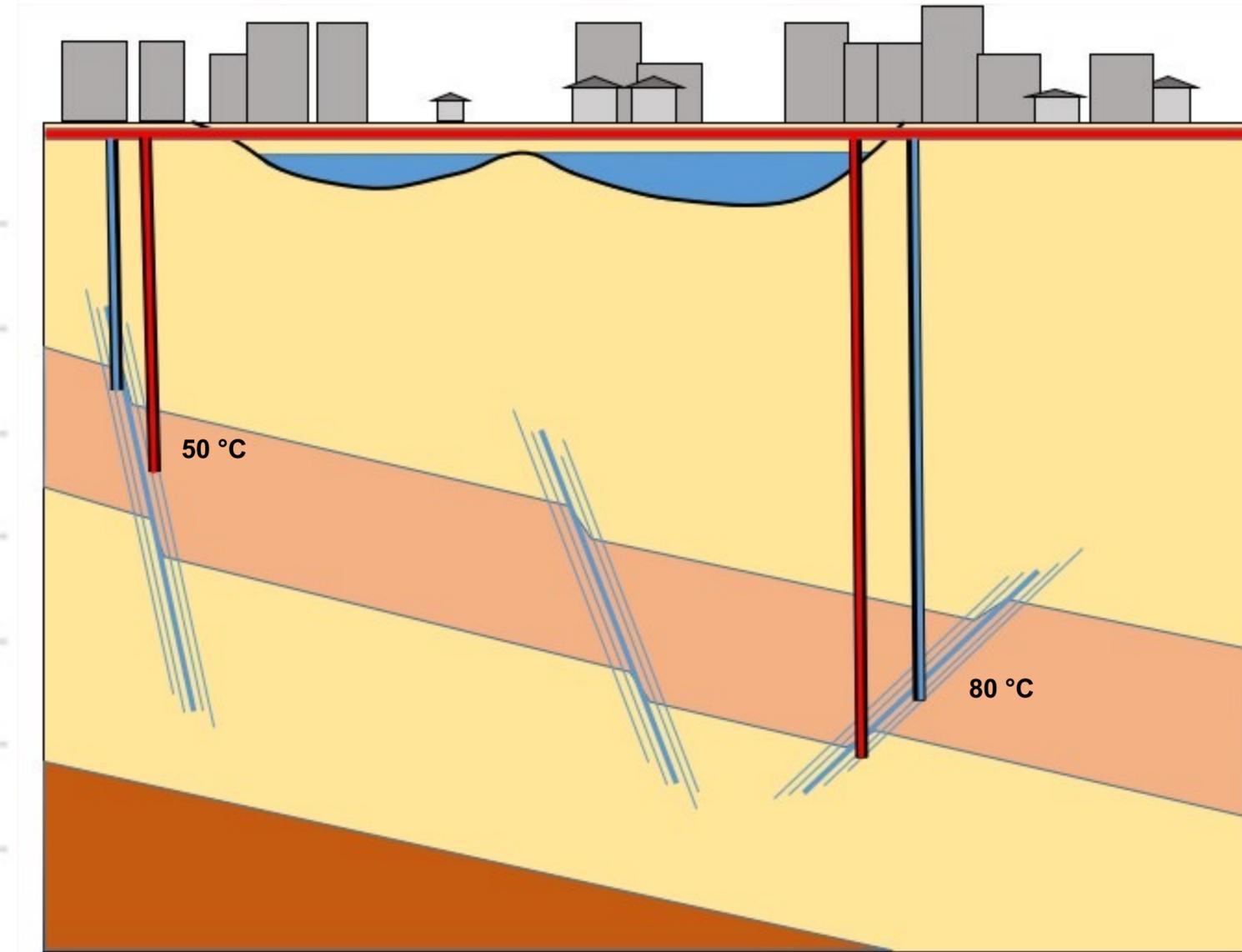
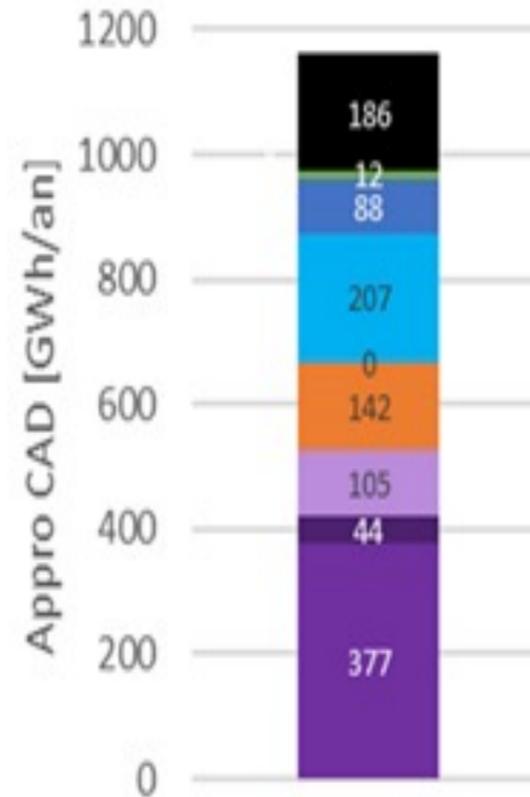
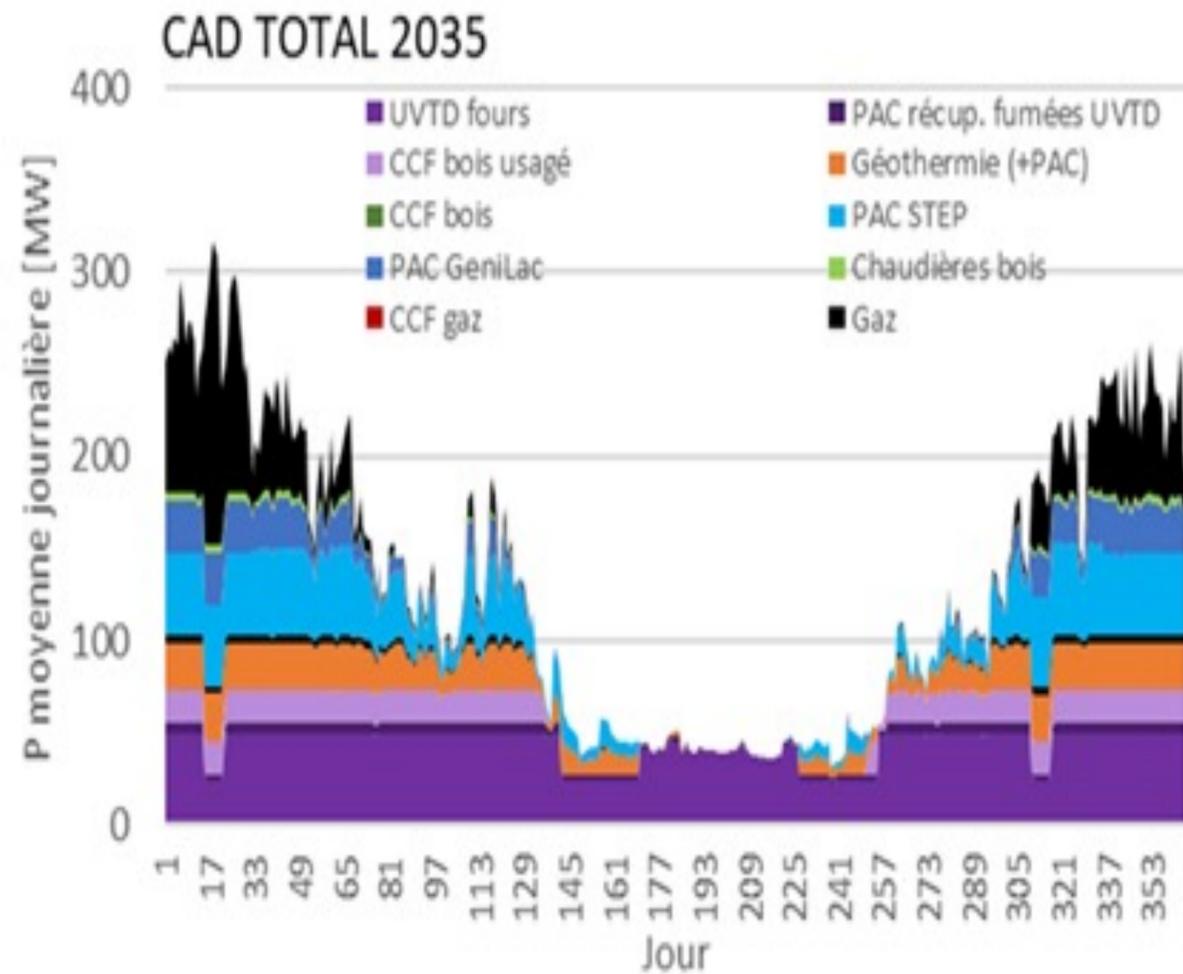


Speicherung bei «hohen» Temperaturen



Ref.: Quiquerez, L., Faessler, J., Lachal, B. (2015) <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:77547>

Ausblick: Speicherung von Geothermie, über Geothermie?

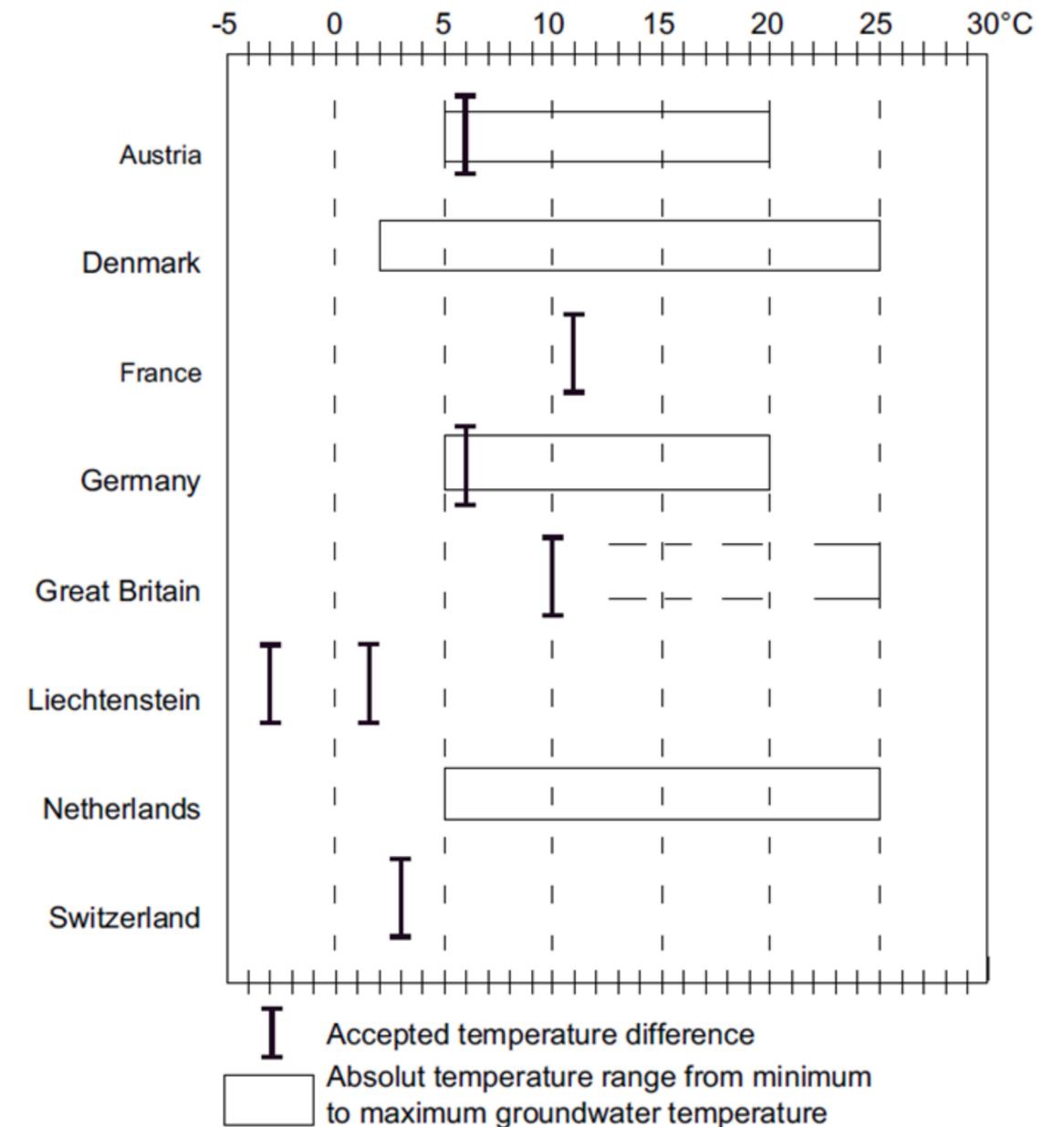


Notwendigkeit der Überarbeitung der Grundwassergesetzgebung

Unterschiedlicher Ansatz in den einzelnen Ländern

In der Schweiz begrenzt auf 3 grad, auch für tiefe Gewässer.

Dies schränkt die Speichermöglichkeiten zu sehr ein, obwohl Umweltunschädlichkeit durch mehr Flexibilität gewährleistet werden kann

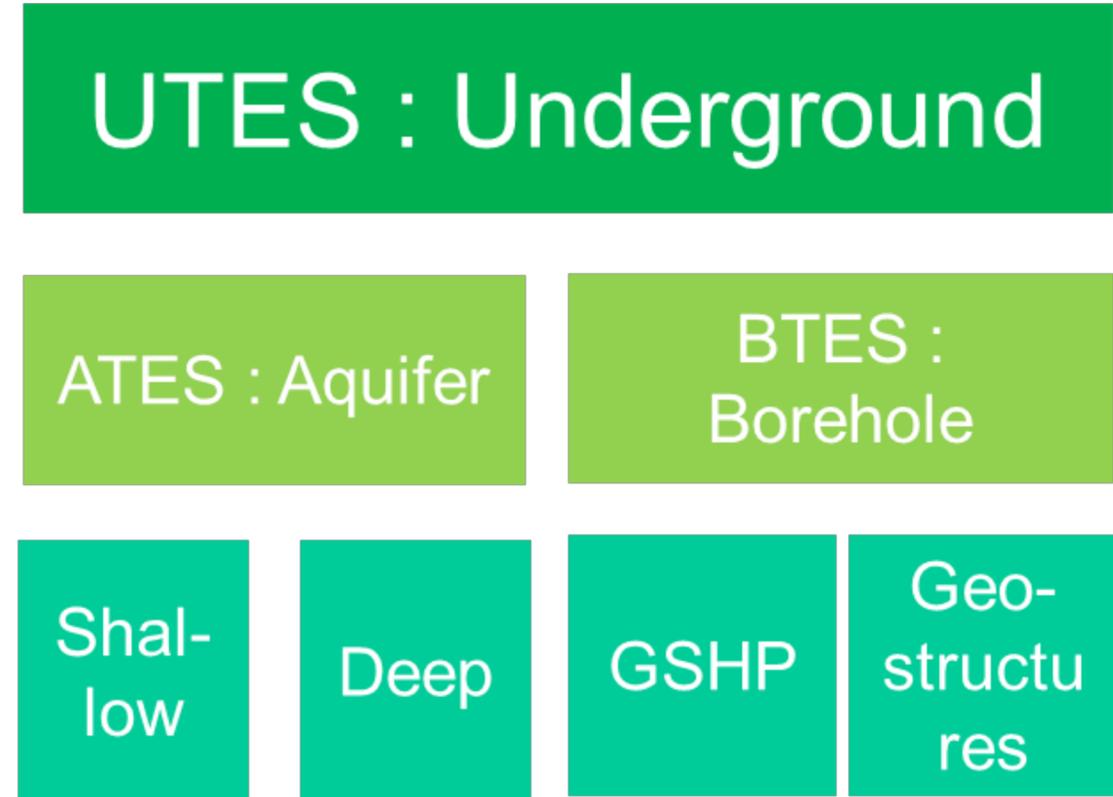
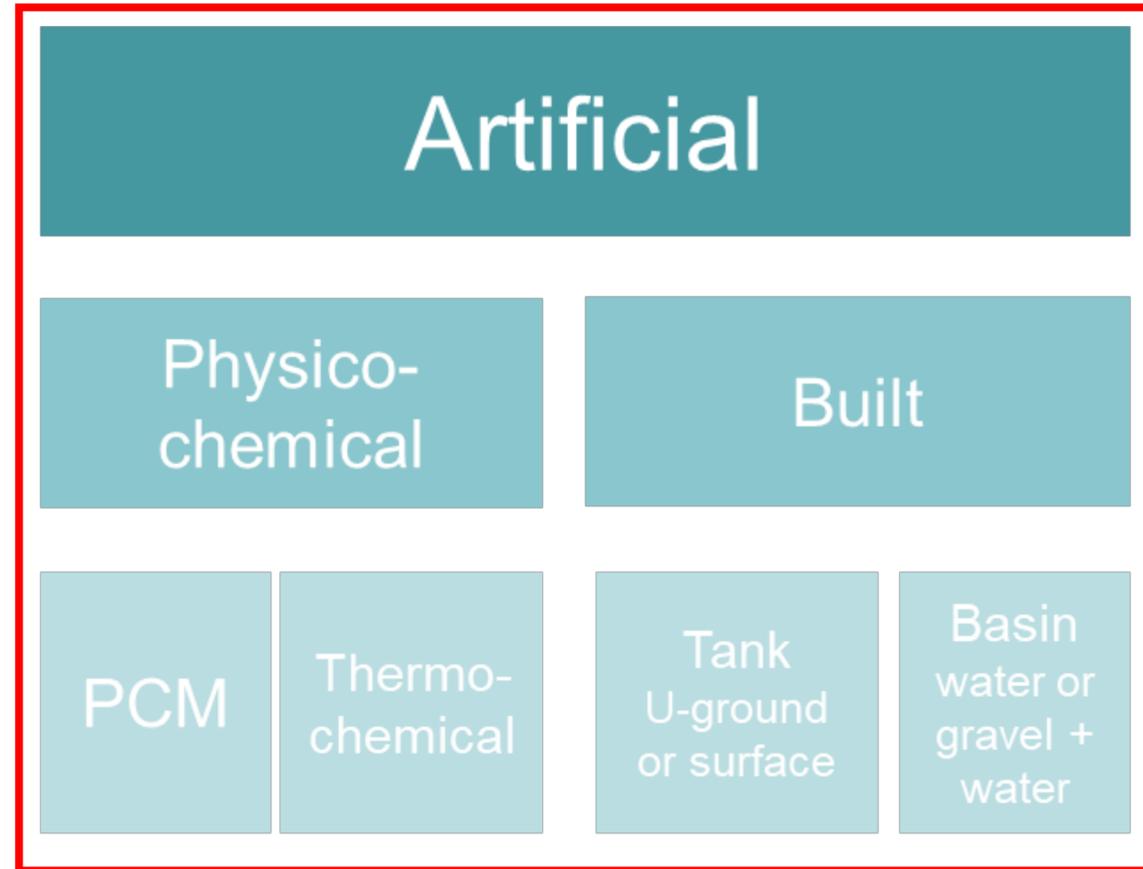


Schlussfolgerungen

- ❑ Saisonale geothermische Speicher ermöglichen erhebliche Effizienzgewinne und erlauben es insbesondere, den Stromverbrauch bei Nachfragespitzen im Winter zu begrenzen.
- ❑ Die Technologie ist ausgereift, aber es müssen Pilotprojekte gestartet und gut dokumentiert werden, um die Produktionsketten in der Schweiz zu starten.
- ❑ Der sehr restriktive gesetzliche Rahmen für Grundwasser muss flexibler werden, nicht nur, um das Grundwasser weiterhin gut zu schützen, sondern auch, um Lösungen für die thermische Speicherung zu ermöglichen.
- ❑ Die Speicherung bei hohen Temperaturen ($> 40\text{ °C}$?) bietet sehr interessante Perspektiven, nicht nur für die Speicherung von Abwässern wie die von Müllverbrennungsanlagen, sondern auch von sommerlichen Produktionsüberschüssen aus kohlenstofffreien erneuerbaren Energien (Solarenergie, Geothermie).
- ❑ Die Kenntnisse über den Schweizer Untergrund müssen verbessert werden und das nationale Explorationsprogramm, das im Anschluss an die Motion Jauslin beschlossen wurde, muss die Fragen der Wärmespeicherung einbeziehen.

Verschiedene Lösungen für die Speicherung

STES : Seasonal Thermal Energy Storage



PCM : Phase Change Material

GSHP : Ground Source Heat Pump

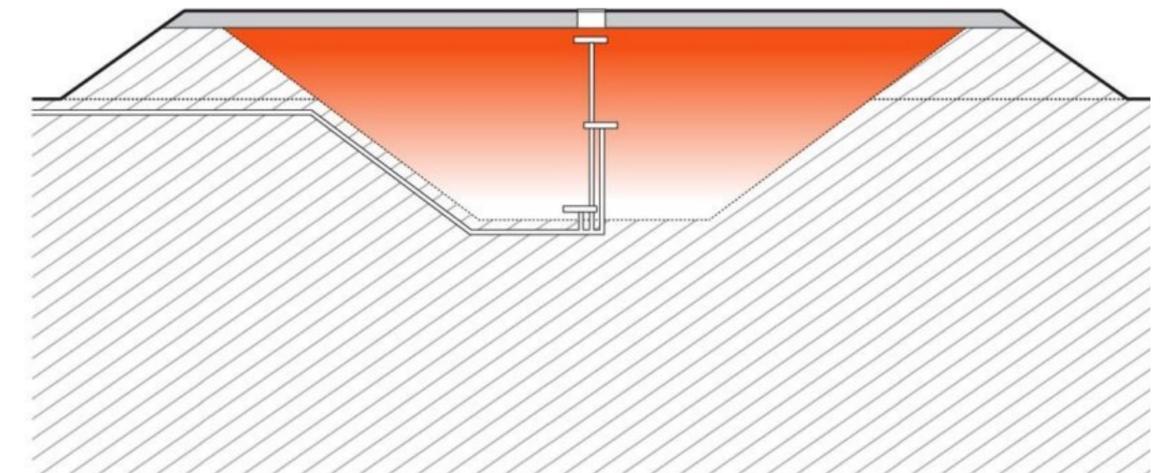
Source : P. Vinard – Pré-étude comparative de projets et réalisations de systèmes de stockage saisonnier, 2015

Gruben-Wärmespeicher

Beispiel Dronninglund, Dänemark – Bewährt seit 2013



Pit thermal energy storage (PTES)

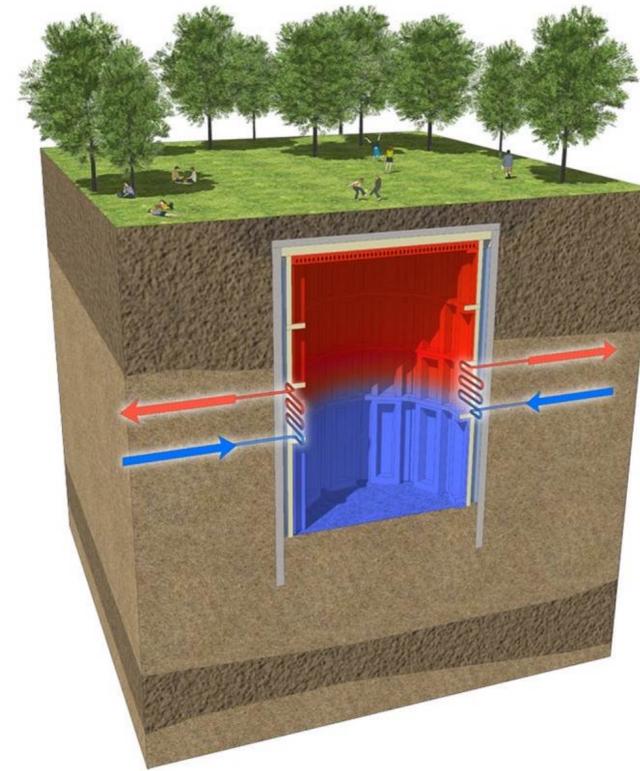
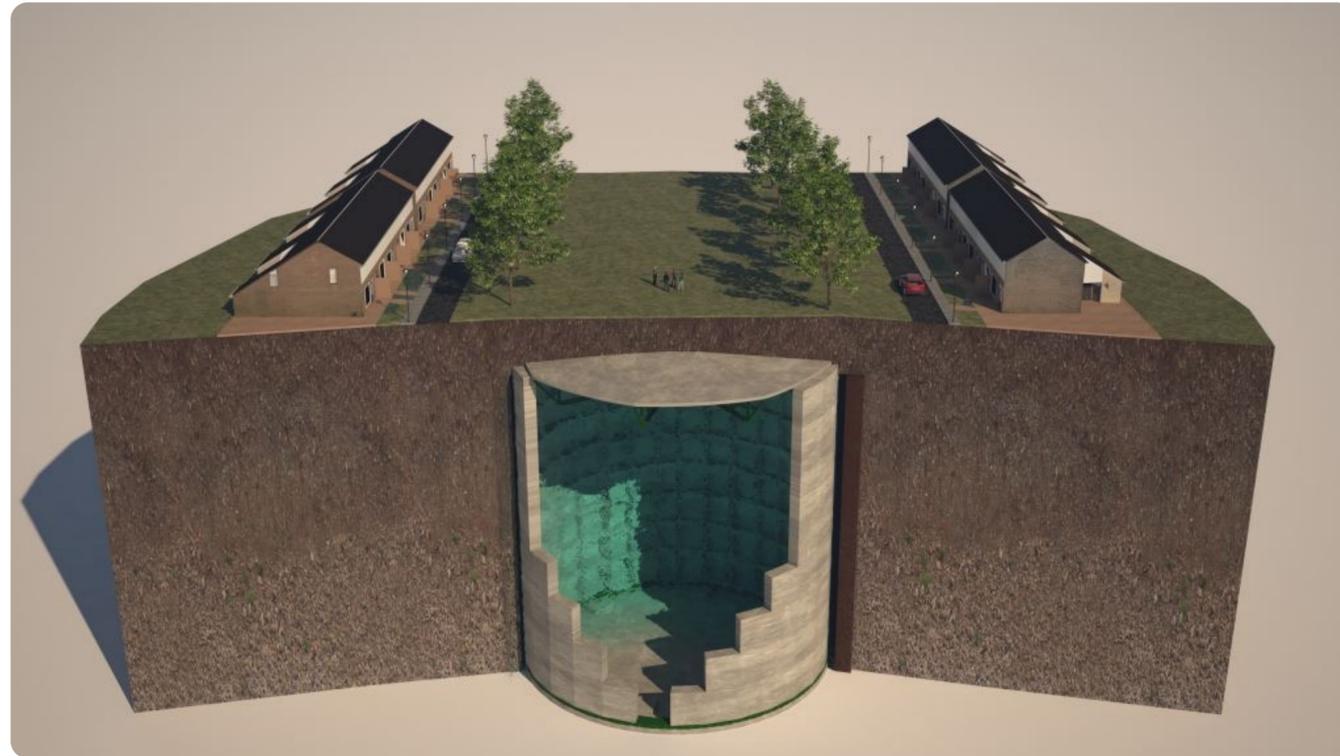


Gruben-Wärmespeicher, Dronninglund

Volumen:	60'000 m ³
Speicherkapazität:	5'570 MWh _{th}
Speichereffizienz:	90 %
Erstellungskosten:	2.3 Mio CHF (0.415 CHF/kWh)

Tank Wärmespeicher

Das Ecovat Konzept – Möglichkeit für Schweizer Nahwärmenetze



Tank-Wärmespeicher, Ecovat

Volumen:	20'000 – 100'000 m ³
Speicherkapazität:	1'900 - 8'600 MWh _{th}
Speichereffizienz:	85-95 %
Erstellungskosten:	5.9 – 14.5 Mio. CHF

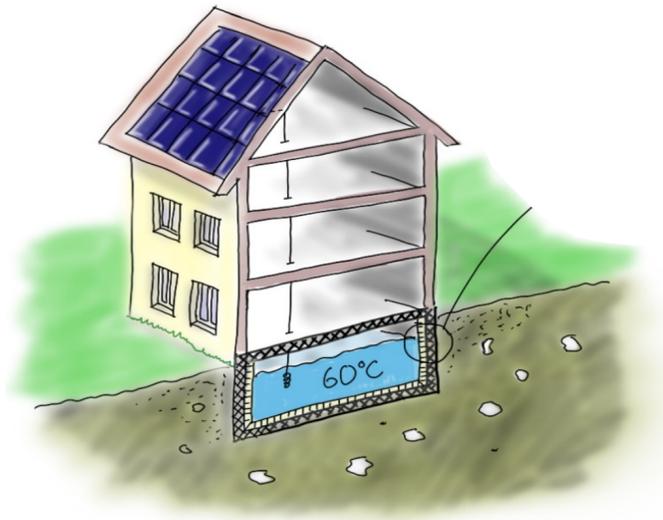
 **ecovat**[®]
energy storage system

Wärmespeicher in der Forschung

Kleiner und günstiger!

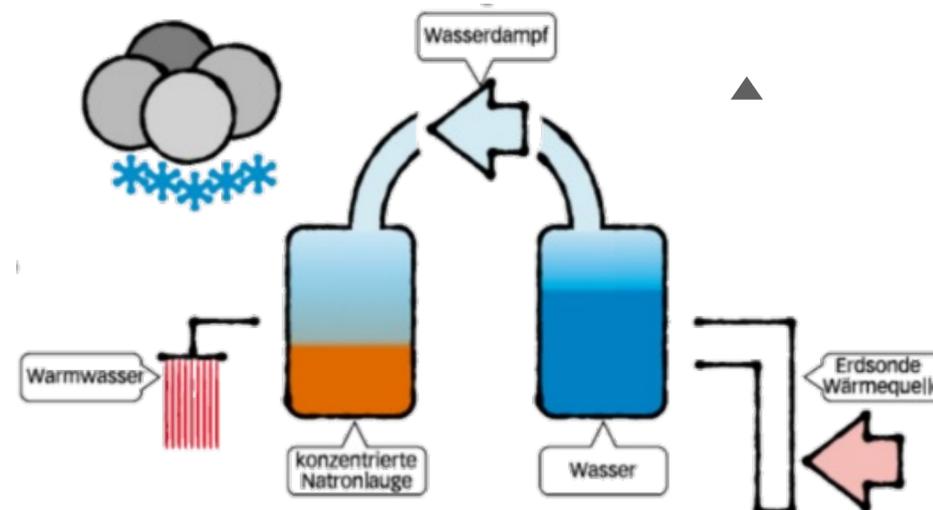
Speicherisolierung für vorhandene Räume

(HSLU, Swisspor, Innosuisse GEAS Projekte)



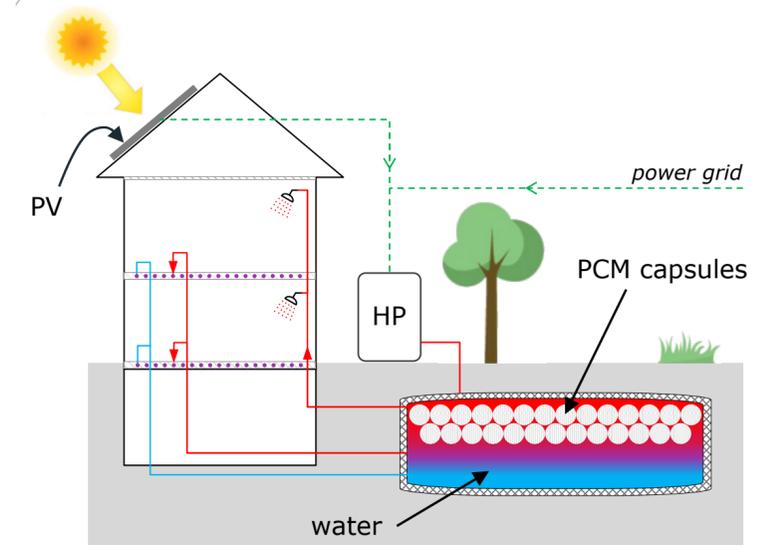
Thermochemische Speicher

(EMPA, OST, ZHAW & HSLU, BFE P+D)

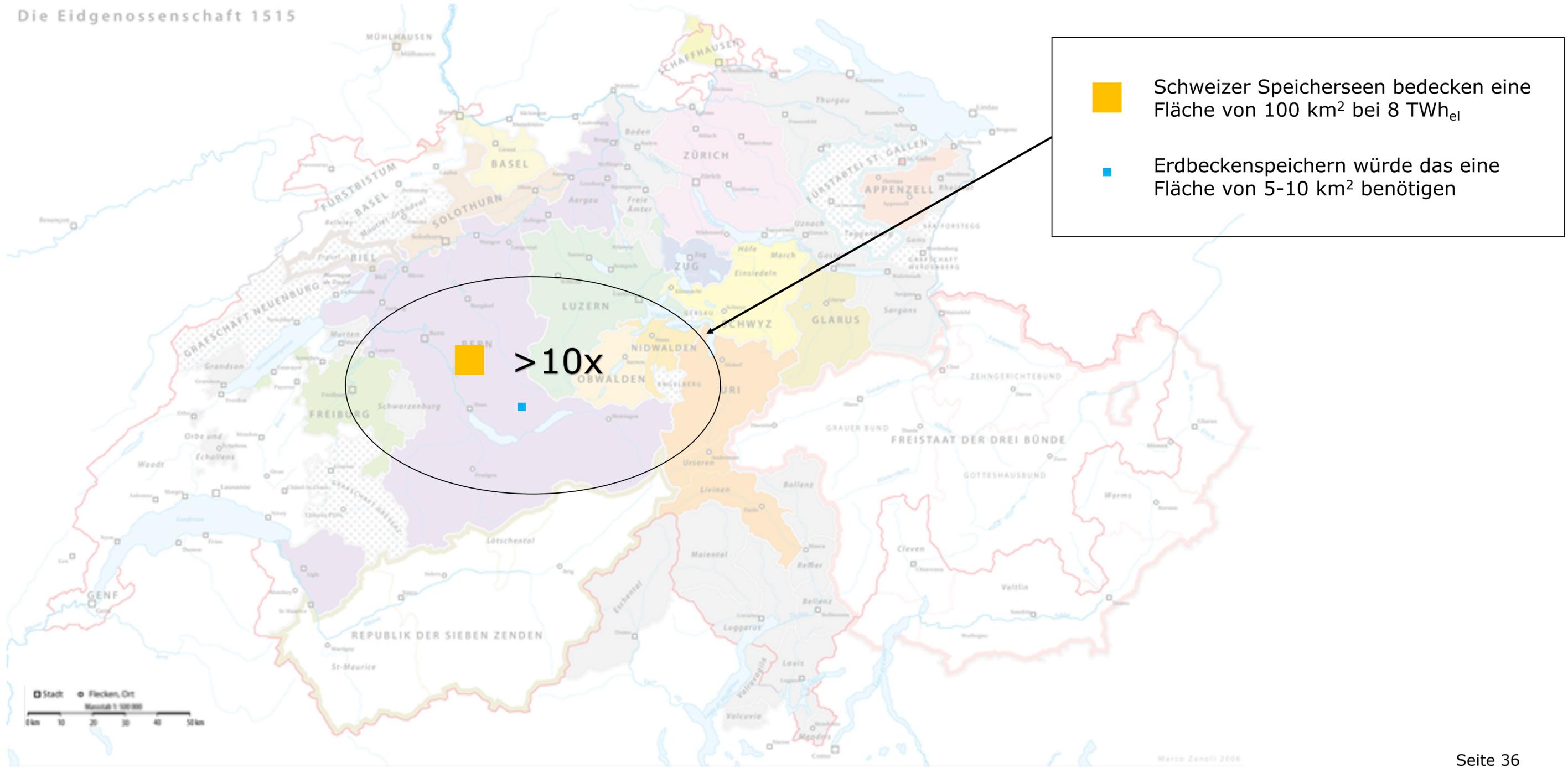


Saisonale Speicher mit Latentmaterialien

(HSLU, BFE Projekt Hytes)

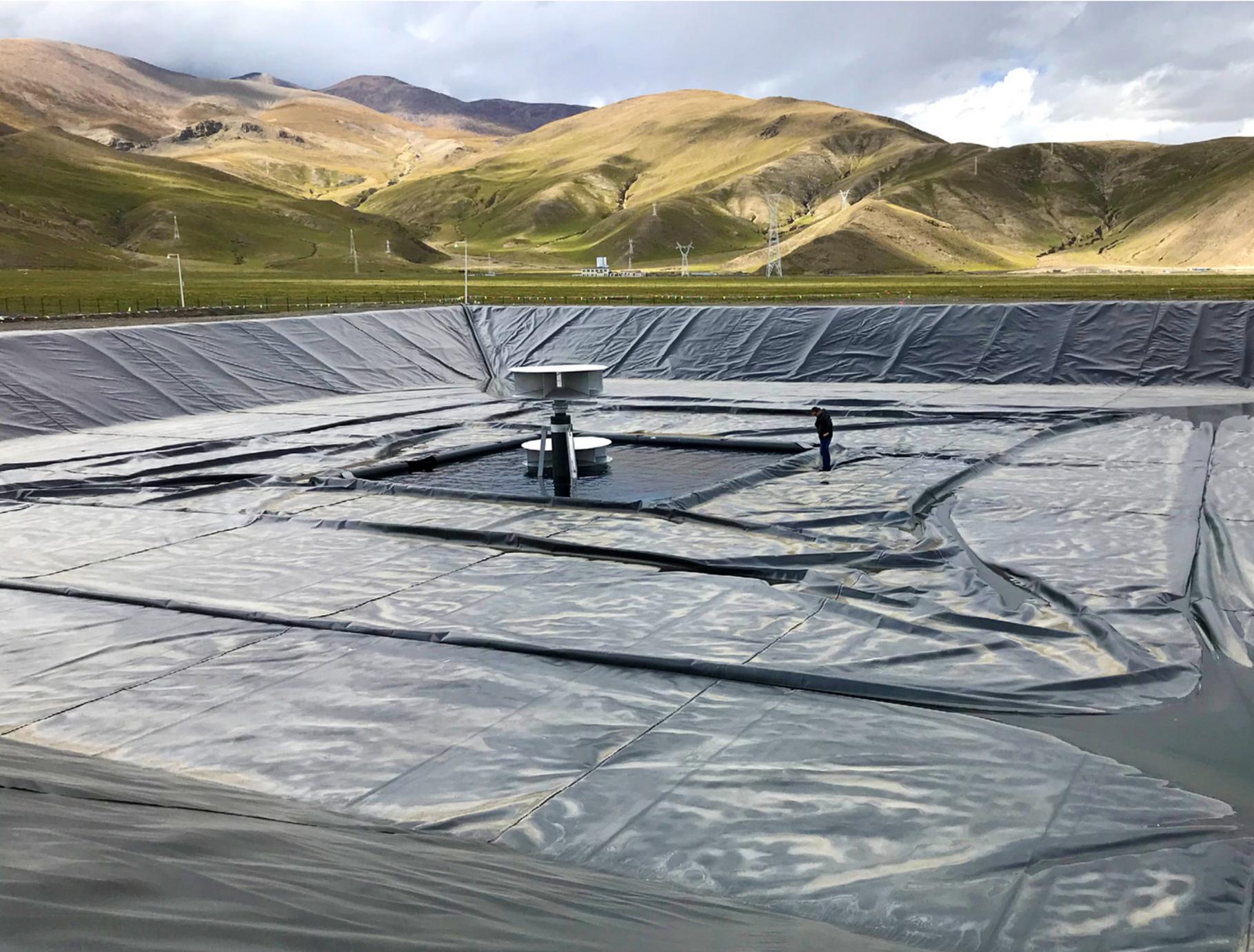


Erdbeckenspeichern würden eine Fläche von total 5-10 km² benötigen



Take Home Messages

Saisonale Wärmespeicherung in der Schweiz



Reduktion Winterstrombedarf

40 %

Jährliche Einsparungen

300-400 Mio. CHF

Technische Lösungen

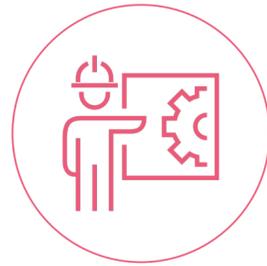
vorhanden

Notwendige Schritte

Die Schweiz ein Energiespeicherland



Integration von saisonalen Wärmespeichern in **Energieperspektiven** erforderlich



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



Anpassung der Rechtsvorschriften zum **Grundwassererwärmung**



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



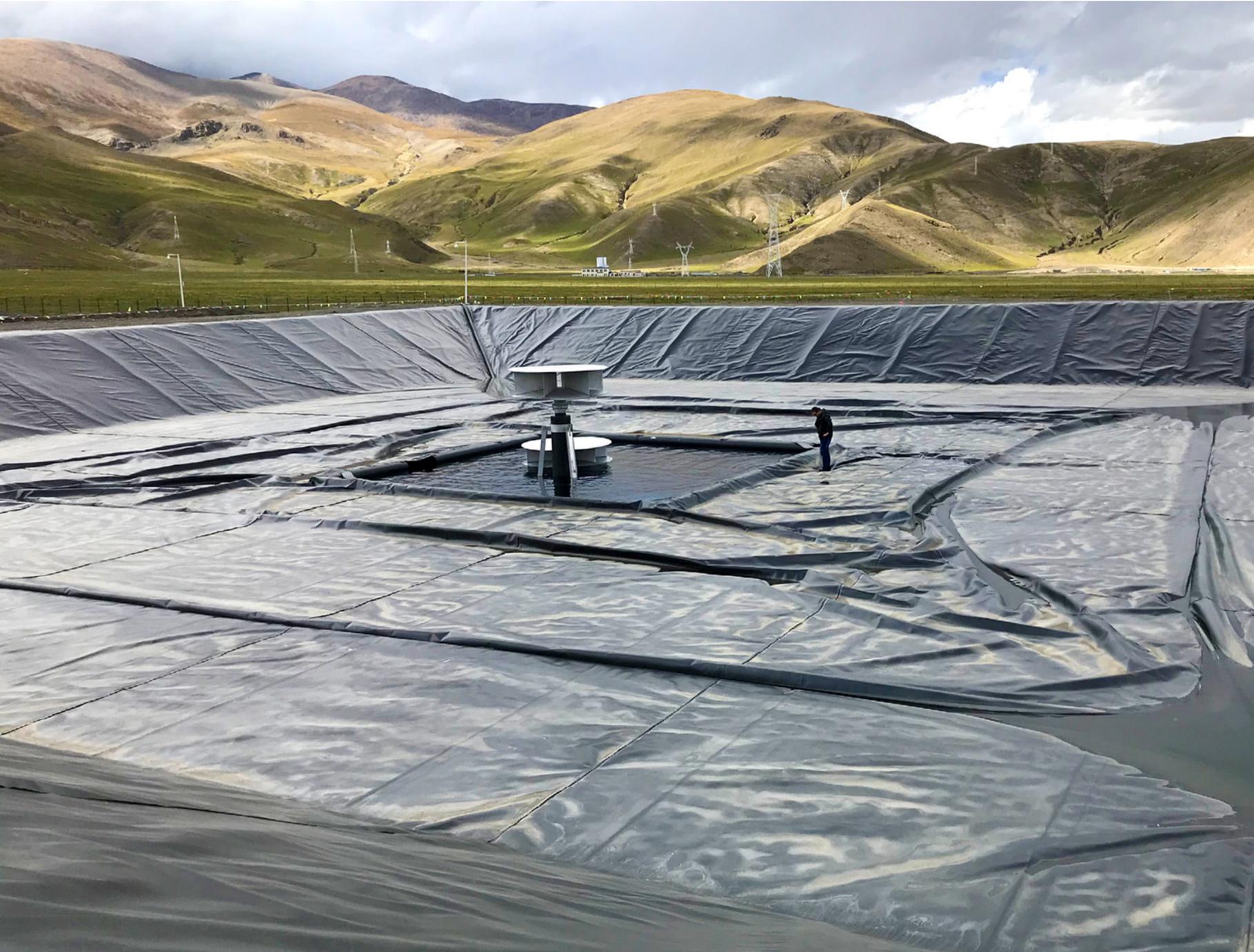
Entwicklung geeigneter **Instrumente zur Förderung und Vergütung** von saisonaler Wärmespeicherung



Wissen und Kenntnisse über den Schweizer Untergrund müssen verbessert werden

Take Home Messages

Saisonale Wärmespeicherung in der Schweiz



Reduktion Winterstrombedarf

40 %

Jährliche Einsparungen

300-400 Mio. CHF

Technische Lösungen

vorhanden

Danke für's Zuhören

