



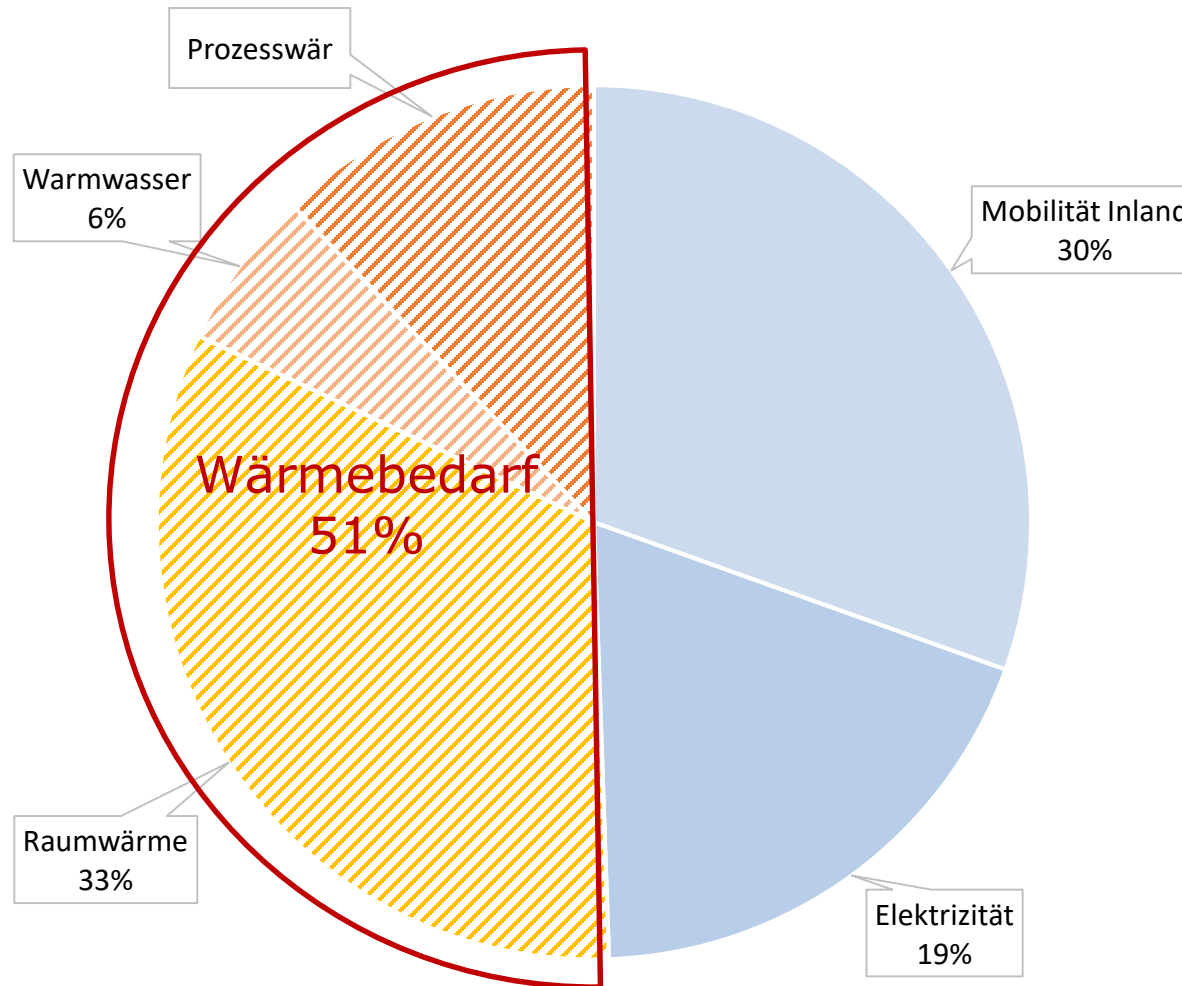
TECHNO-ÖKONOMISCHE BEWERTUNG VON SAISONALEN WÄRMESPEICHERN - EIN SIMULATIONSBASIERTER ANSATZ

Benjamin Schroeteler, Helene Sperle, Tom Felder, Marco Meier,
Matthias Berger, Jörg Worlitschek

Institut für Maschinen- und Energietechnik IME

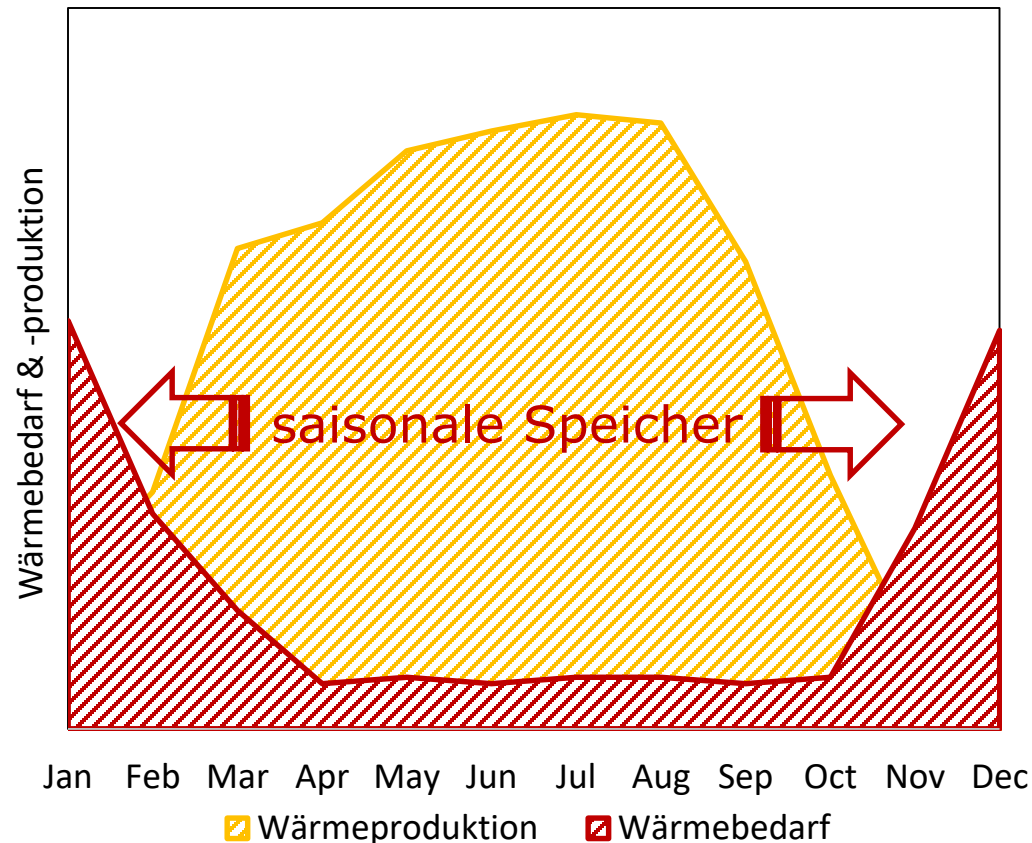
CC Thermische Energiespeicher, CC TES

Energiebedarf Schweiz



Quelle: Inras; Prognos; TEP Energy; «Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000-2016 nach Verwendungszwecken», 2017

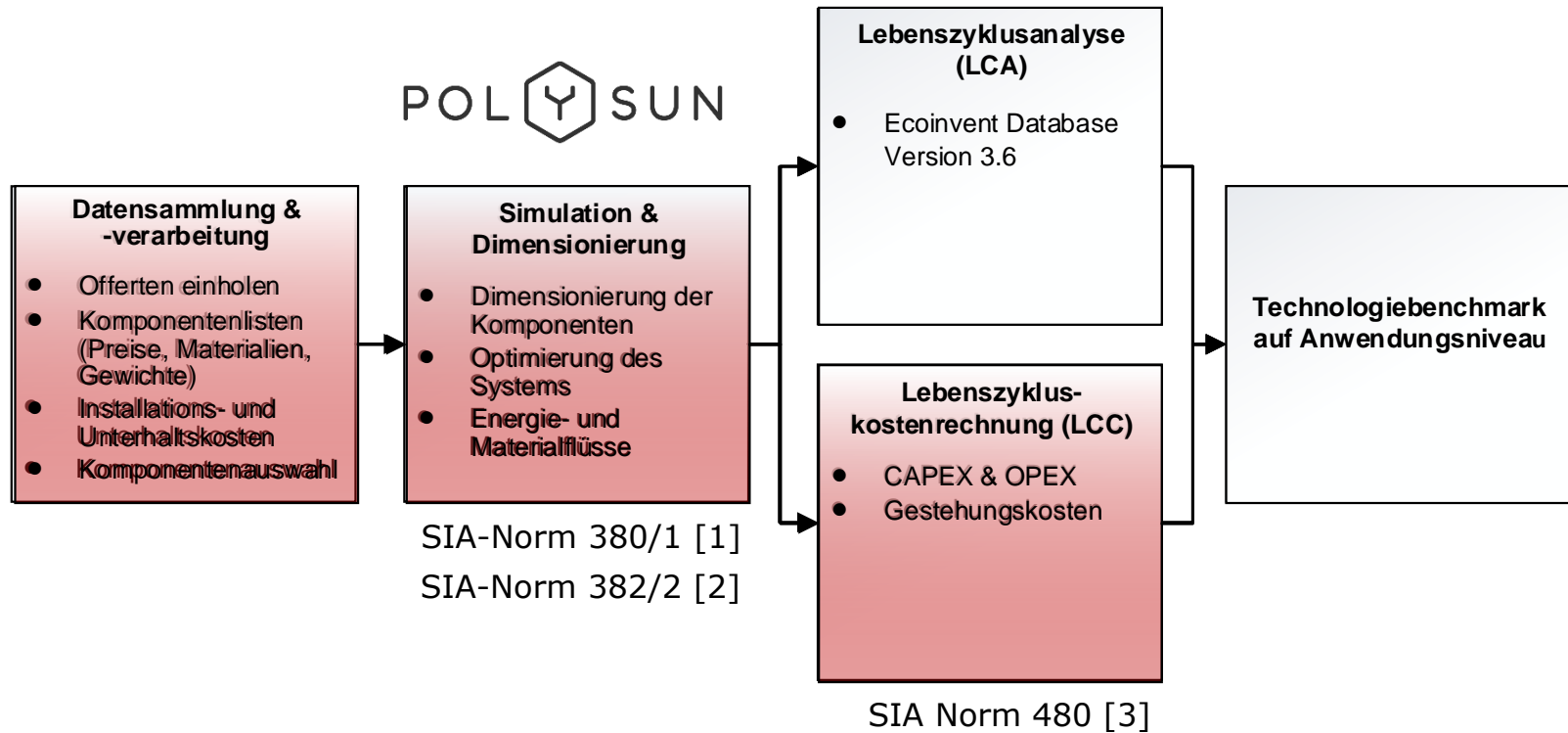
Wieso saisonale Wärmespeicher?



Projektziel:

Eine umfassende Lebenszyklusanalyse bezüglich Kosten (Life Cycle Cost, LCC) und Umweltauswirkungen (Life Cycle Assessment, LCA) von saisonalen thermischen Energiespeichersystemen

POL  SUN



Quelle: [1] SIA, "SIA Norm 380/1 - Thermische Energie im Hochbau," Zürich, 2016
[2] SIA, "SIA Norm 382/2 - Klimatisierte Gebäude - Leistungs- und Energiebedarf," Zürich, 2011
[3] SIA, "Sia Norm 480:2004 - Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau," Zürich, 2004.

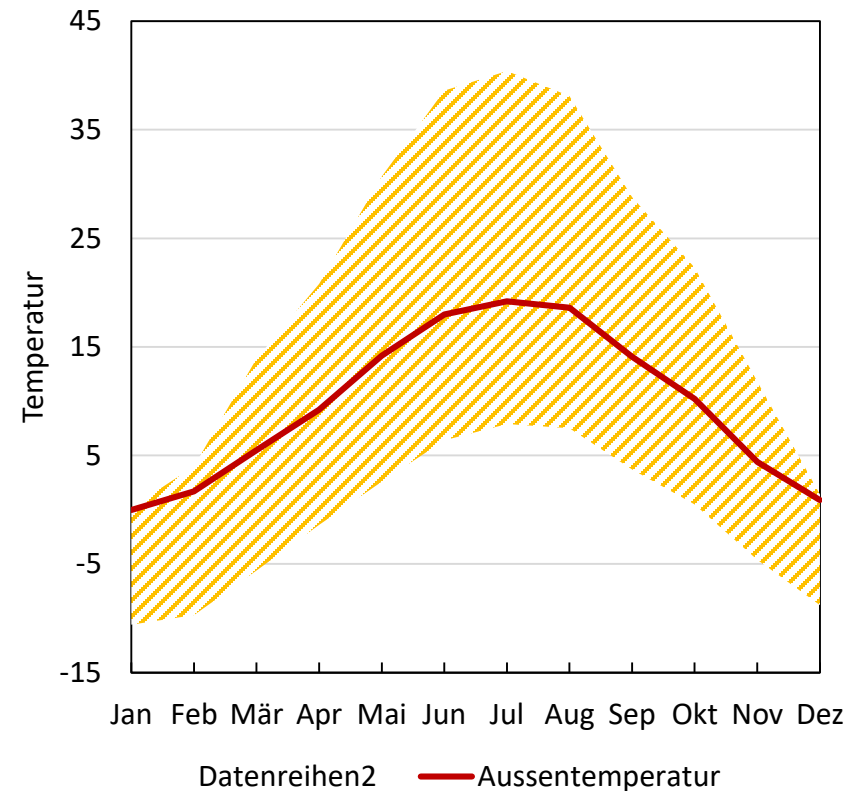
Rahmenbedingungen



Standort	Bern (CH)
Energiebezugsfläche	140 m ²



Temperaturverlauf



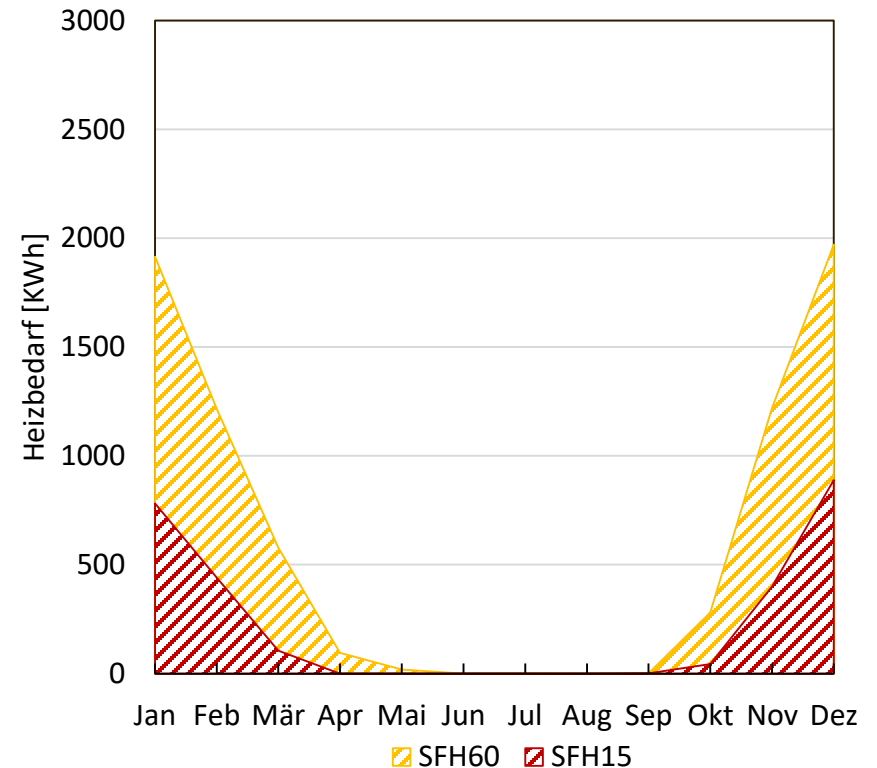
Quelle: Wetterdaten – Meteonorm, Meteotest AG

Rahmenbedingungen



Standort	Bern (CH)	
Energiebezugsfläche	140 m ²	
Gebäudestandard	SFH Neubau U-Wert: 12 $\frac{W}{K \cdot m^2}$	SFH renoviert U-Wert: 25 $\frac{W}{K \cdot m^2}$
Jährlicher Heizwärmebedarf	2'250 kWh 15 $\frac{kWh}{m^2 \cdot a}$	9000 kWh 60 $\frac{kWh}{m^2 \cdot a}$

Jährlicher Heizbedarf



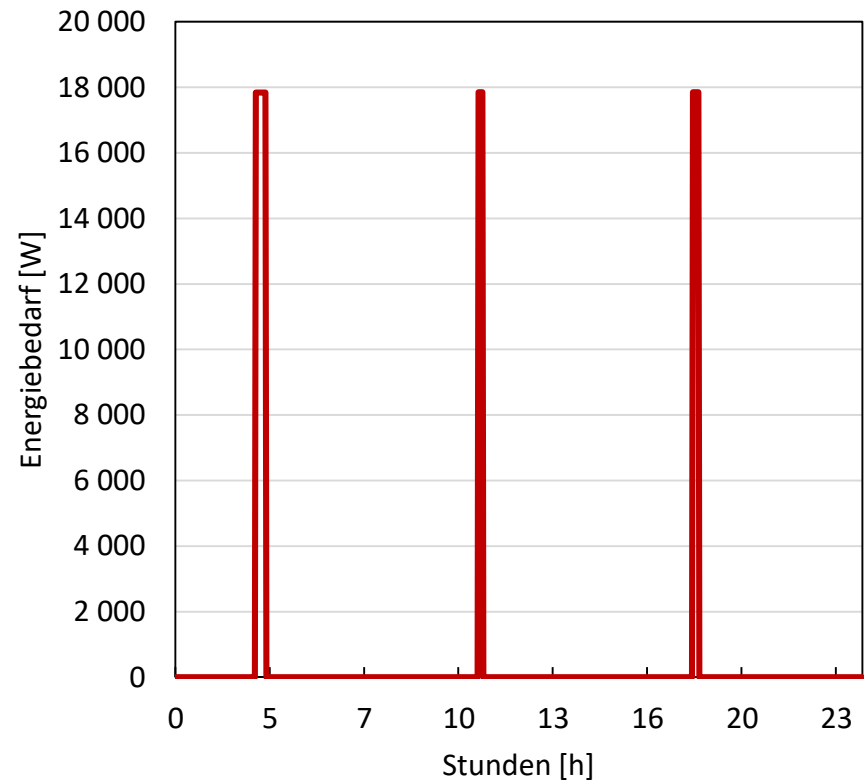
Quelle: SIA, "SIA Norm 380/1 - Thermische Energie im Hochbau," Zürich, 2016

Rahmenbedingungen



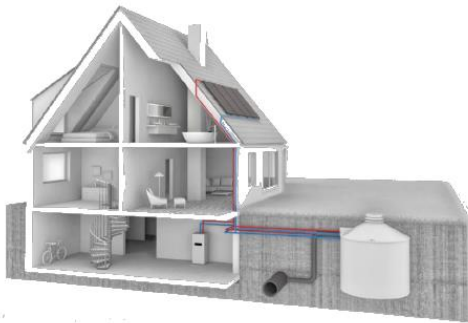
Standort	Bern (CH)	
Energiebezugsfläche	140 m ²	
Gebäudestandard	SFH Neubau U-Wert: $12 \frac{W}{K \cdot m^2}$	SFH renoviert U-Wert: $25 \frac{W}{K \cdot m^2}$
Jährlicher Heizwärmebedarf	2'250 kWh $15 \frac{kWh}{m^2 \cdot a}$	9000 kWh $60 \frac{kWh}{m^2 \cdot a}$
Jährlicher BWW-Bedarf	3'500 kWh (200 l/Tag, 50°C)	
Totaler jährlicher Wärmebedarf	5'750 kWh	12'500 kWh

Brauchwarmwasser



Quelle: SIA, "SIA Norm 382/2 - Klimatisierte Gebäude - Leistungs- und Energiebedarf," Zürich, 2011

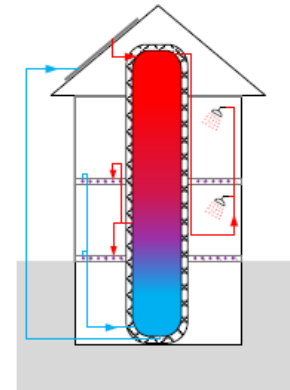
Betrachtete Systeme



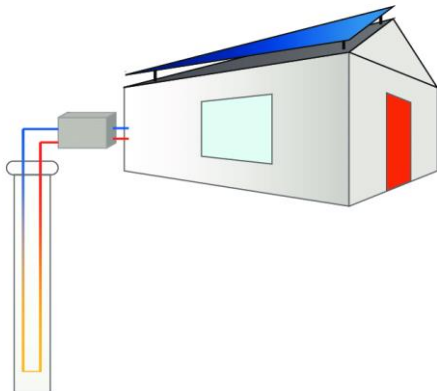
Eisspeicher



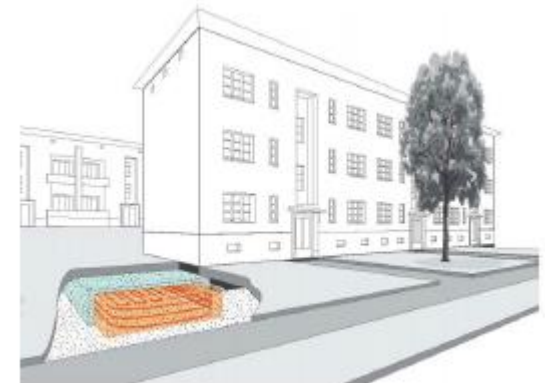
Wassertank



Erdwärmesonden

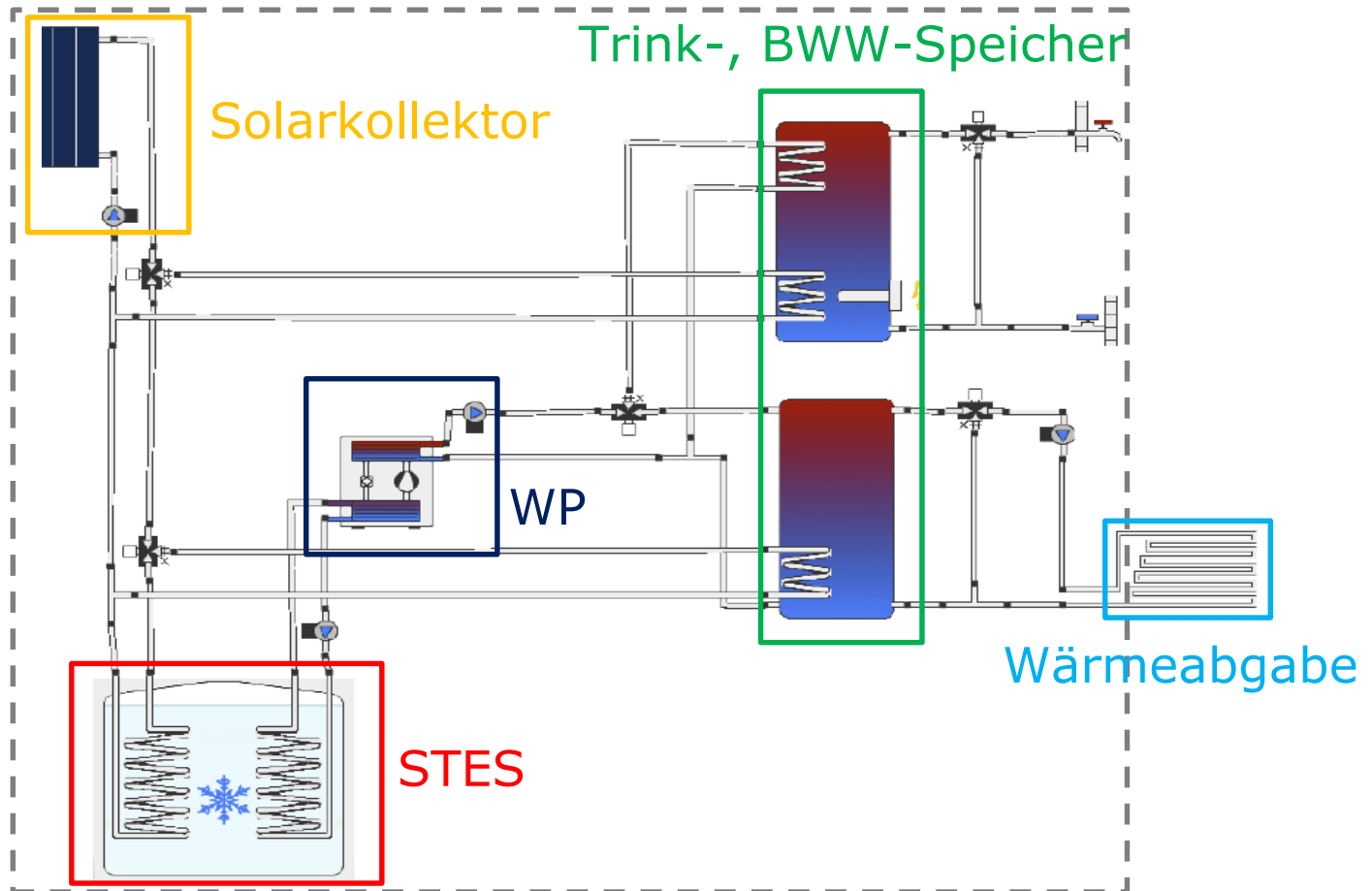


Erdspeicher

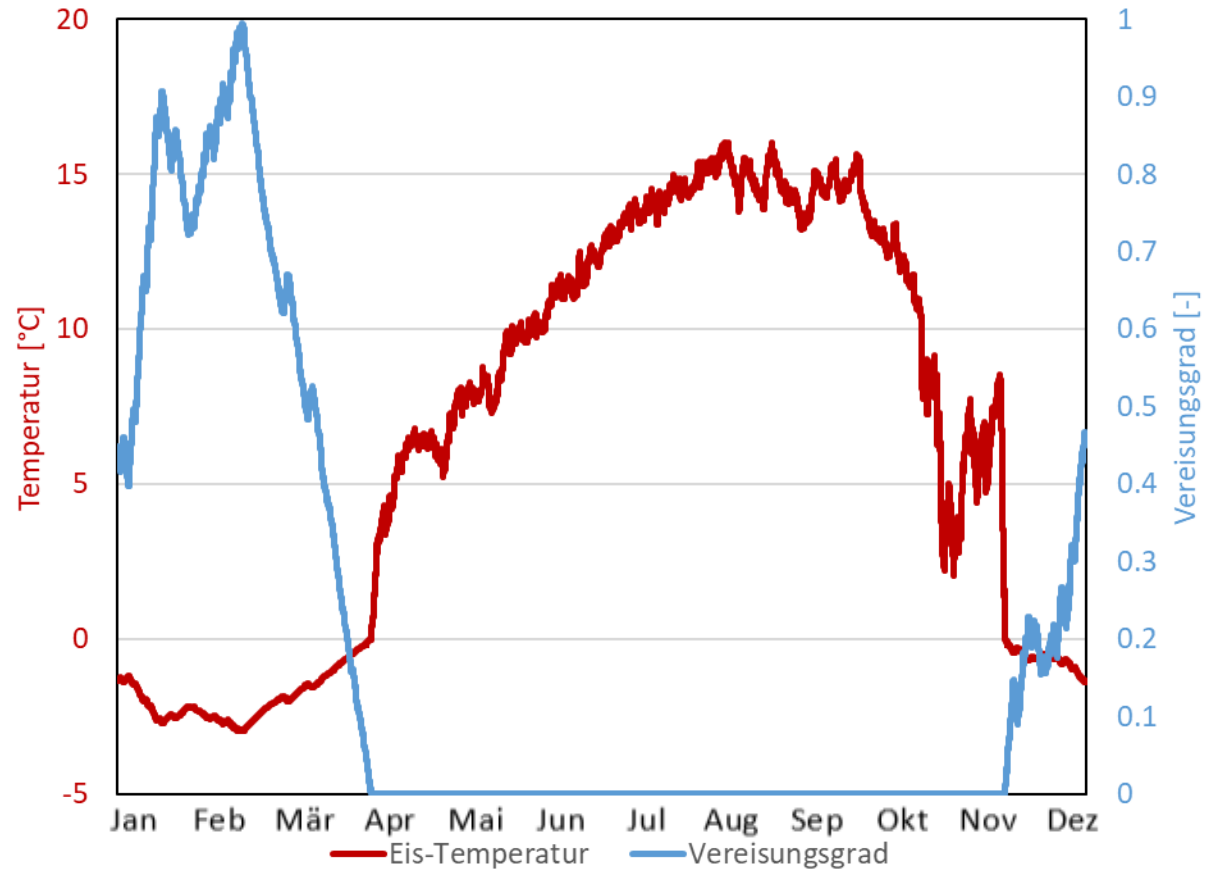


Eisspeicher

Systemgrenze Kostenbetrachtung



Eisspeicher

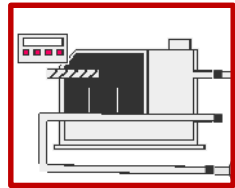


Auszug aus Polysunsimulation Eisspeicher Variante SFH60, SCR60

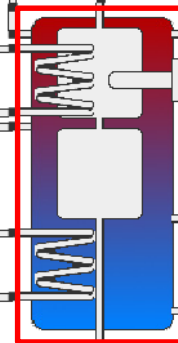
Wassertank



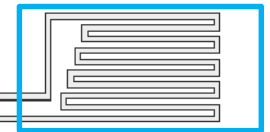
Pelletheizung



Solarkollektor



STES



Wärmeabgabe

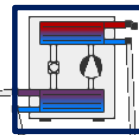
Erdwärmesonde



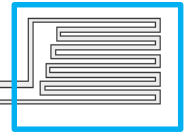
Solarkollektor



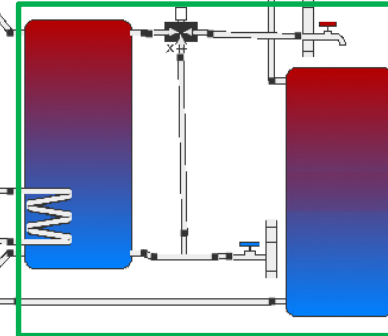
WP



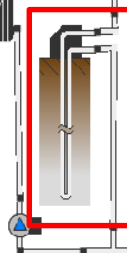
Wärmeabgabe



Trink-, BWW-Speicher



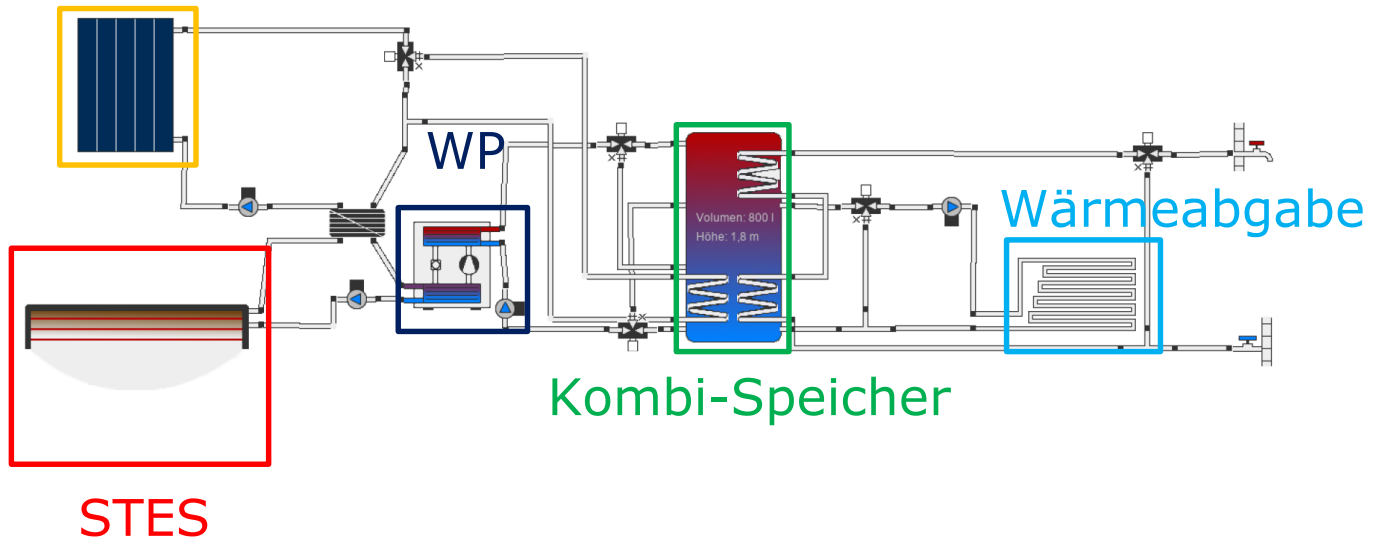
STES



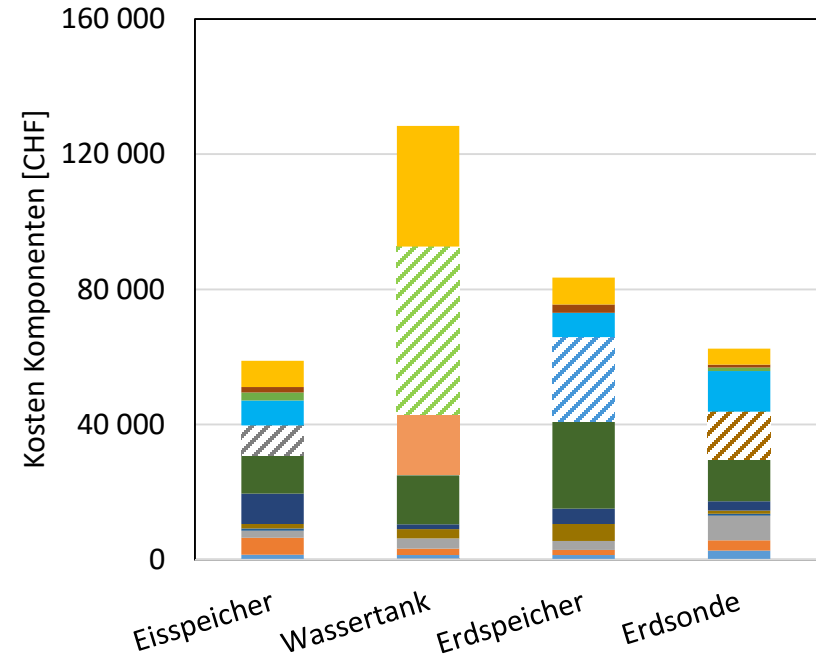
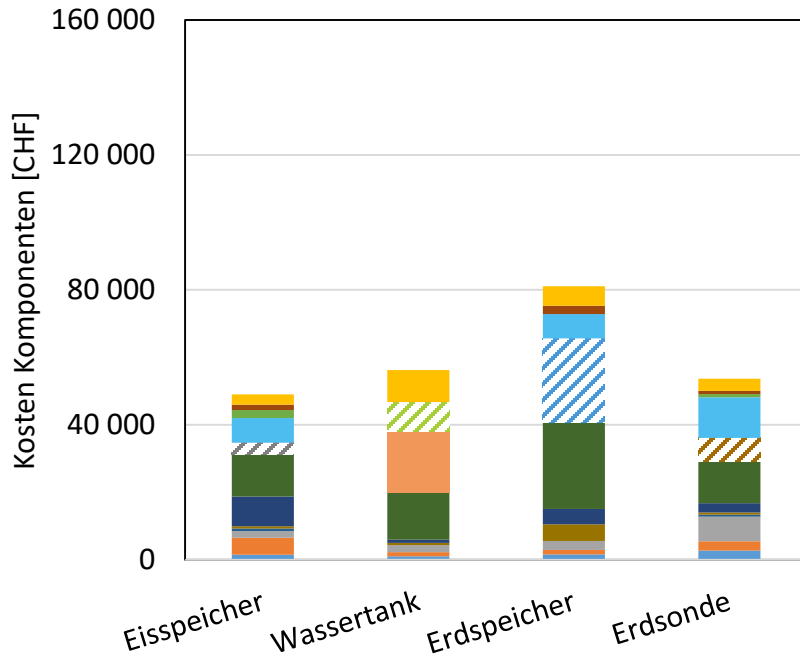
Erdspeicher



Solarkollektor

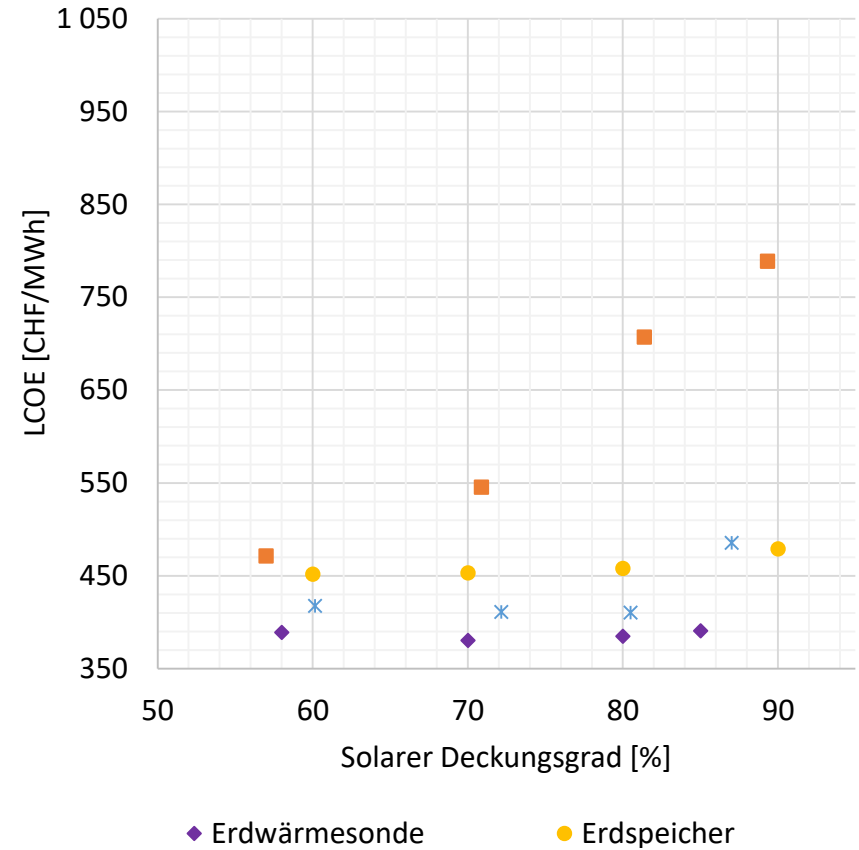
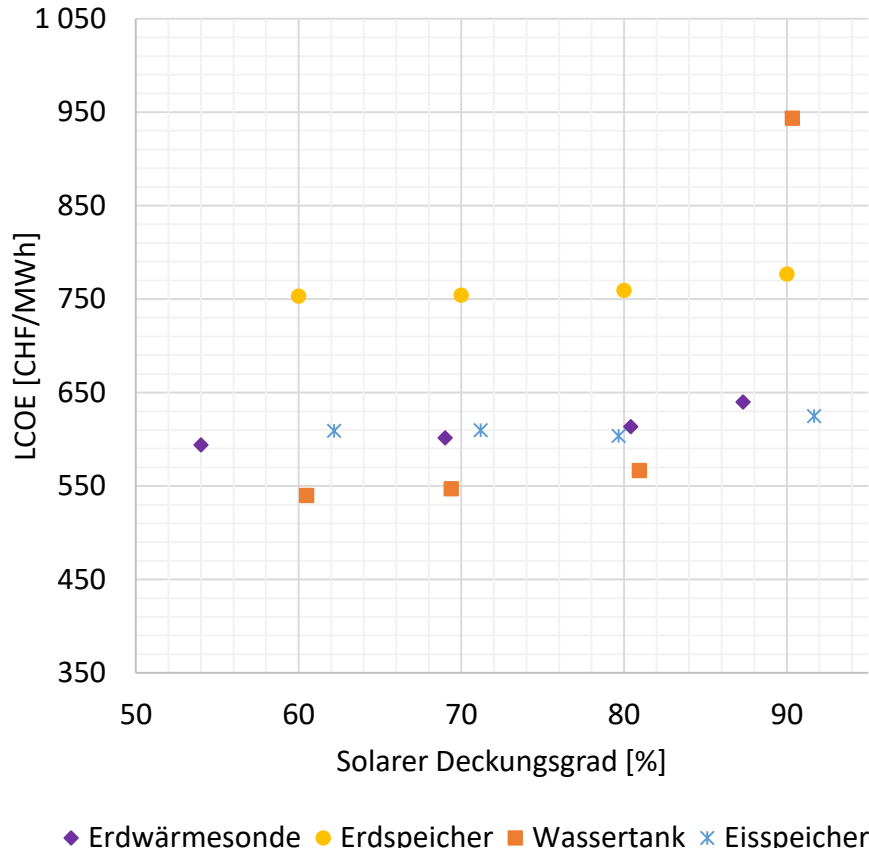


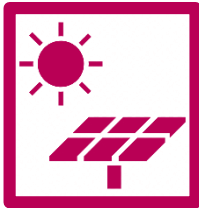
Kosten der Komponenten



- | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| ■ Verschiedenes | ■ Ventile | ■ Pumpen | ■ Rohrleitungen | ■ Heizstab |
| ■ Wärmeträgermedium | ■ Kontrollsystem | ■ Installation | ■ Pelletheizung | ▨ Eisspeicher |
| ▨ Wassertank | ▨ Erdsonde | ▨ Erdspeicher | ■ Wärmepumpe | ■ Trinkwasserspeicher |
| ■ Heizungsspeicher | ■ Solarkollektoren | | | |

LCOE





Weitere Technologien:

- PV + Wärmepumpe + Wärmespeicher
- PV + Wärmepumpe + Batterie



Weitere Systemgrösse: Mehrfamilienhaus



Umweltauswirkungen (LCA)



STES spielen eine wichtige Rolle



Vergleichbarkeit von STES ist herausfordernd



Es gibt nicht DIE Speicherlösung



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Fragen?

Projektpartner:



Förderung:



Supported by:



Kontakt:

Benjamin Schroeteler, benjamin.schroeteler@hslu.ch