



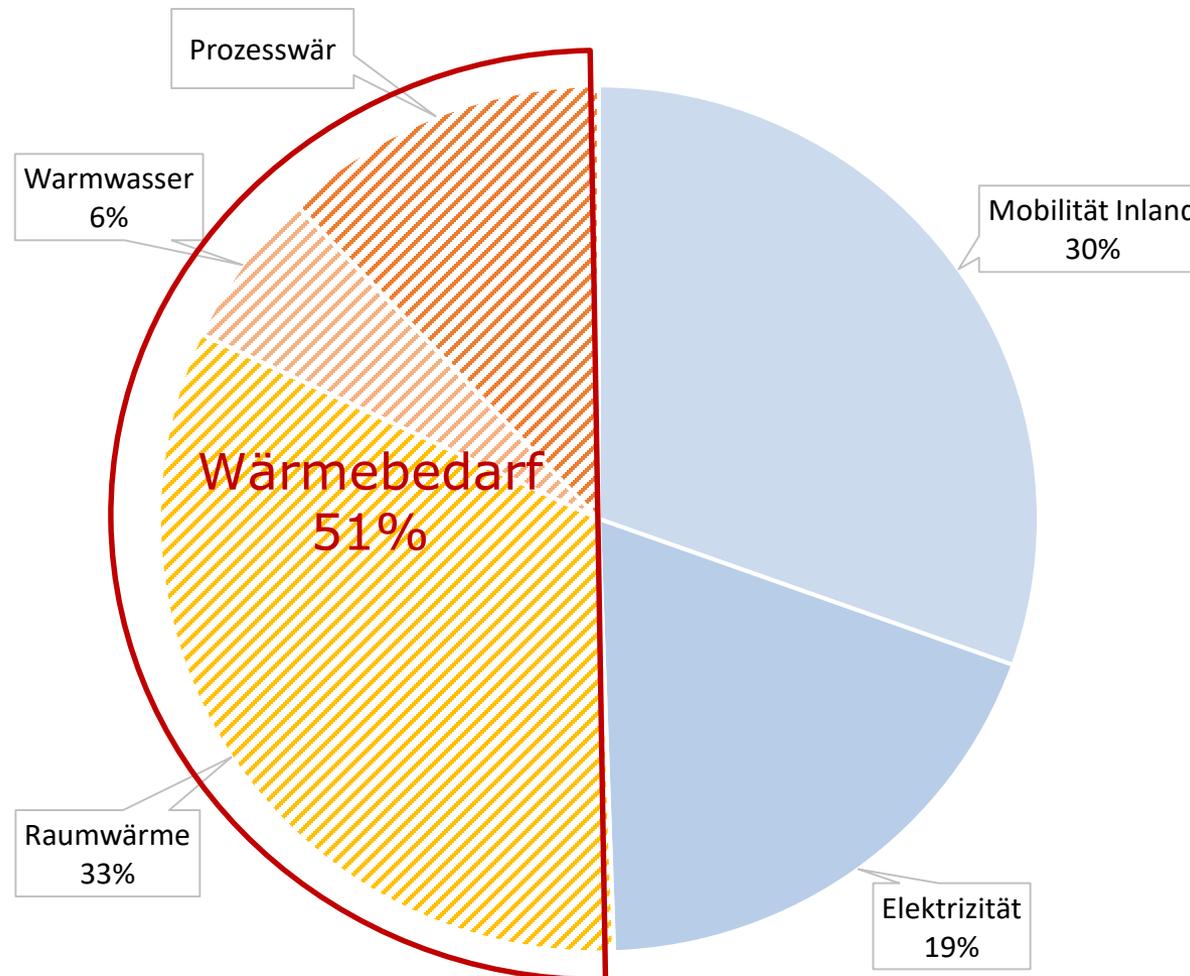
# **TECHNO-ÖKONOMISCHE BEWERTUNG VON SAISONALEN WÄRMESPEICHERN - EIN SIMULATIONSBASIERTER ANSATZ**

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

**Institut für Maschinen- und Energietechnik IME**

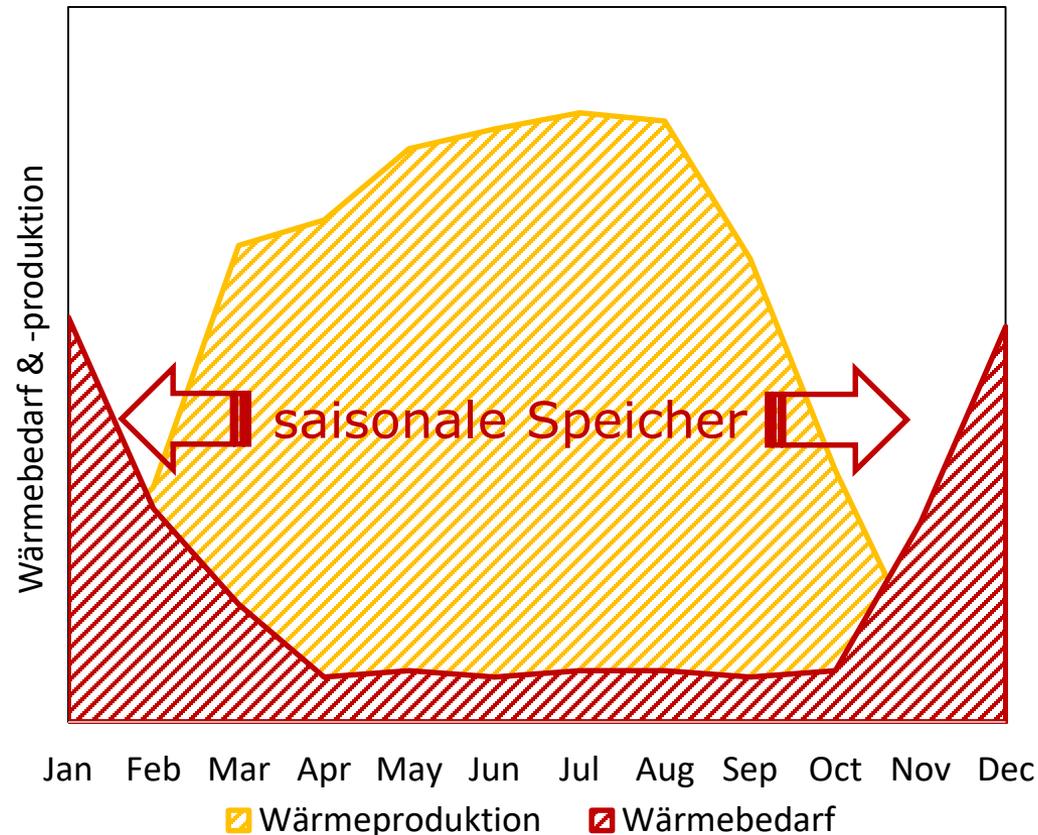
CC Thermische Energiespeicher, CC TES

# Energiebedarf Schweiz



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

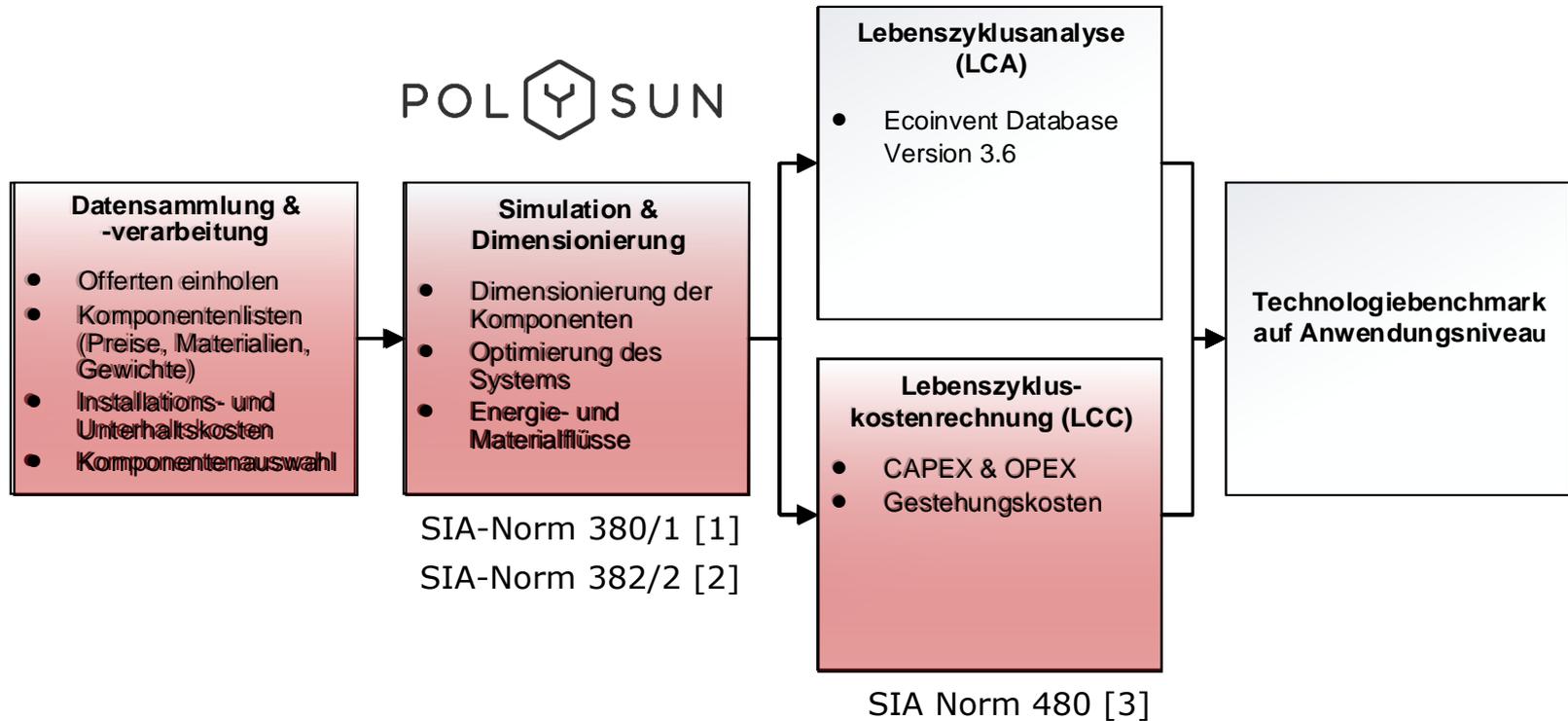
# Wieso saisonale Wärmespeicher?



## 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.

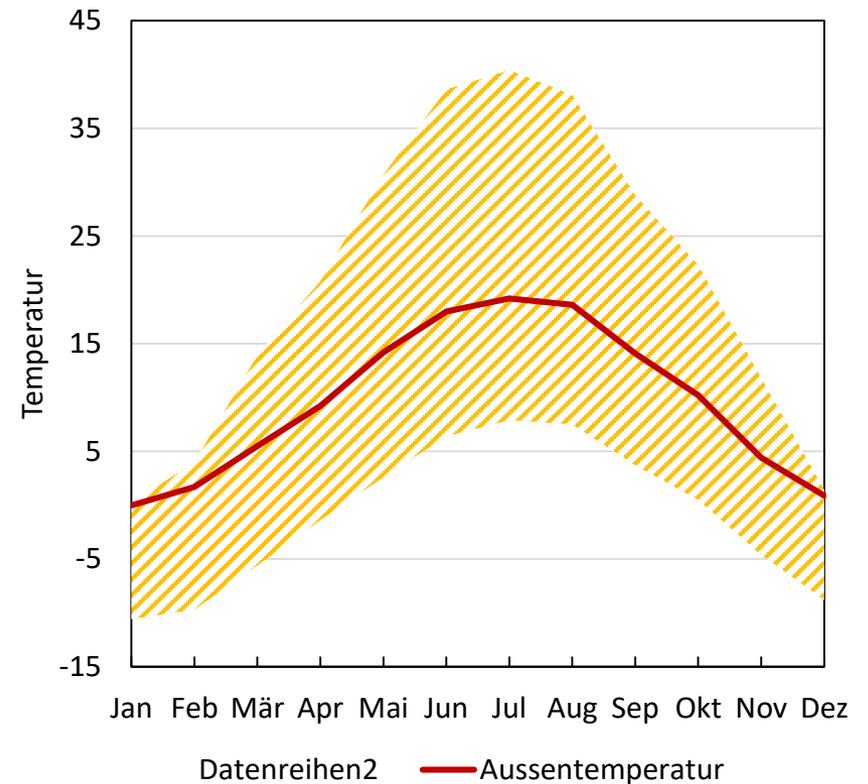
# Rahmenbedingungen



<b>Standort</b>	Bern (CH)
<b>Energiebezugsfläche</b>	140 m <sup>2</sup>



## Temperaturverlauf



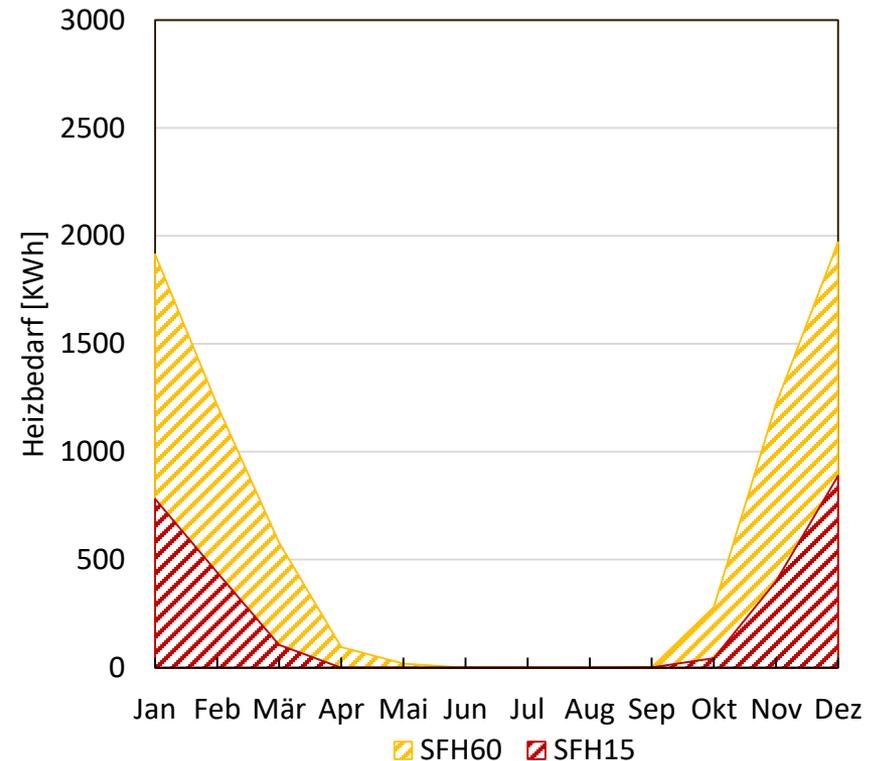
Quelle: Wetterdaten – Meteonorm, Meteotest AG

# Rahmenbedingungen



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

## Jährlicher Heizbedarf



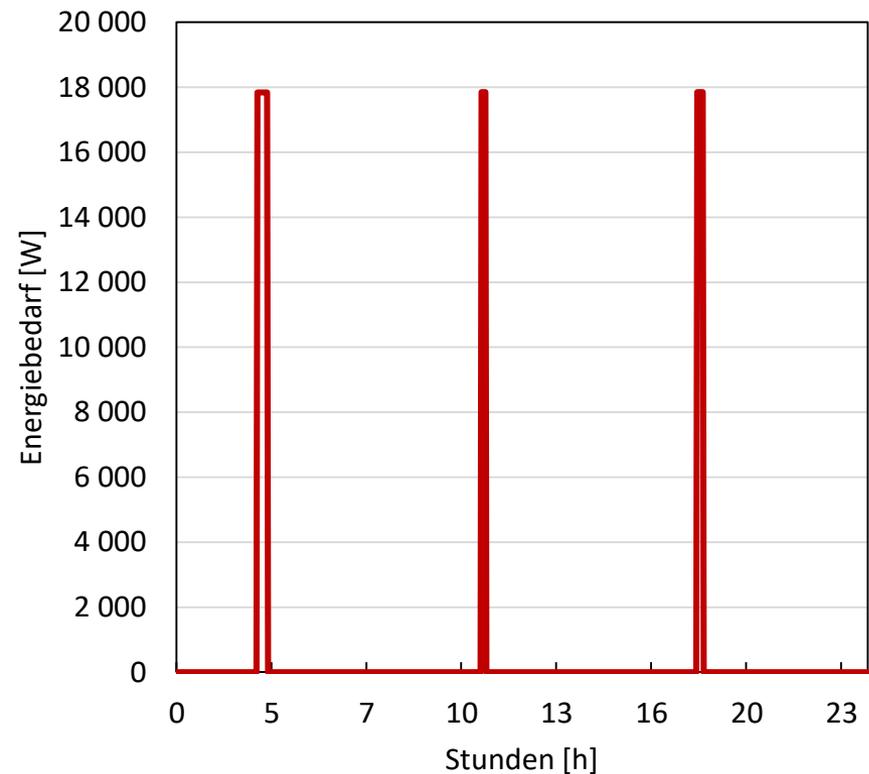
Quelle: SIA, "SIA Norm 380/1 - Thermische Energie im Hochbau," Zürich, 2016

# Rahmenbedingungen



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

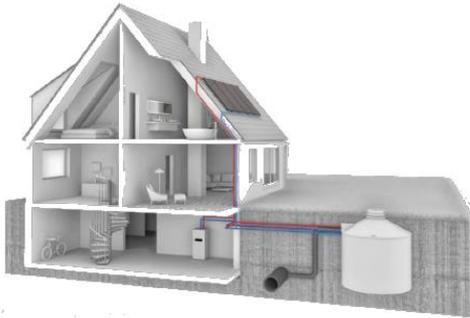
## Brauchwarmwasser



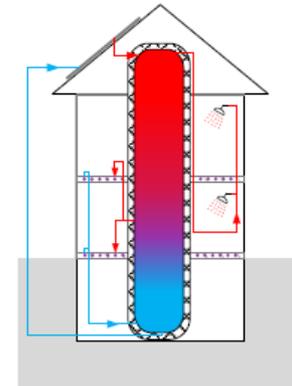
Quelle: SIA, "SIA Norm 382/2 - Klimatisierte Gebäude - Leistungs- und Energiebedarf," Zürich, 2011

# Betrachtete Systeme

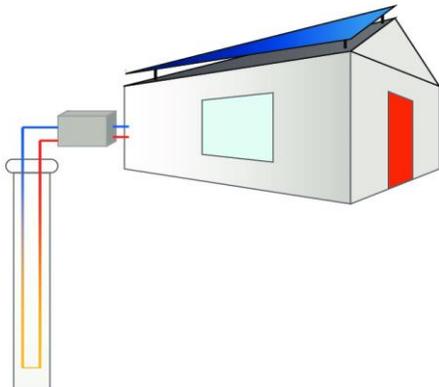
## Eisspeicher



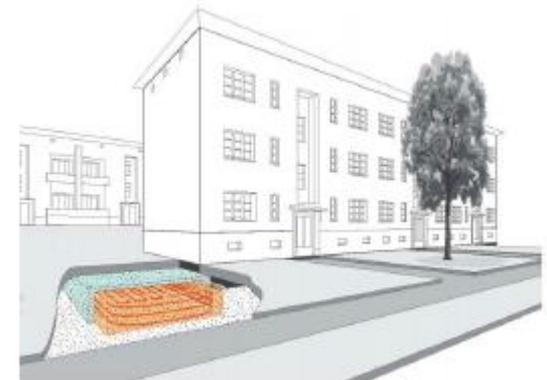
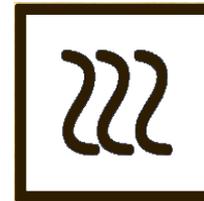
## Wassertank



## Erdwärmesonden

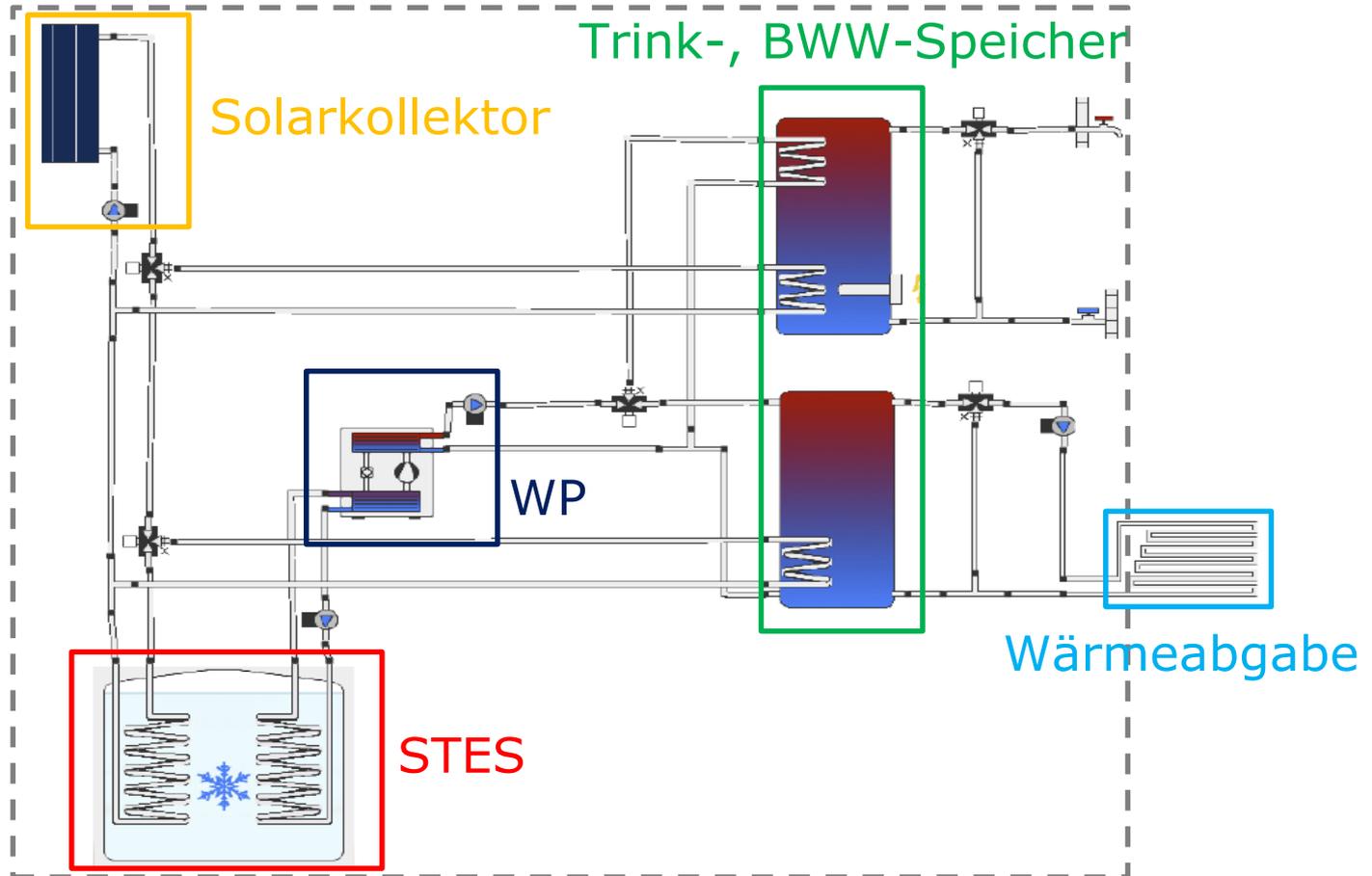


## Erdspeicher

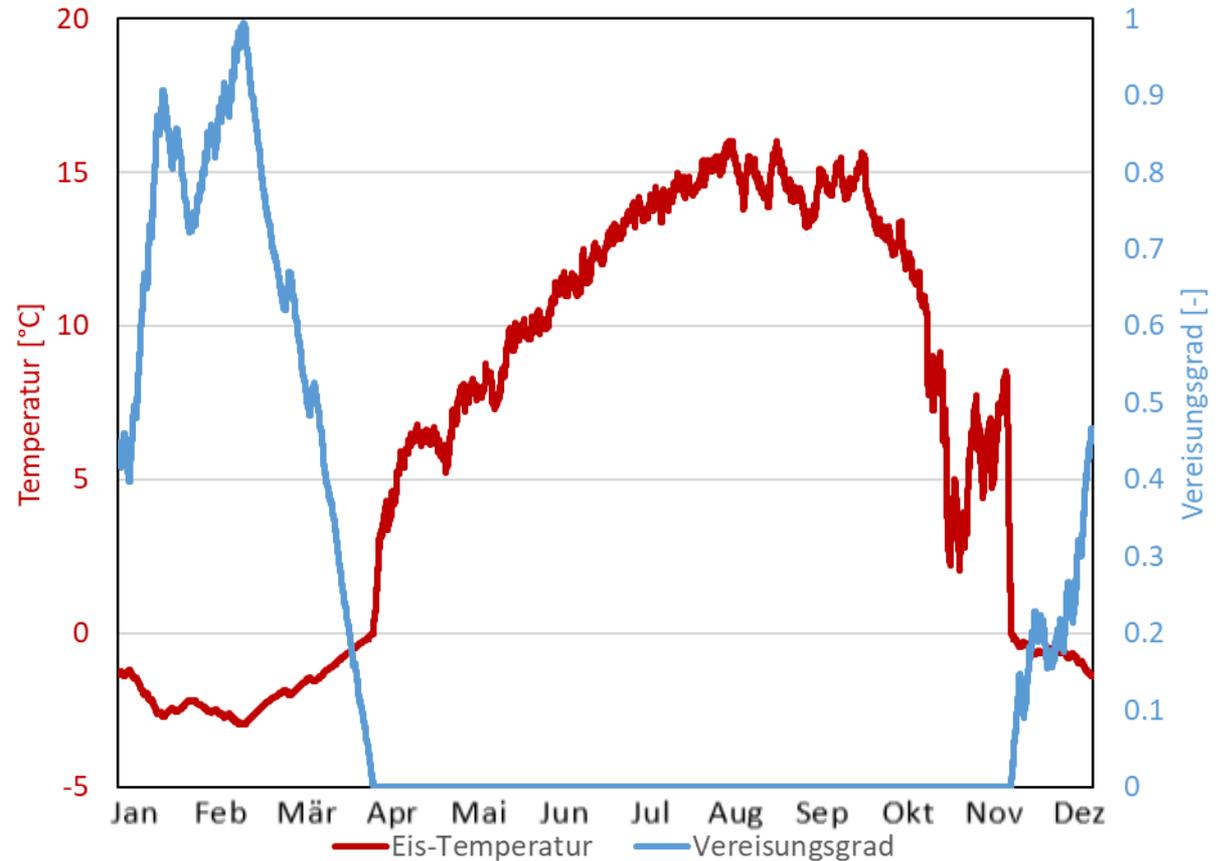


# Eisspeicher

## Systemgrenze Kostenbetrachtung



# Eisspeicher

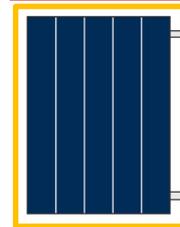
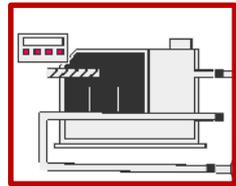


Auszug aus Polysunsimulation Eisspeicher Variante SFH60, SCR60

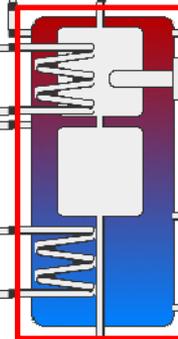
# Wassertank



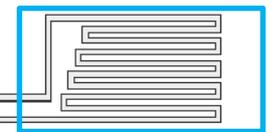
Pelletheizung



Solarkollektor



STES



Wärmeabgabe

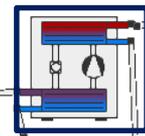
# Erdwärmesonde



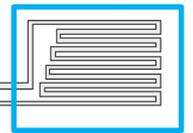
Solarkollektor



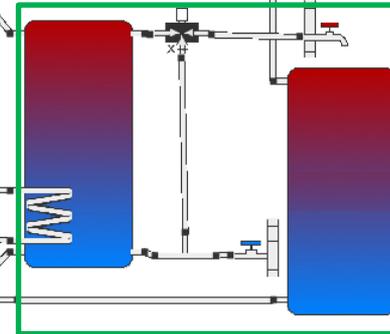
WP



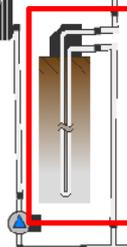
Wärmeabgabe



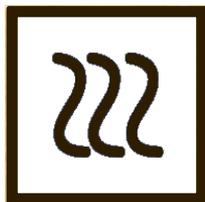
Trink-, BWW-Speicher



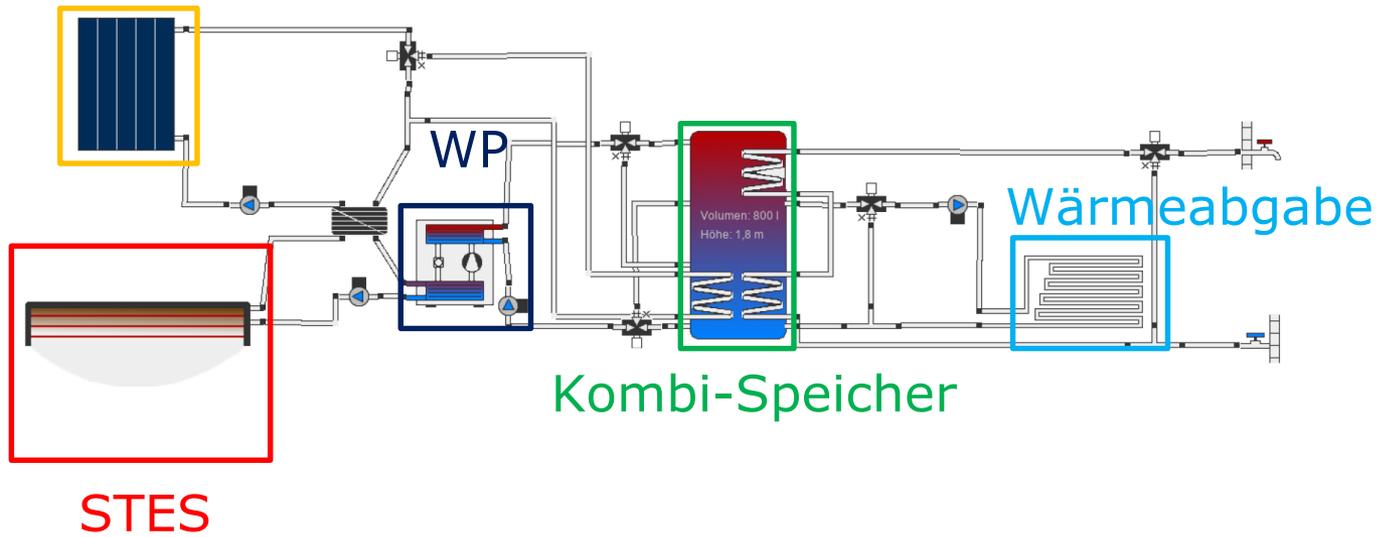
STES



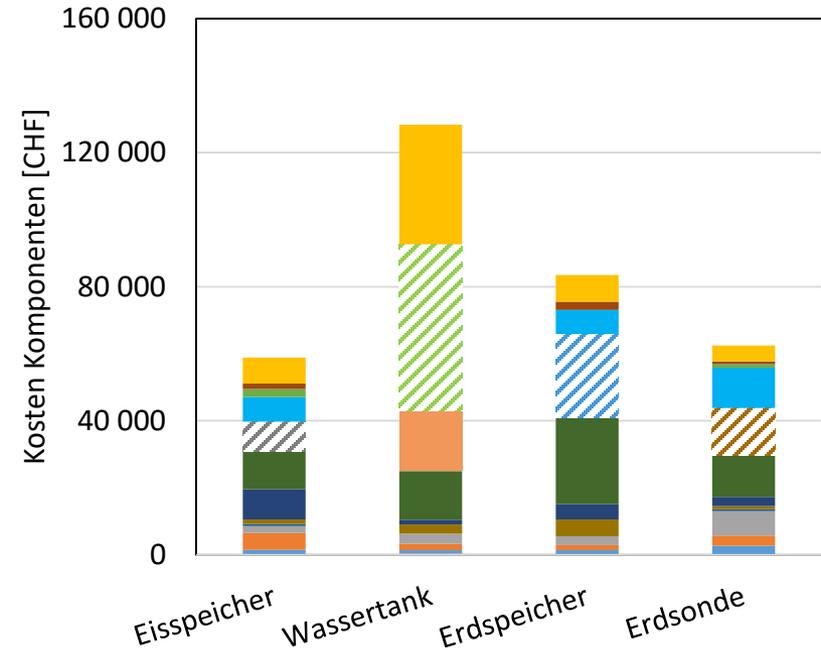
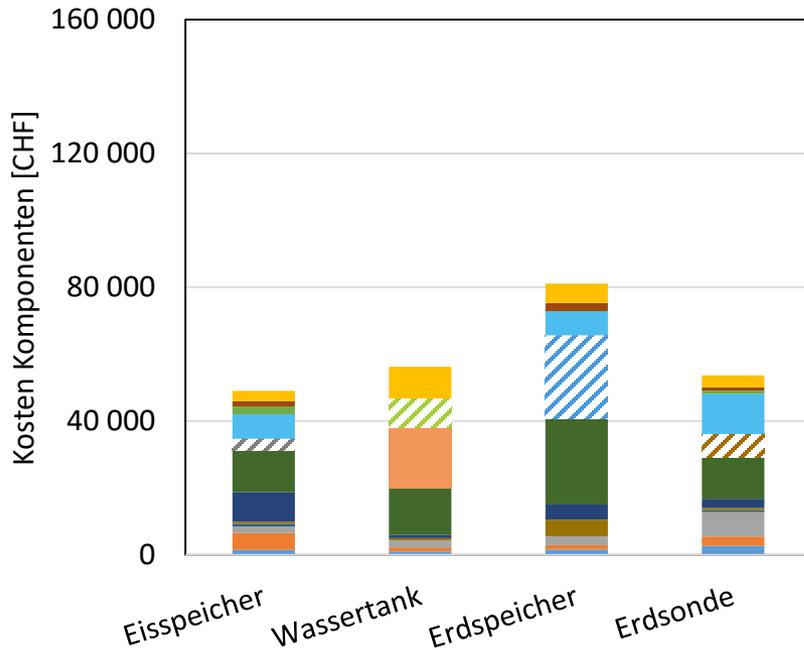
# Erdspeicher



Solarkollektor

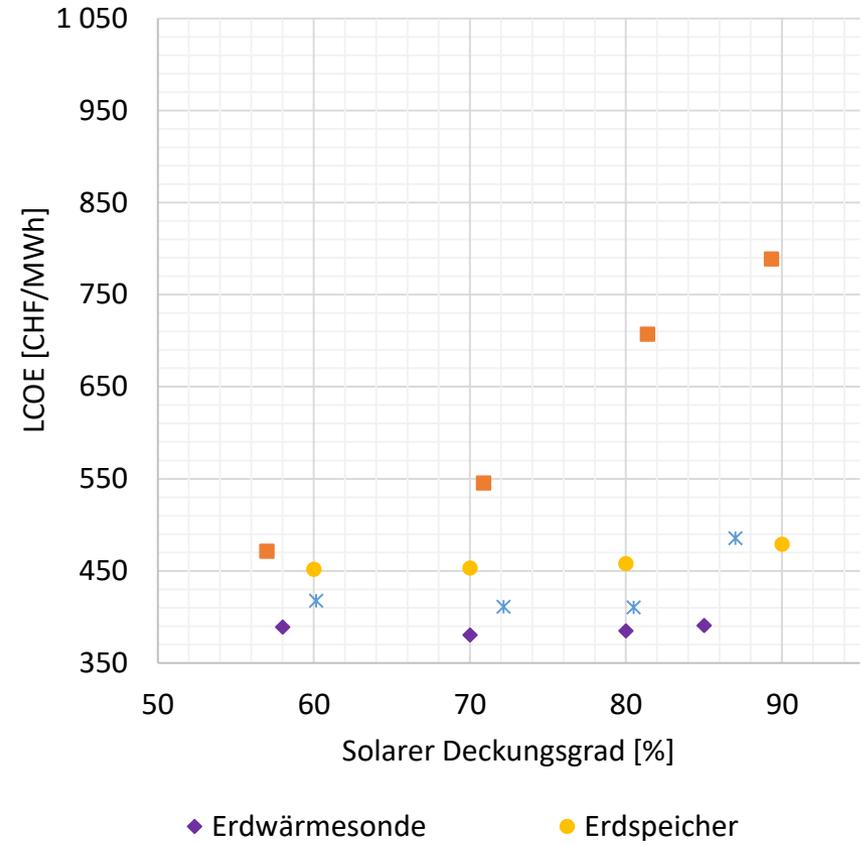
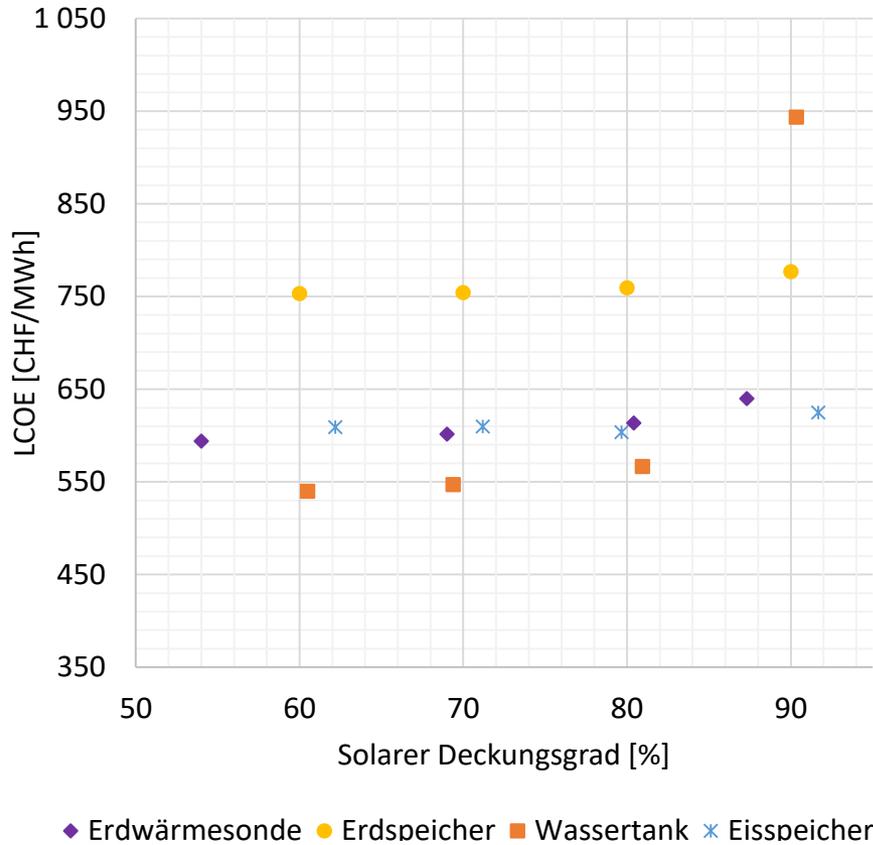


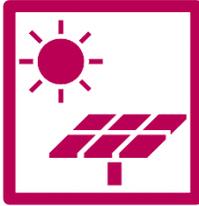
# Kosten der Komponenten



- |                     |                    |                |                 |                       |
|---------------------|--------------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| ■ 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](mailto:benjamin.schroeteler@hslu.ch)