



Kurzvorstellung:  
**Kompetenzzentrum für  
Energietechnik und  
Energiemanagement**

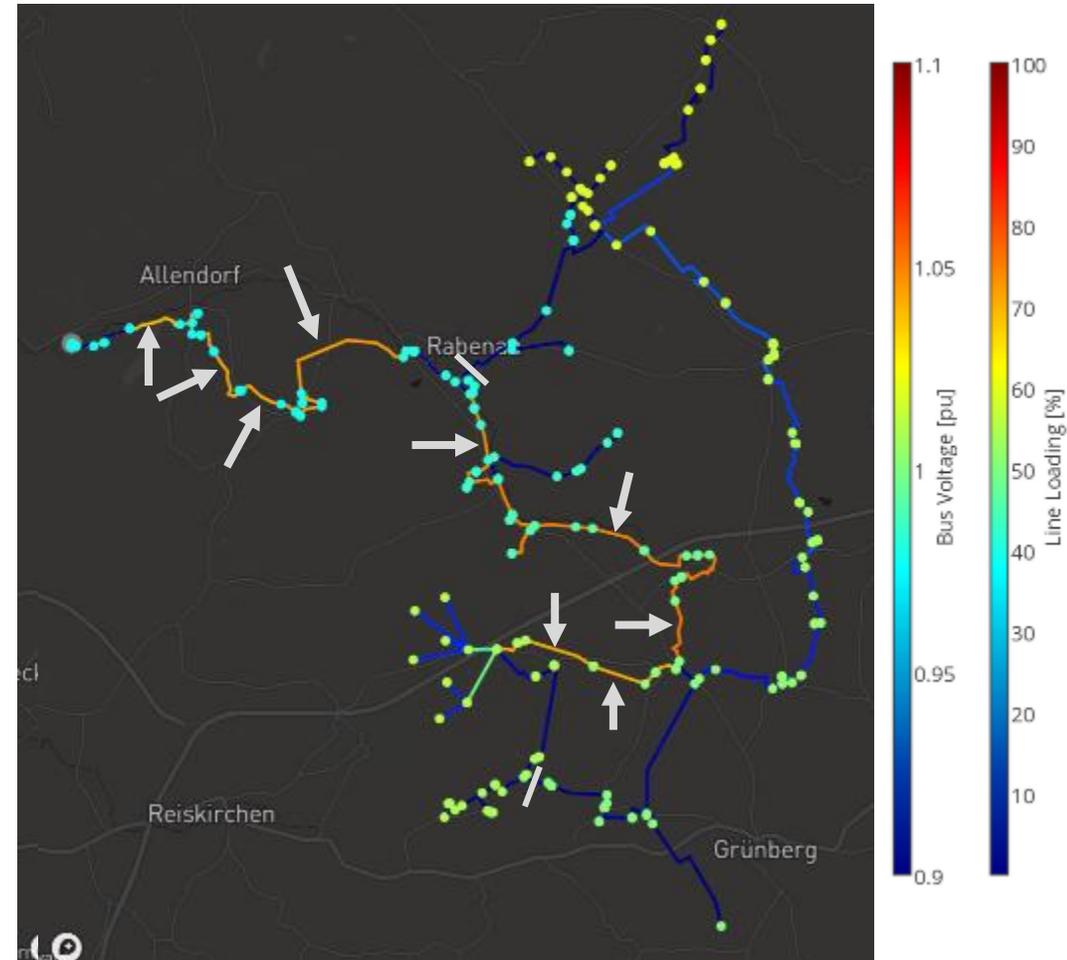
Fokus:  
**Praxisbeispiel  
FlexQuartier Gießen**

# Vorstellung THM & Kompetenzzentrum für Energietechnik und Energiemanagement (etem.THM)

- Überblick und Zielsetzung
- Forschungsschwerpunkte (Auswahl):
  - Netzberechnung (Strom, Wärme, Gas)
  - Kalte Nahwärme
  - Kommunale Wärmeplanung und Transformationspläne (automatisierte Software in Entwicklung)
  - Speichertechnologien & Sektorenkopplung

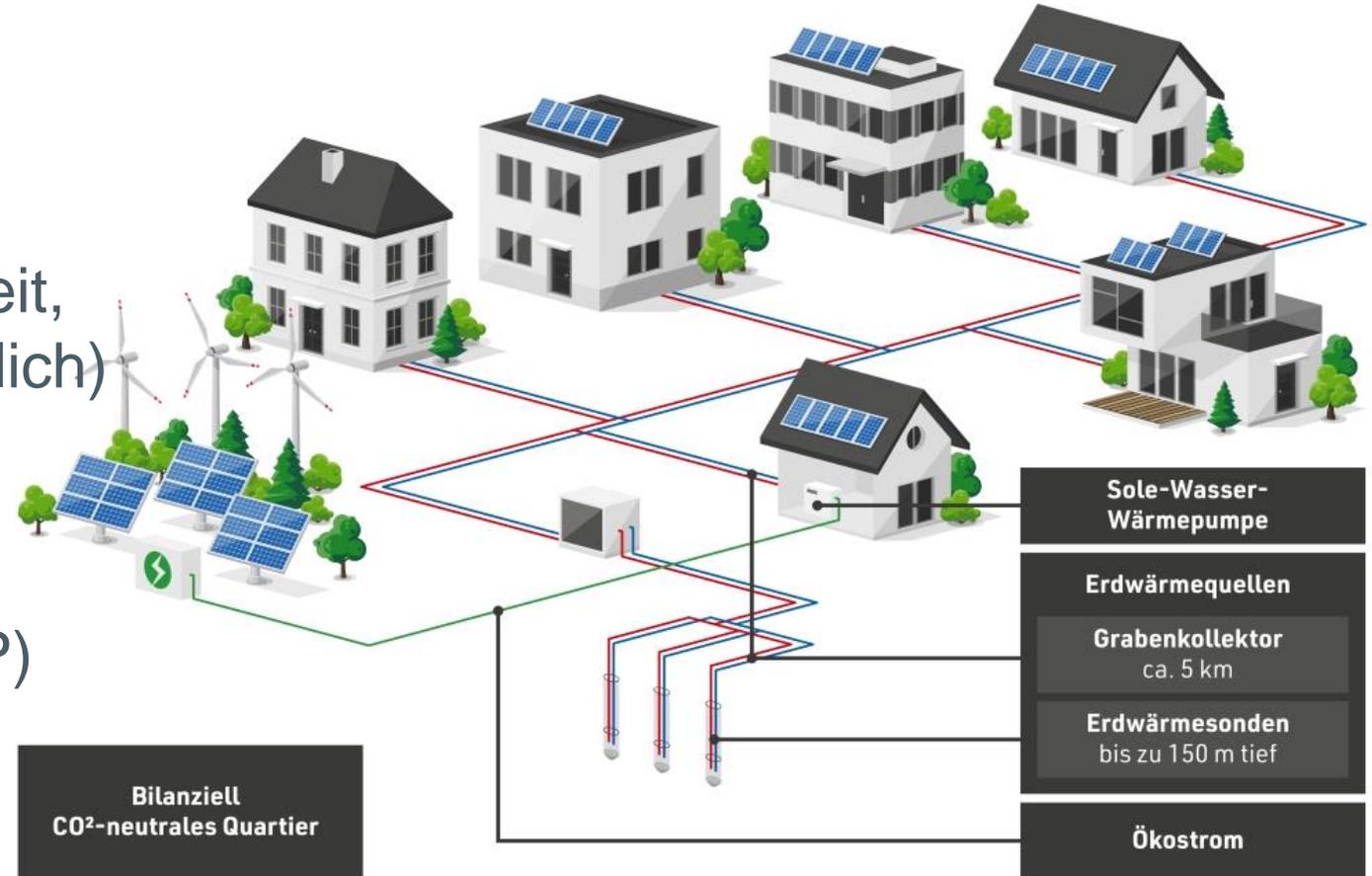
- Ziel: Ganzheitliche Optimierung kommunaler Energiesysteme
- Strom-, Wärme-, Kälte- und Gasnetze
- Schnittstellen zur kommunalen Wärmeplanung und Transformationspfaden

Beispiel: Anschlussprüfung eines Windparks mit 7 x 3 MW  
Berechnung erforderlicher Maßnahmen



# Forschungsthema – Kalte Nahwärme

- Netztemperatur 5 – 20°C
- Unisoliertes Netz
- Dezentrale Sole-Wasser-Wärmepumpe (keine Außeneinheit, auch bei dichter Besiedlung möglich)
- Im Sommer auch Klimatisierung möglich
- Ganzjährig stabile Effizienz (COP) der Wärmepumpe
- Verschiedene Wärmequellen nutzbar



Bildquelle: saerve-online.de

# Forschungsthema – Software und Methoden für Kommunale Wärmeplanung und Transformationspläne

- Potentialerfassung
- Bedarfserfassung
- Szenarien-Betrachtung
- Energienetzberechnung
- Erstellen eines nachhaltigen Transformationspfads unter Einbeziehung wirtschaftlicher Gesichtspunkte
- Realisiert in zwei Landkreisen

Quadratmeterscharfe Potentialanalyse der Dachflächen im Landkreis Gießen als Basis für eine PV-gestützte regenerative Stromversorgung



Dashboard

Energieszenarien ^

Ist-Analyse

Potenzialanalyse

Bedarfs-/Erzeugu...

Wärme ^

Nachverdichtung

Netzerweiterung

Vorauslegung

Zielnetzplanung

Stromnetze ^

Auslastungsanalyse

Netzanschlussprüfung

Zielnetzplanung

Einstellungen v



Untersuchungsgebiet  
definieren



Verbrauchsdaten  
laden



Berechnung

Wärmebedarf  
(kWh/a)



GIS

Diagramme

Zurück

Fertig

# Praxisbeispiel Projekt EnEff:Stadt FlexQuartier

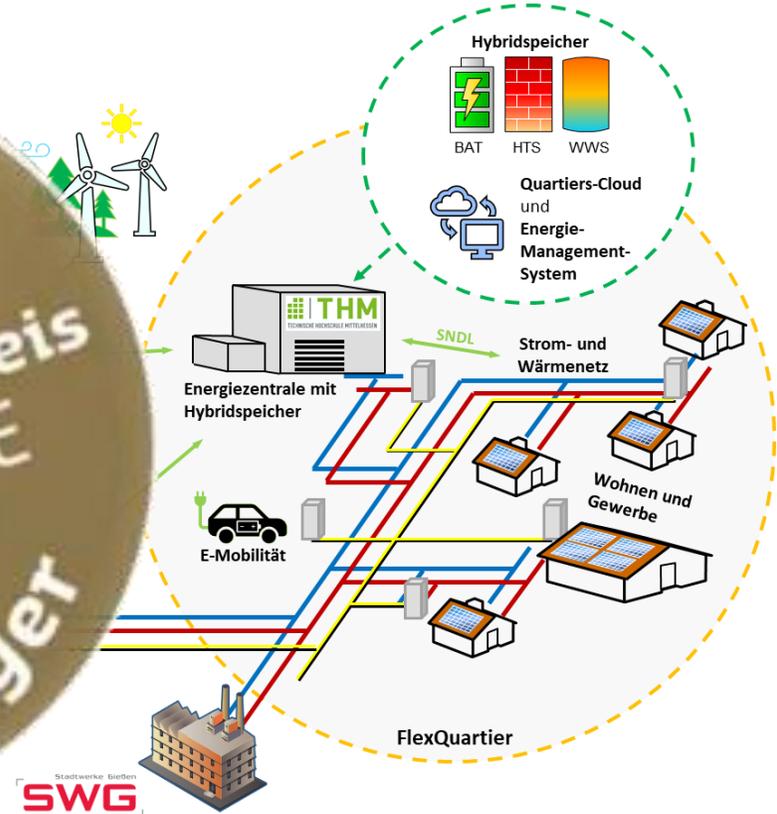
**Projekttitle:** Integrale Planung und Errichtung eines hochflexiblen Hybridsystems mit Sektorenkopplung für ein energieeffizientes netzgekoppeltes Neubau-Quartier

**FlexQuartier (FKZ: 03)**  
**Laufzeit:** 12/2018 bis 11/2023

**Anschlussprojekt: FlexQuartier 2.0 (FKZ: 04)**

**Laufzeit:** 12/2023 bis 11/2027

**Projektpartner:**



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



# Technikum (Energiezentrale) des FlexQuartier-Projekts



## Demonstrations-Quartier für die energiepolitischen Ziele 2045

- Min. 30% unter GEG-Standard (Effizienzhaus-Stufe 40 & 55)
- Installation und Einbindung von PV auf 50% der Dachflächen
- Anschluss Fernwärme mit niedrigem Primärenergiefaktor

## Quartiersdaten:

- 7,9 ha Fläche
- 130 Haushalte
- 105 Sozialbauwohnungen
- 6 Gewerbe
- Installierte PV > 1,7 MW

Sektorenkopplung über Hybridspeicher, Wärme- und Stromnetz, sowie E-Mobilität

## Netzdienliche Systemdienstleistungen

- Regelleistung (PRL + SRL)
- Blindleistungs- / Spannungshaltung
- Spitzenlastkappung (Überschuss + Bezug)

# Prognose: Erzeugung und Verbrauch im FlexQuartier (4 Beispielwochen)

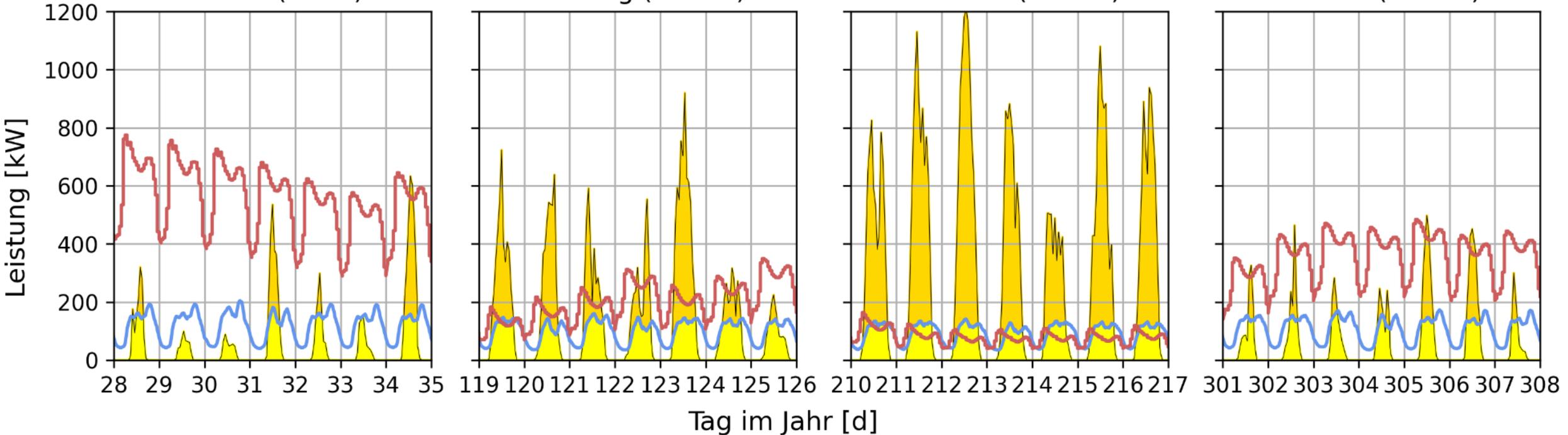


Winter (KW 5)

Frühling (KW 18)

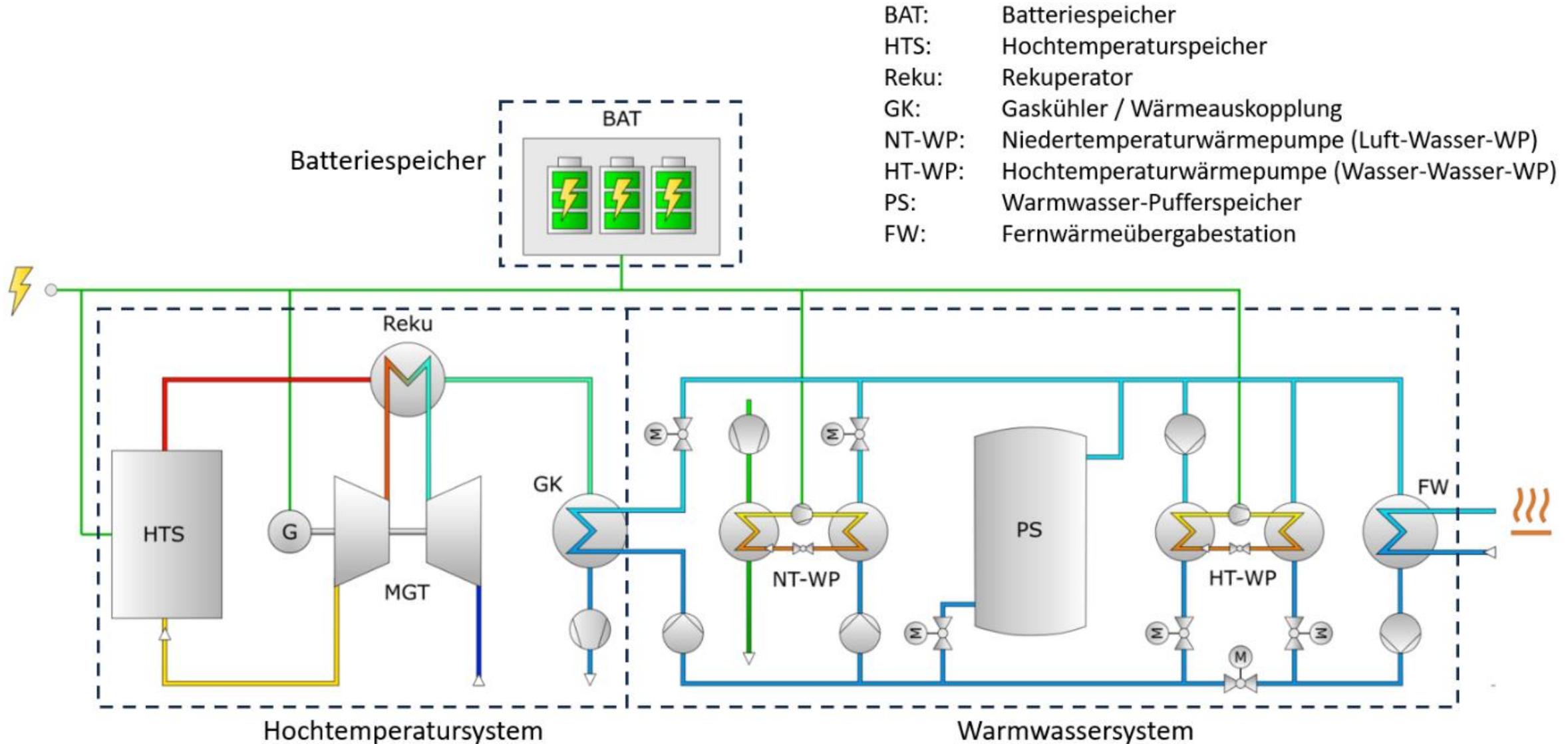
Sommer (KW 31)

Herbst (KW 44)



→ Ganzjährig hoher Bedarf an elektrischen und thermischen Energiespeichern

# Hybridspeicher des FlexQuartier



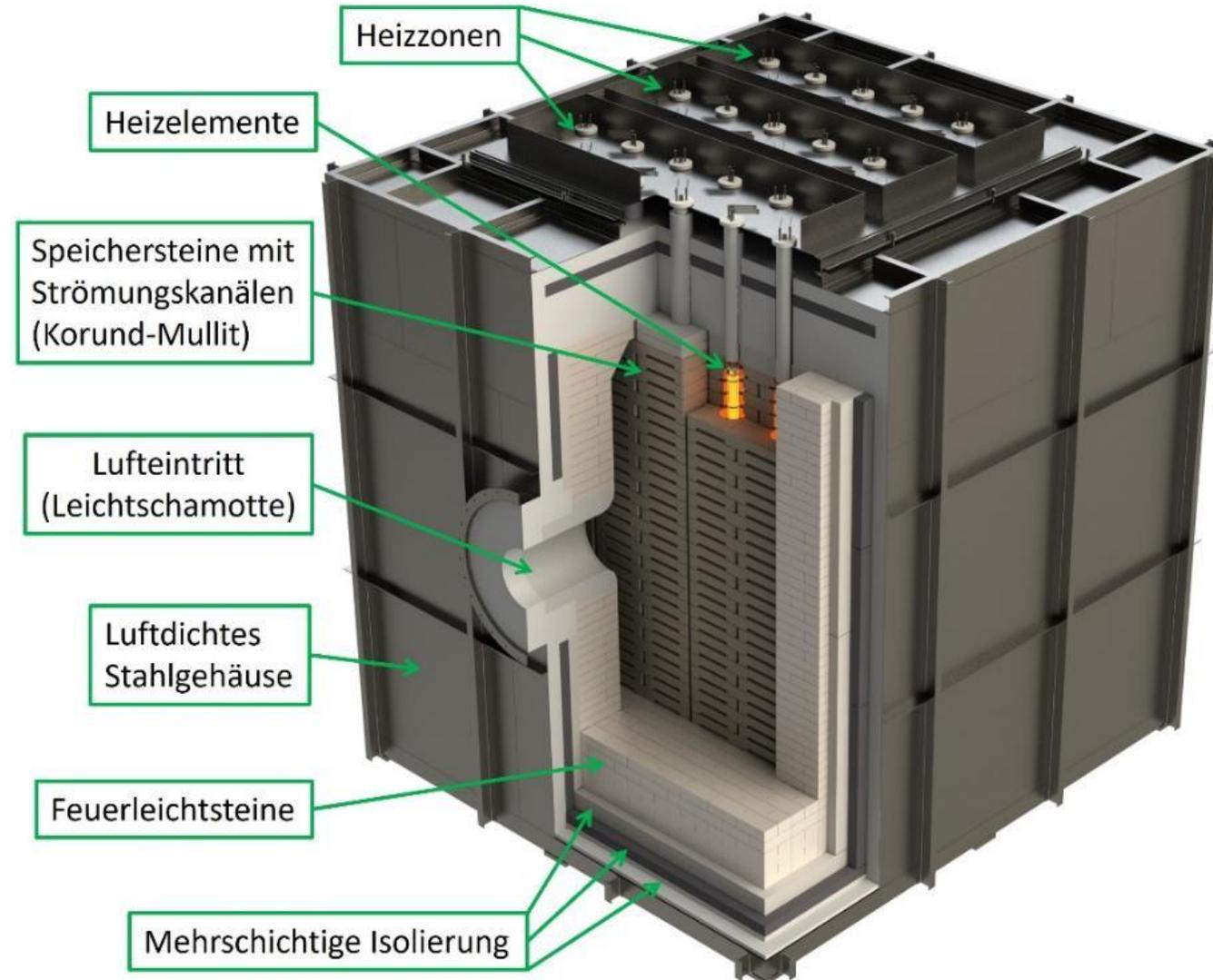
- BAT: Batteriespeicher
- HTS: Hochtemperaturspeicher
- Reku: Rekuperator
- GK: Gaskühler / Wärmeauskopplung
- NT-WP: Niedertemperaturwärmepumpe (Luft-Wasser-WP)
- HT-WP: Hochtemperaturwärmepumpe (Wasser-Wasser-WP)
- PS: Warmwasser-Pufferspeicher
- FW: Fernwärmeübergabestation



# Direkt-elektrisch beheizter Hochtemperaturspeicher

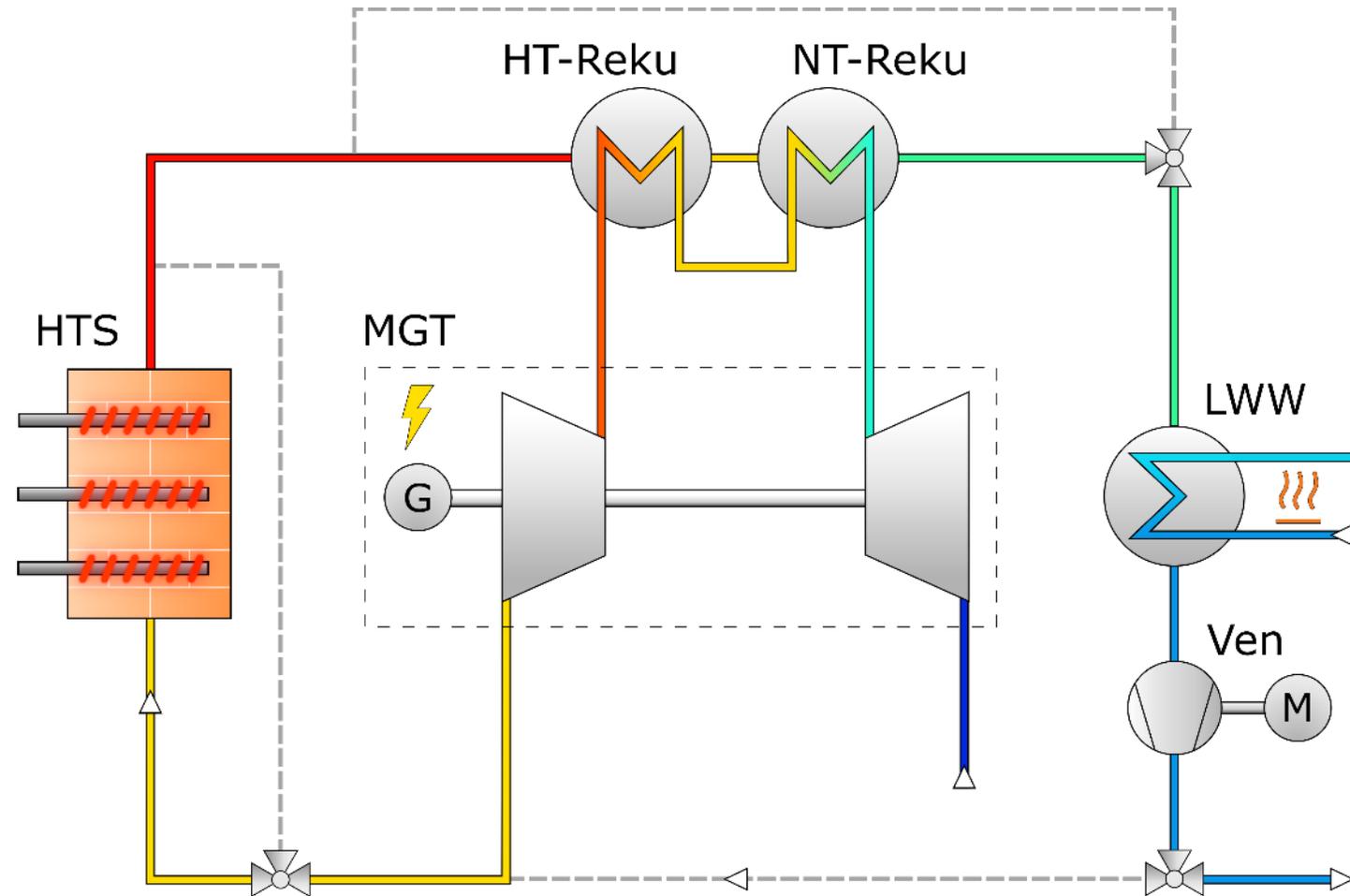
- Ergebnisse des High-T-Stor-Projektes:
  - Vollumfängliche Neukonstruktion des Hochtemperaturspeichers
  - Modularer und kompakterer Aufbau
  - Strömungsoptimierung
  - Höhere Speichertemperaturen (1050°C → 1200°C)
  - Optimierte Wärmedämmung
  - Revisionierbare Heizelemente
- Wichtigste technische Spezifikationen des HTS600

<b>Elektrische Beladeleistung</b>	600 kW
<b>Temperaturobergrenze</b>	1200 °C
<b>Speichermasse</b>	26,78 t
<b>Thermische Kapazität</b>	9,78 MWh (20°C – 1200°C)
<b>volumetrische Energiedichte</b>	673 kWh/m <sup>3</sup> (20°C – 1200°C) (Li-Io-Batterie ca. 300 kWh/m <sup>3</sup> )
<b>Wärmeverluste</b>	ca. 3,7%/Tag (gemessen @900°C)
<b>Kern Abmessungen</b>	2,47 m x 2,44 m x 2,41 m
<b>Äußere Abmessungen</b>	3,84 m x 3,64 m x 3,99 m



# Rückverstromung des HTS über extern-beheizte Mikrogasturbine (HTS)

- Dauerhaft **druckloser** Speicherbetrieb
- Schnelle An- und Abfahrzeiten (< 15 min)
- Speichertemperaturen > 600°C nutzbar
- Hoher Gesamtwirkungsgrad > 90% durch zusätzliche Wärmeauskopplung (KWK)





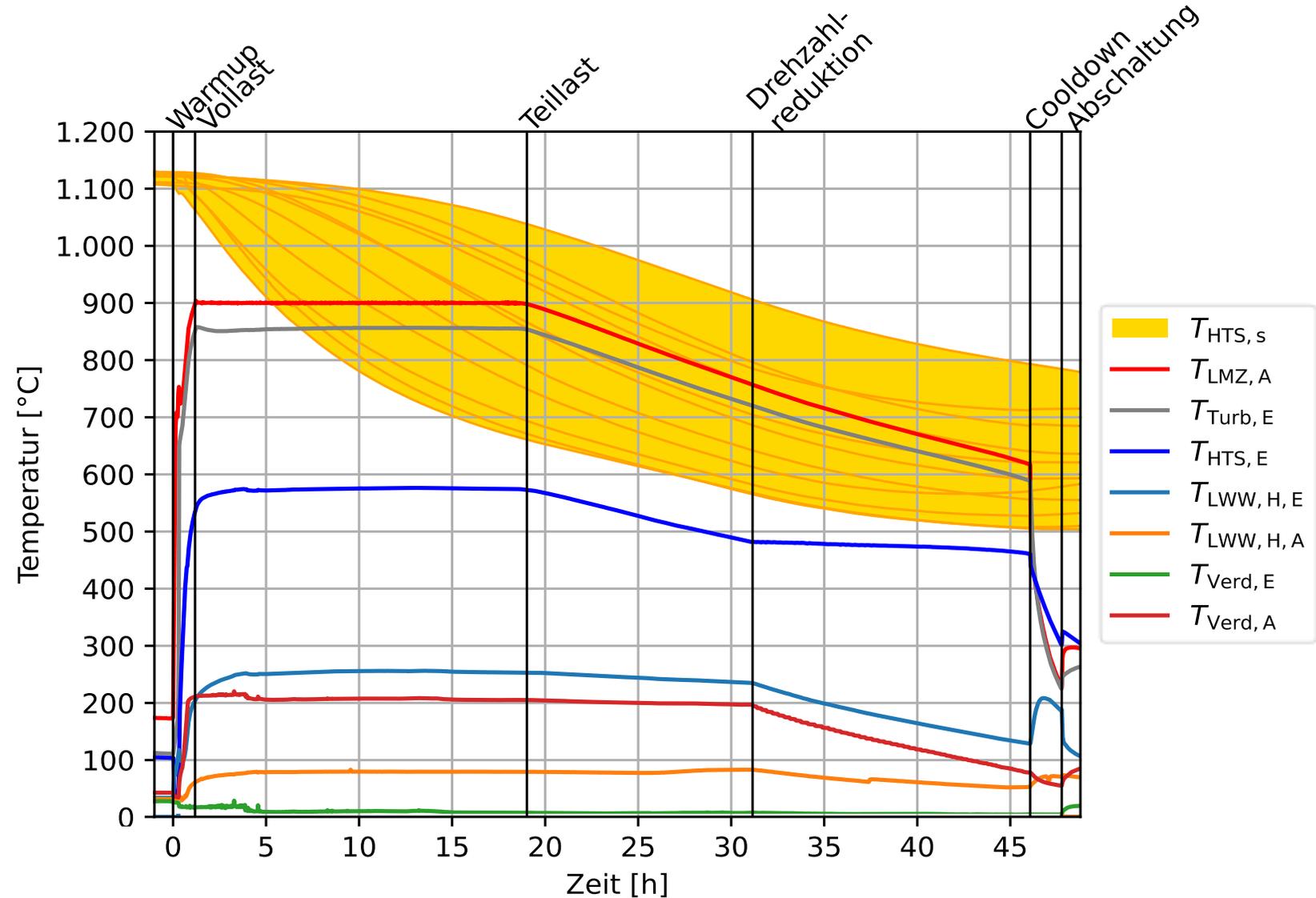
# Versuchsergebnisse zum HTS600

- Beladung akutell bis 1150°C erprobt
- Netzdienliche Heizonenregelung ermöglicht homogenes Temperaturprofil im Speicherkern (ohne Überschwingen)
- Thermische Kapazität ist validiert
- Wärmeverluste im Stillstand:
  - 3,7% / Tag @ 900°C
  - 3,0% / Tag @ 600°C



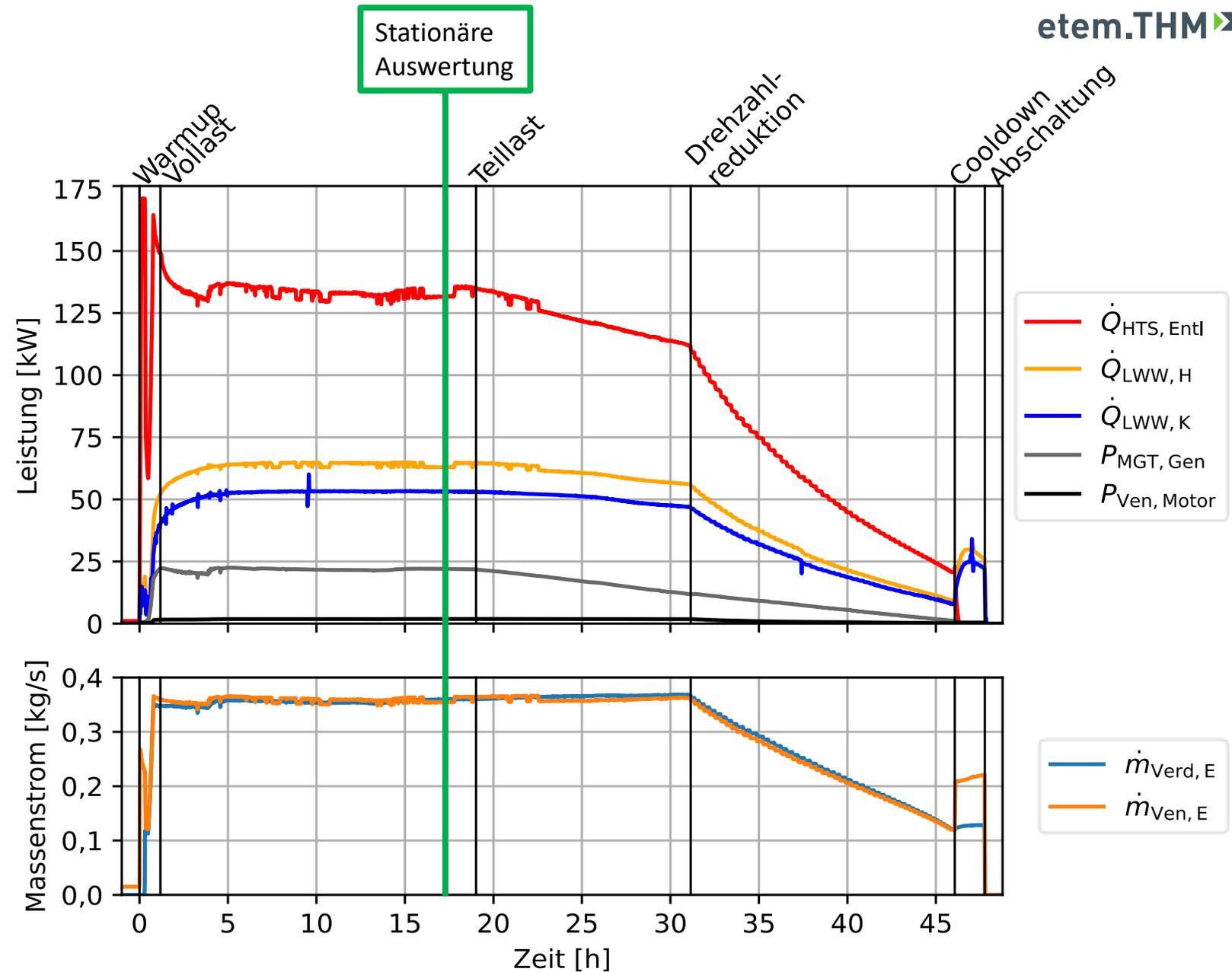
# Versuchsergebnisse zur Rückverstromung

- Betrieb mittlerweile vollständig über SPS automatisiert
- HTS-Austrittstemperatur wird ohne Überschwingen auf 900°C geregelt
- Max RV-Temperatur nach < 1 h erreicht
- RV-Volllastbetrieb ca. 18 h
- RV-Betrieb ca. 45 h



# Versuchsergebnisse zur Rückverstromung

- Betrieb mittlerweile vollständig über SPS automatisiert
- HTS-Austrittstemperatur wird ohne Überschwingen auf 900°C geregelt
- Max RV-Temperatur nach < 1 h erreicht
- RV-Volllastbetrieb ca. 18 h
- RV-Betrieb ca. 45 h

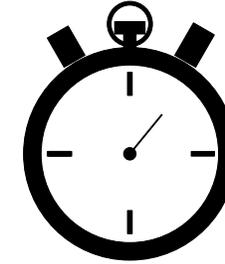




Kosteneinsparung



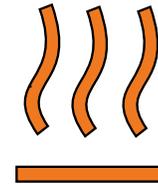
Standortunabhängig



Kurze Ansprechzeiten

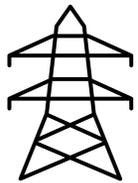


Sicherer Betrieb  
(keine Genehmigungen)



Sektorenkopplung:  
Strom + Wärme  
(auch Prozesswärme)

## Warum Hochtemperatur- Carnot-Batterie?



Netzdienstlichkeit  
(Peak-Shaving und  
Regelleistung)



Flexible  
Skalierung



CO<sub>2</sub>-Einsparung

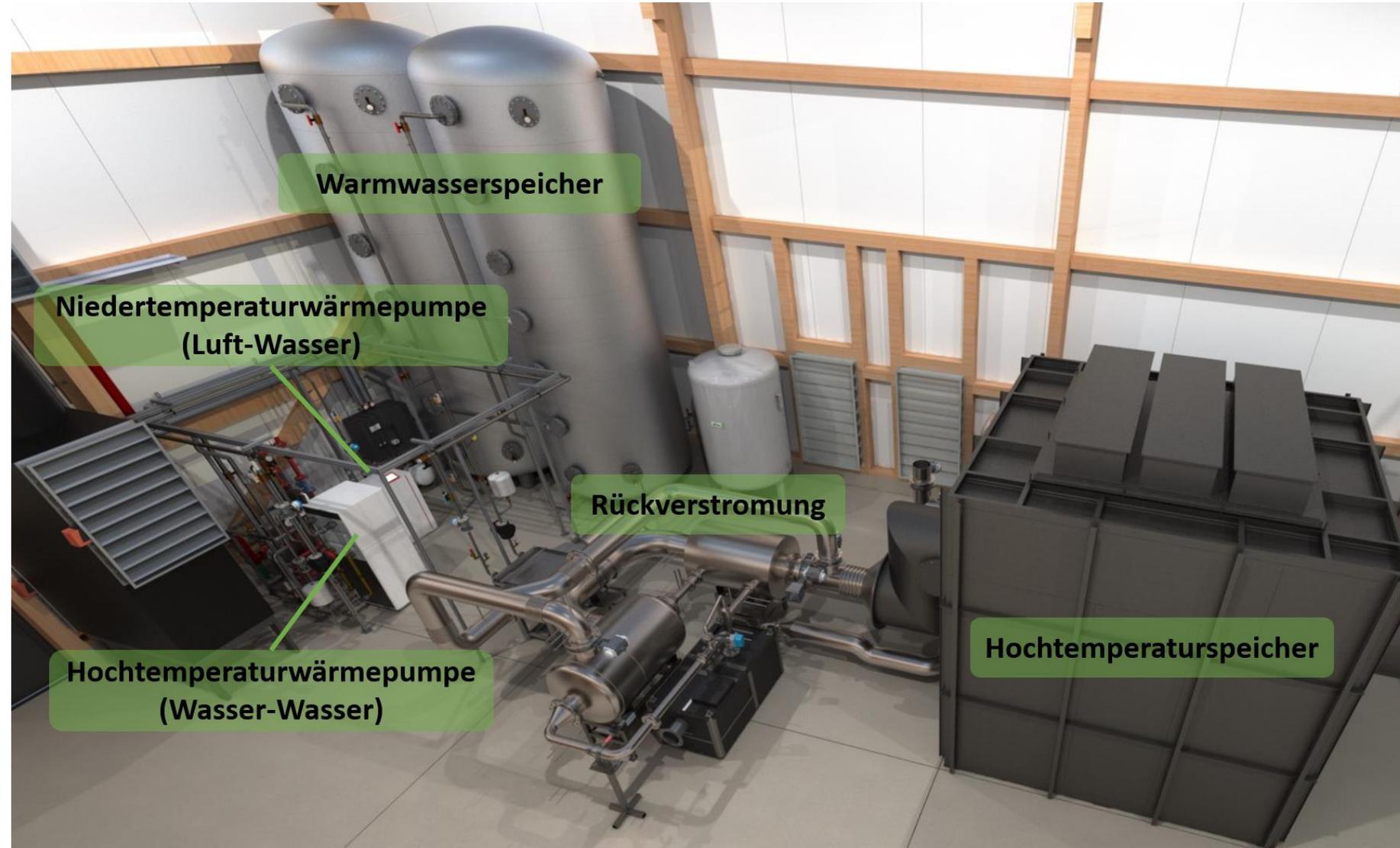


Ohne giftige Stoffe  
Keine seltenen Erden

Limit

# Aktueller Versuchsbetrieb am Hybridspeicher

- Identifikation von Systemcharakteristiken (Performance-Maps)
- Anpassungen und Betriebsoptimierung des Energiemanagementsystems (EMS)
- Kombination von netzdienlichen und autarkiefördernden Betriebsmodi



# Anwendungsbeispiel: Prozesswärme

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



 **EnEff : Stadt**  
Forschung für  
die energieeffiziente Stadt

# Auslegung: HTS für Trocknungsanlage

## Annahmen:

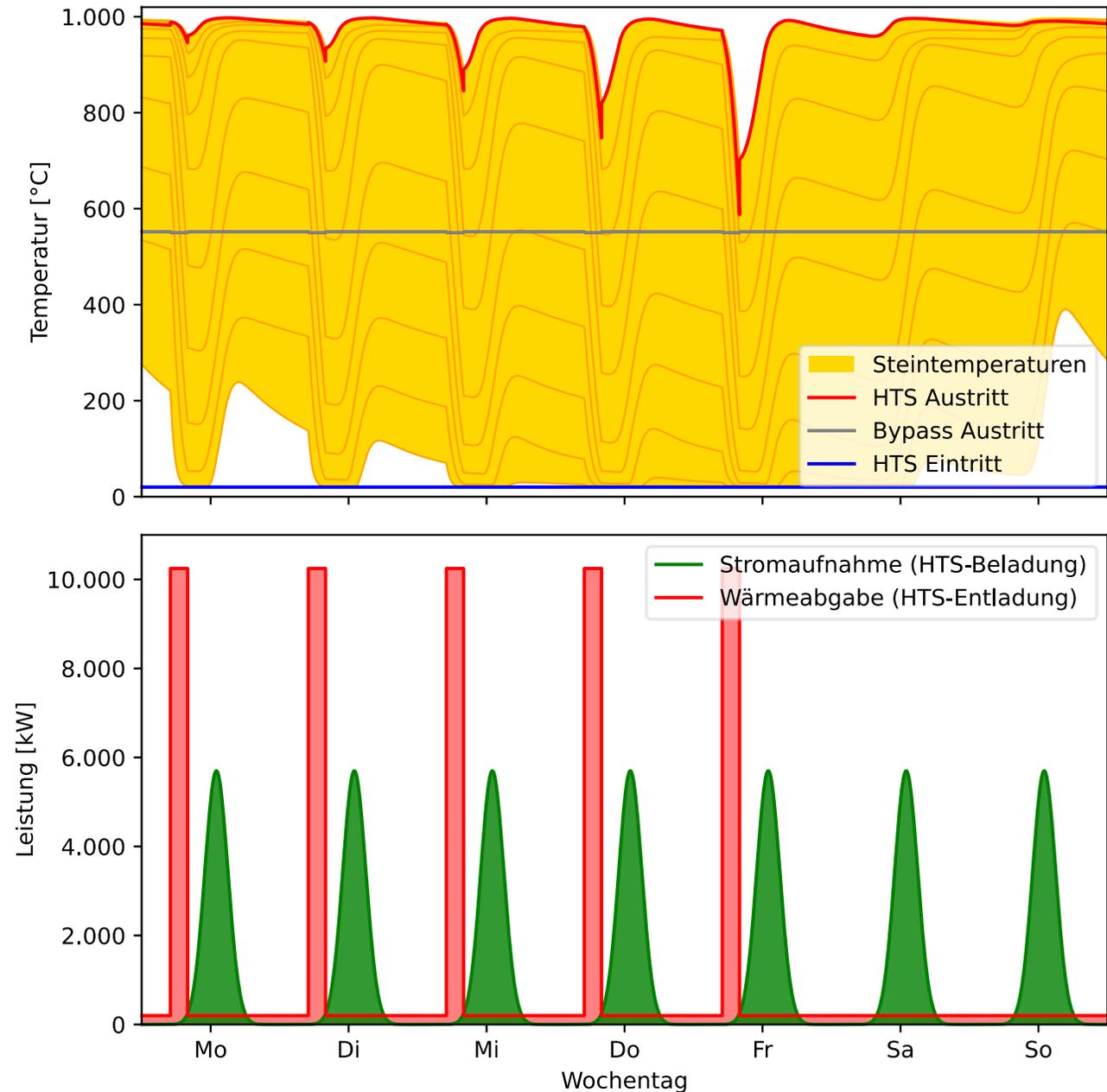
- Prozesswärmebedarf @ 550°C
  - 200 kW Grundlast (24/7)
  - 10 MW Spitzenlast (Mo-Fr von 5 - 8 Uhr)
- Beladung mit EE-Strom:
  - PV-Profil (max. 5,7 MW)

## HTS-Auslegung:

- Max. Speichertemperatur 1000°C
- Speichergröße (inkl. Isolierung):
  - Tiefe = 12 m
  - Breite = 8 m
  - Höhe = 5 m

→ Thermische Kapazität = 116 MWh

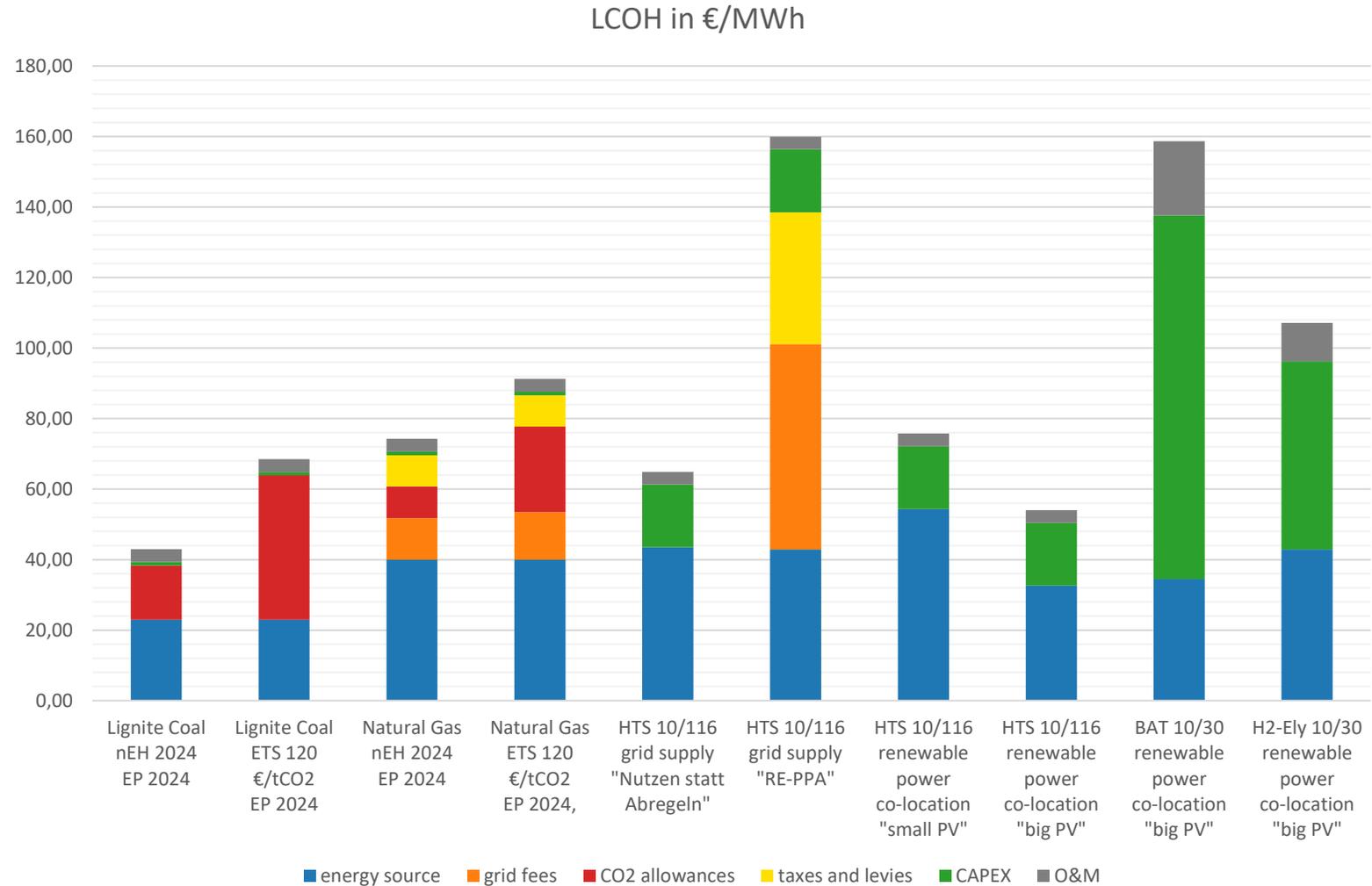
→ Gesamtwirkungsgrad = 91 %



# Wärmegestehungskosten – Technologievergleich

## Parameter:

- Skalierte Kostenfunktionen des HTS600
- Abschreibung auf 20 Jahre
- 40% Förderung durch Bundesförderung Industrie und Klimaschutz
  - 40 % HTS
  - 0 % BAT
  - 40 % H2-Ely
- spezifische CAPEX
  - BAT: 105 k€/MW ; 250 k€/MWh
  - H2-Ely: 750 €/kW incl. storage
- Strom-Input-Kosten
  - PV → 30 €/MWh
  - EE-PPA → 40 €/MWh



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

- Projekt: „FlexQuartier“  
Förderkennzeichen: 03ET1607A
- Kontakt: [Olaf.Berger@verw.thm.de](mailto:Olaf.Berger@verw.thm.de)
- Technische Hochschule Mittelhessen  
Kompetenzzentrum für Energietechnik und  
Energiemanagement (etem.THM)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

