



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

Klimaneutrale und teilautarke Energieversorgung der Stadt Chemnitz

Verteidigung der Masterthesis

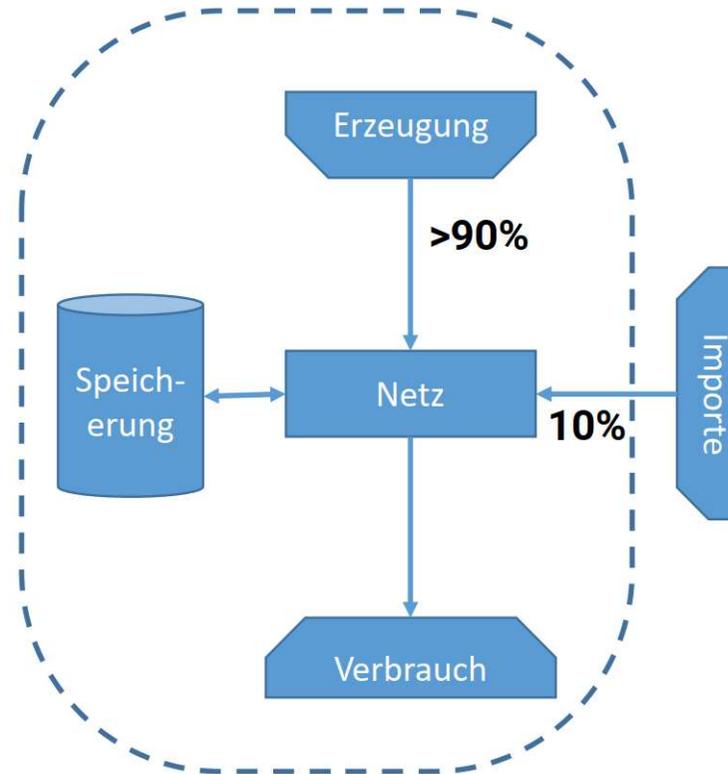
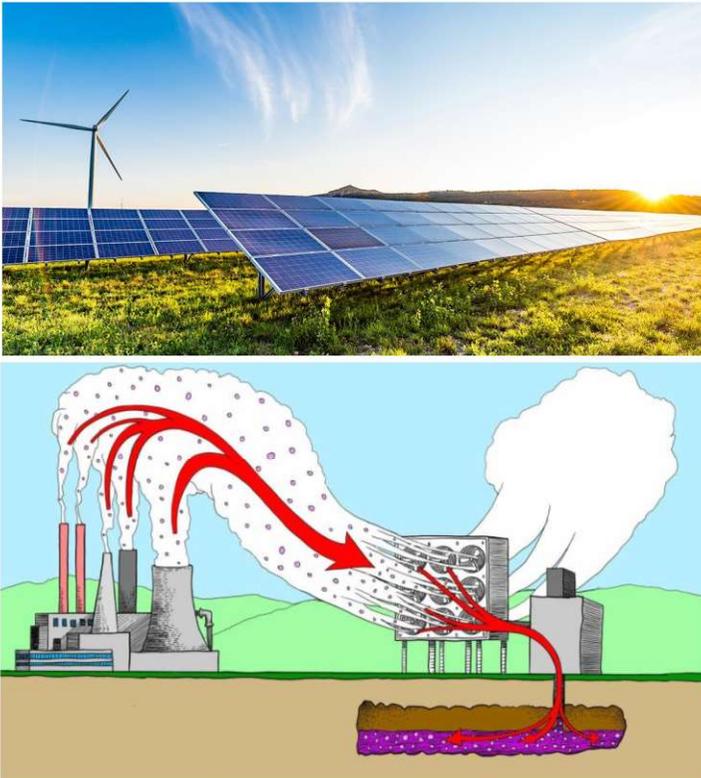
„Klimaneutrale und teilautarke Energieversorgung der Stadt Chemnitz“

Mika Eckhardt



16.02.2023

Klimaneutrale und teillautarke Energieversorgung



Zielstellung

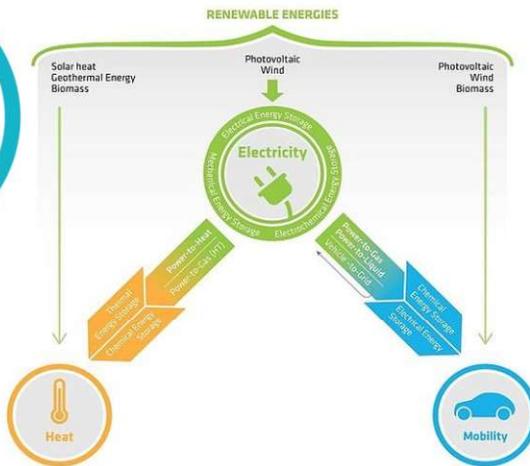
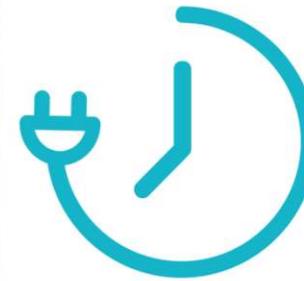
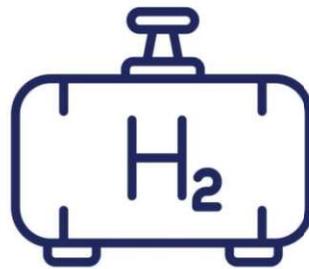
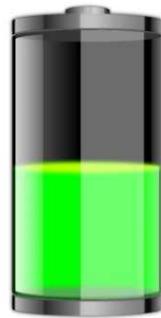
Wie sieht der kostenoptimale Erzeuger- und Speicherpark aus?



=> Modellierung des Chemnitzer Energiesystem

Forschungsstand klimaneutrale Energieversorgung

Stromsektor:

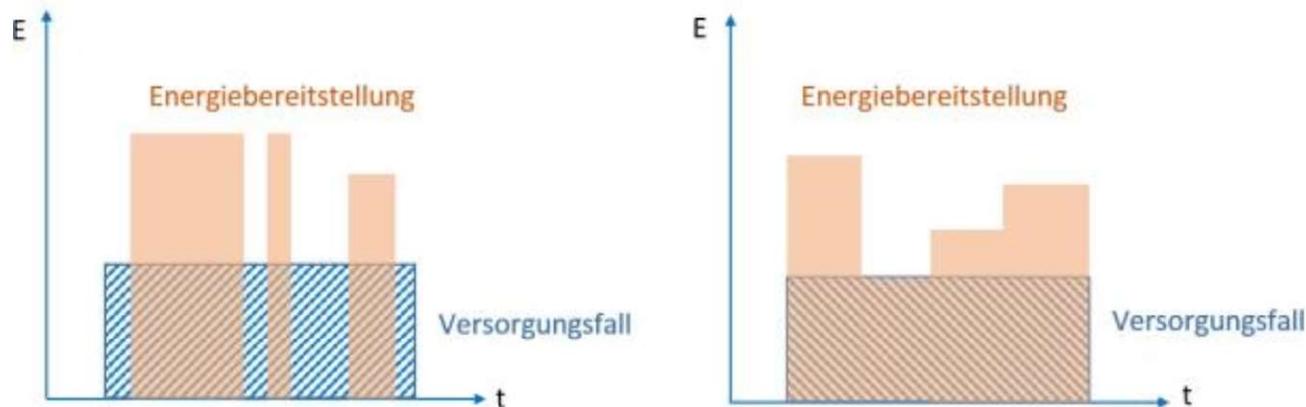


Wärmesektor:



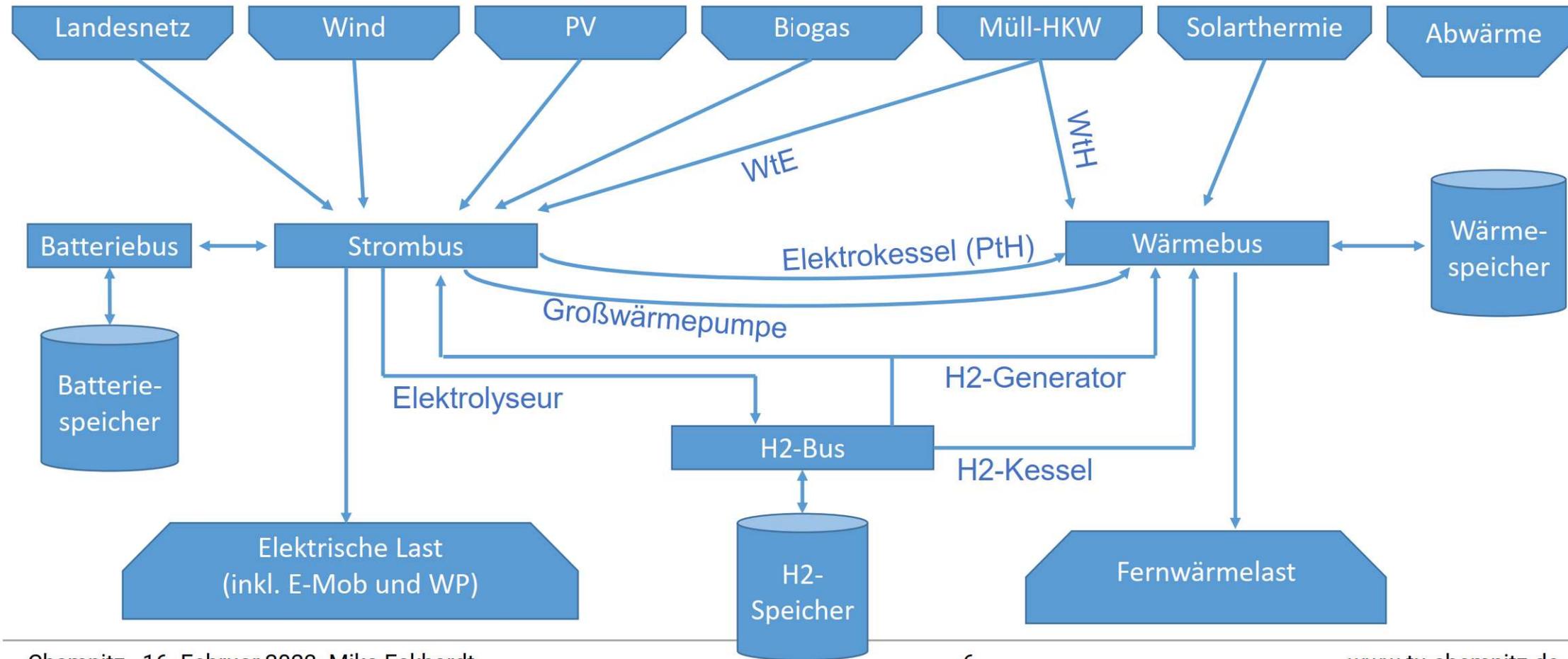
Forschungsstand (teil-)autarke Energieversorgung

- Verschiedene Konzepte: bilanzielle vs. lastgerechte Autarkie



- Diverse Vor- und Nachteile gegenüber vernetzen Systemen
- Überkapazitäten bei Erzeugung und Speicher nötig
- Speicherbedarf ist stark vom geforderten Autarkiegrad abhängig

Modellierung des Energiesystems



Modellierungs-Annahmen

Windkraft



Invest:	1.182 €/kW
FOM:	2,96%
Lebensdauer:	25 a
Grenzkosten:	0 €/MWh
Verfügbarkeit:	p.U. wie 50 Hertz Gebiet 2019

Photovoltaik



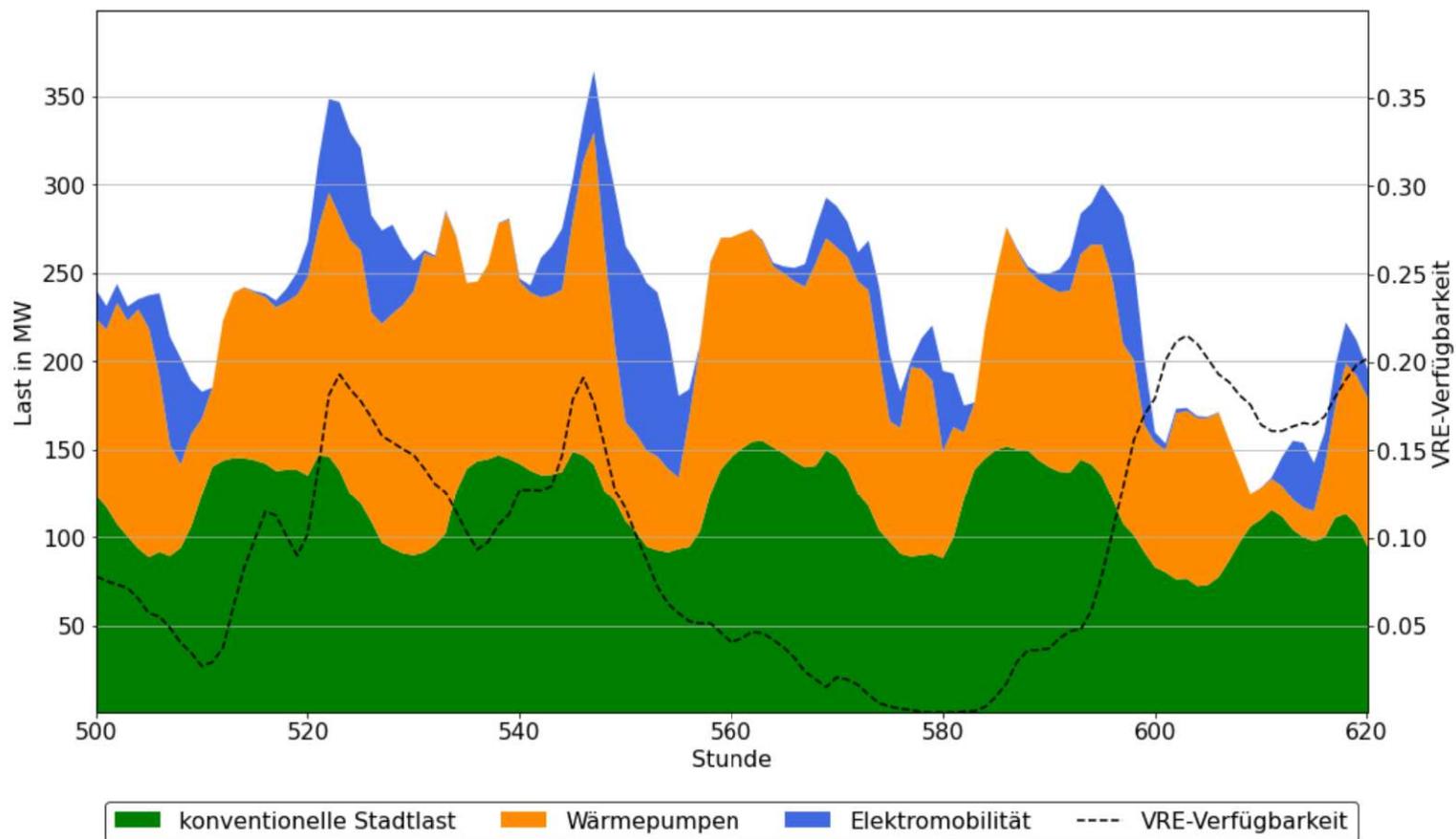
Invest:	600 €/kW
FOM:	4,2%
Lebensdauer:	25 a
Grenzkosten:	0 €/MWh
Verfügbarkeit:	p.U. wie 50 Hertz Gebiet 2019

Großwärmepumpe

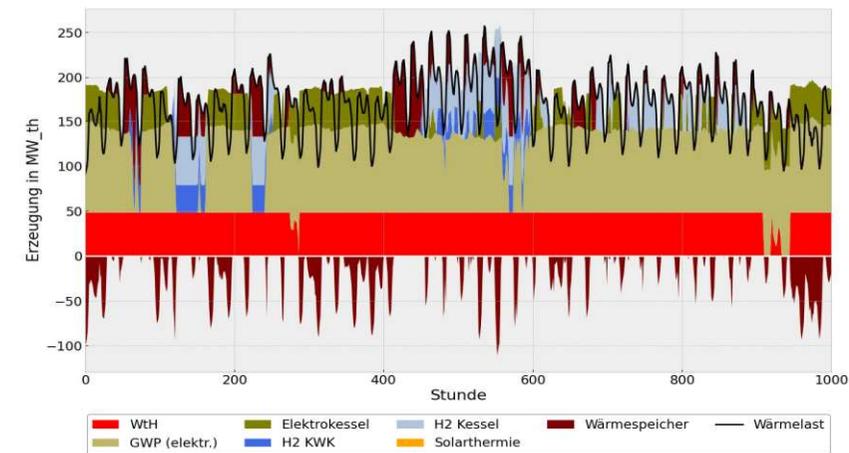
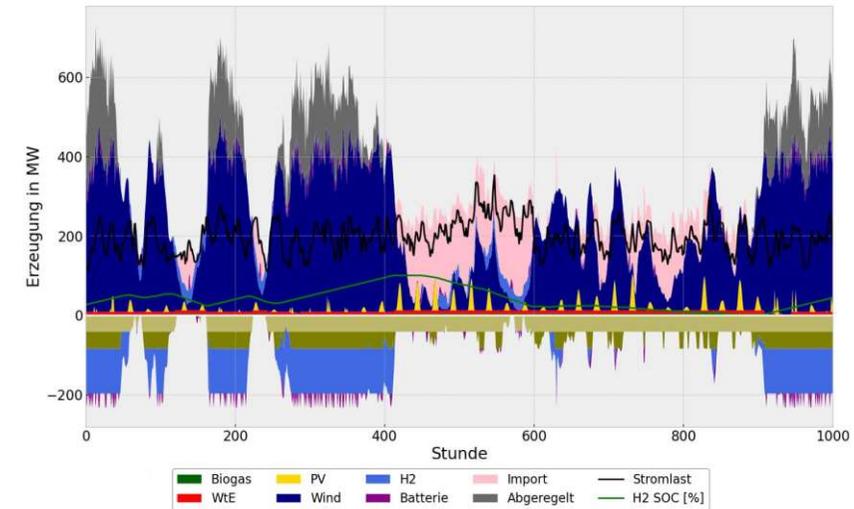
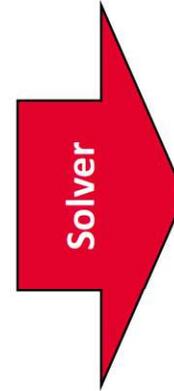
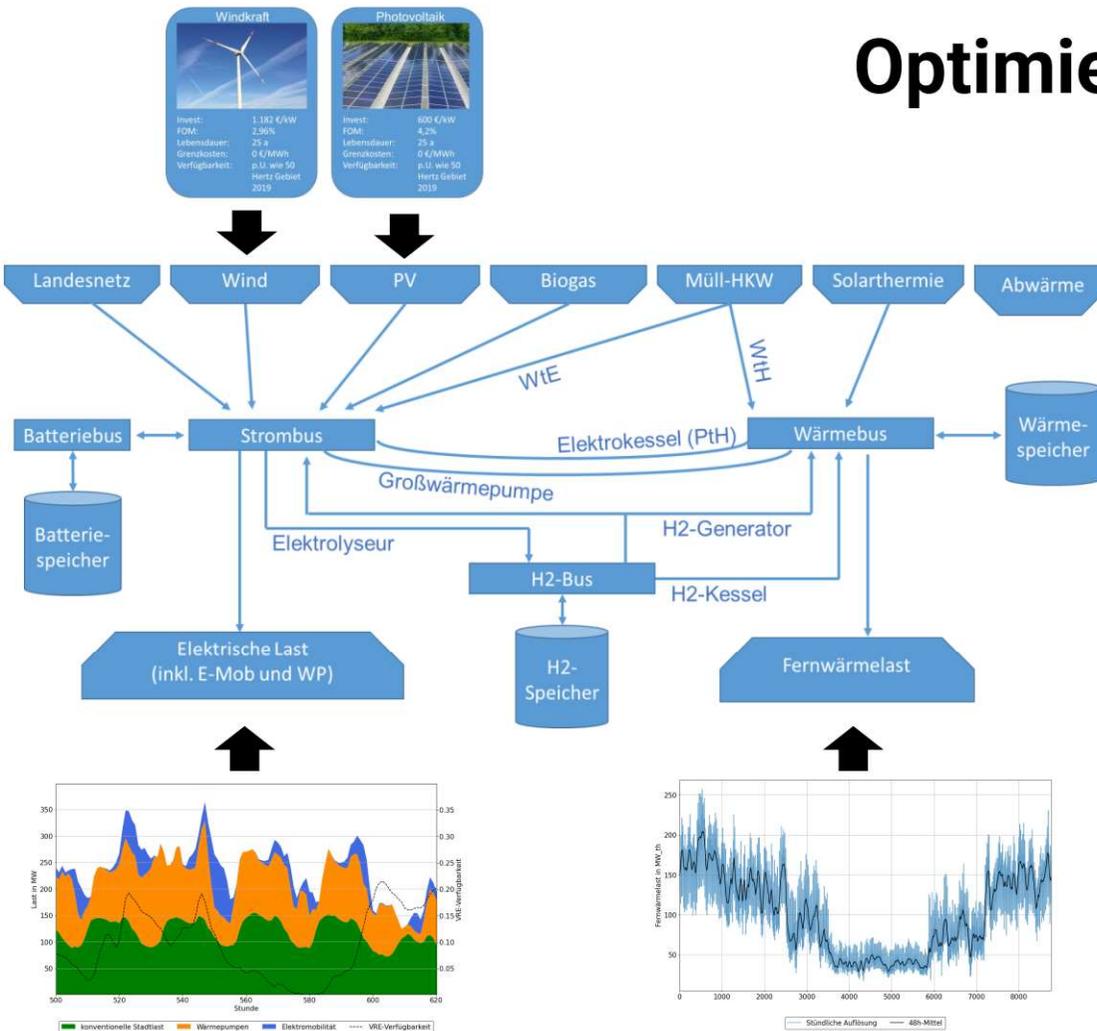


Invest:	1.855 €/kW _{el} 700 €/kW _{th}
FOM:	3,5%
Lebensdauer:	20 a
COP:	nach eins-Daten
Untere Grenz-Temperatur:	- 30°C

Erstellung des Stromlastgangs

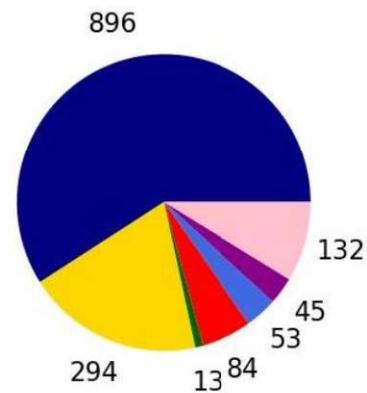
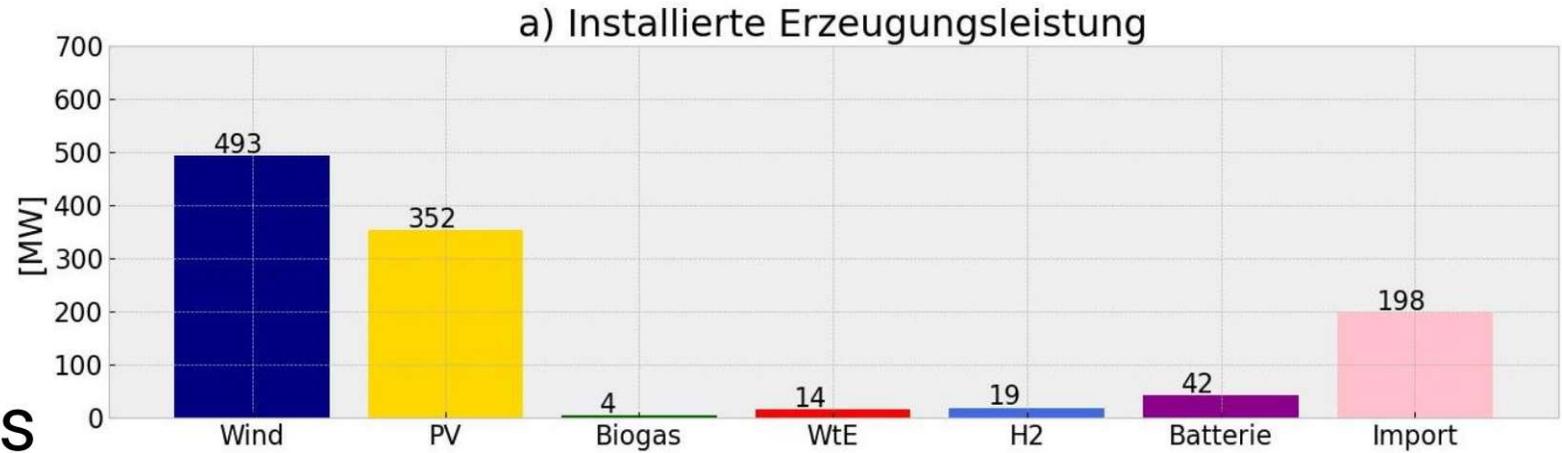


Optimierung

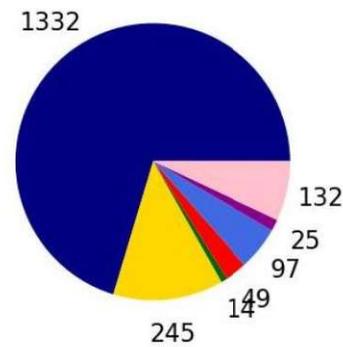
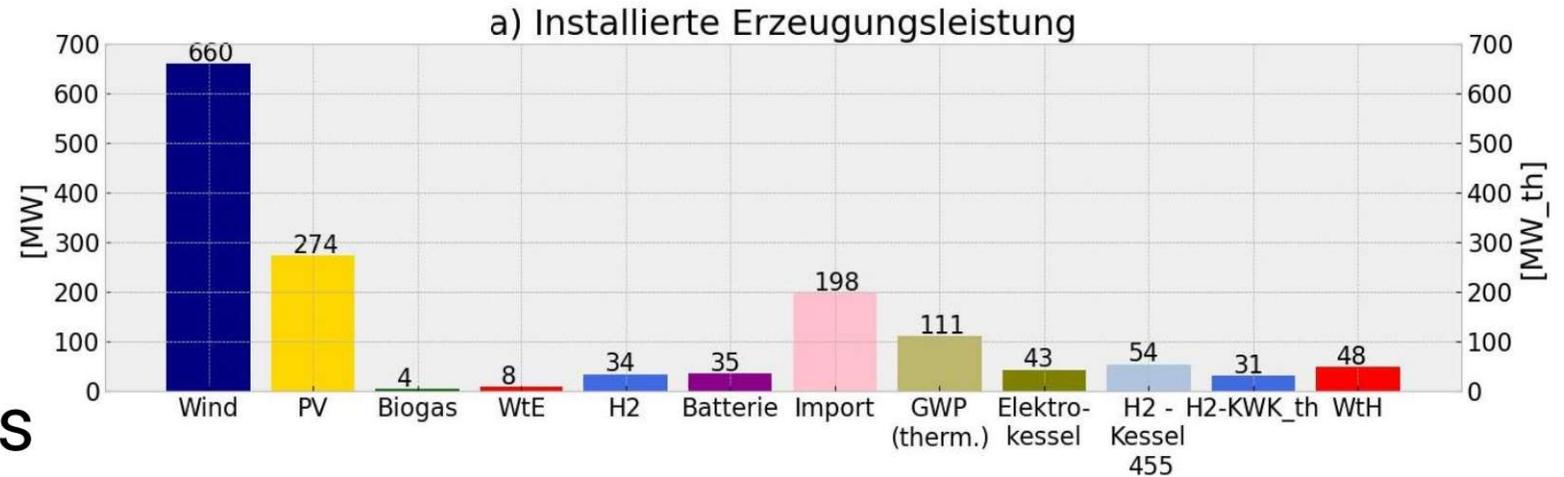


Ergebnisse

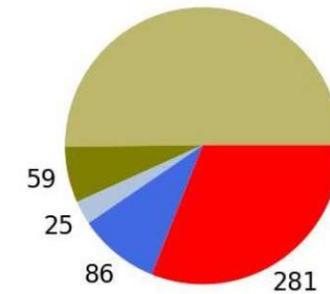
Ohne Berücksichtigung des Fernwärmesektors



Ergebnisse Mit Berücksichtigung des Fernwärmesektors

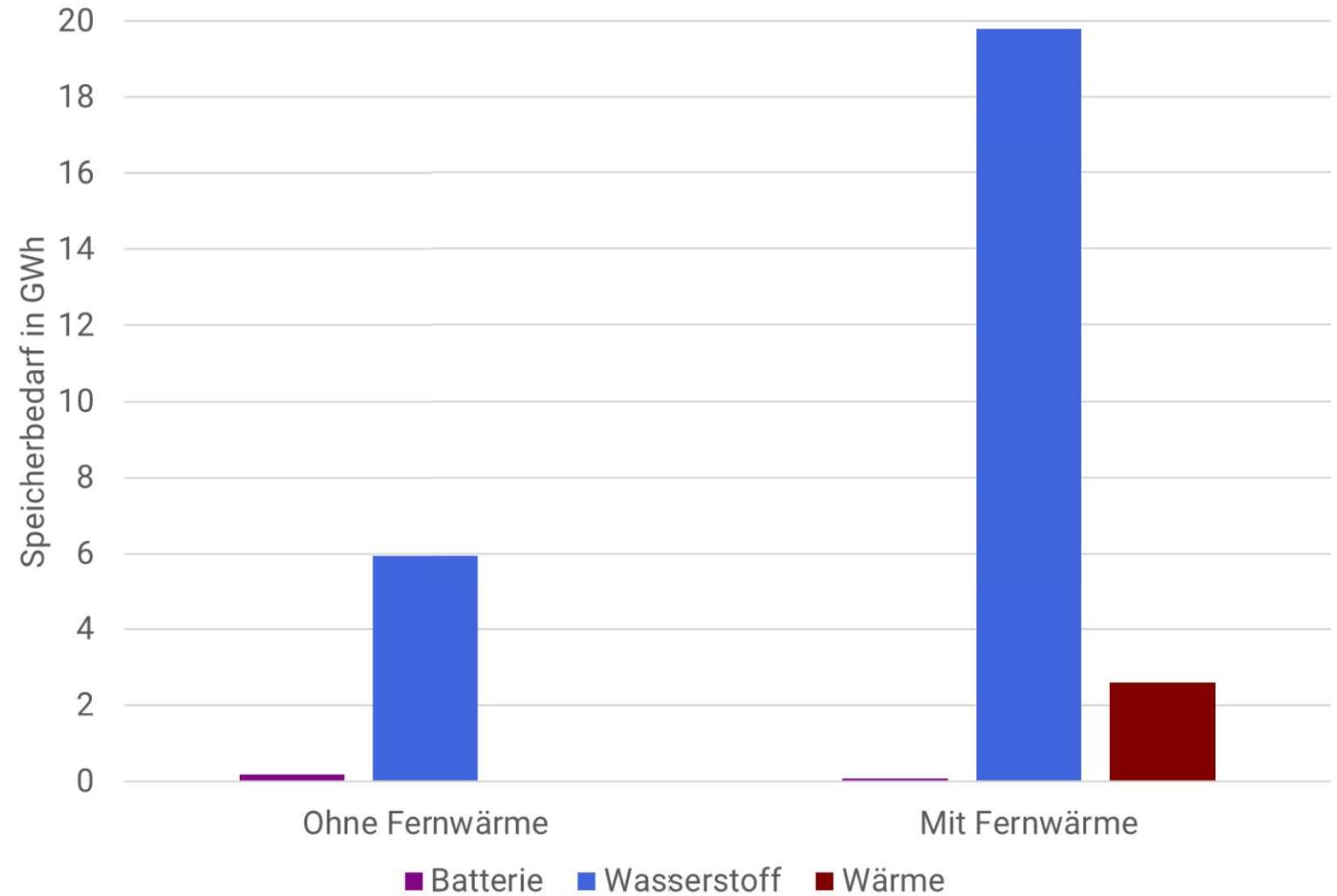


b) Stromerzeugung in GWh



c) Fernwärmeerzeugung in GWh_th

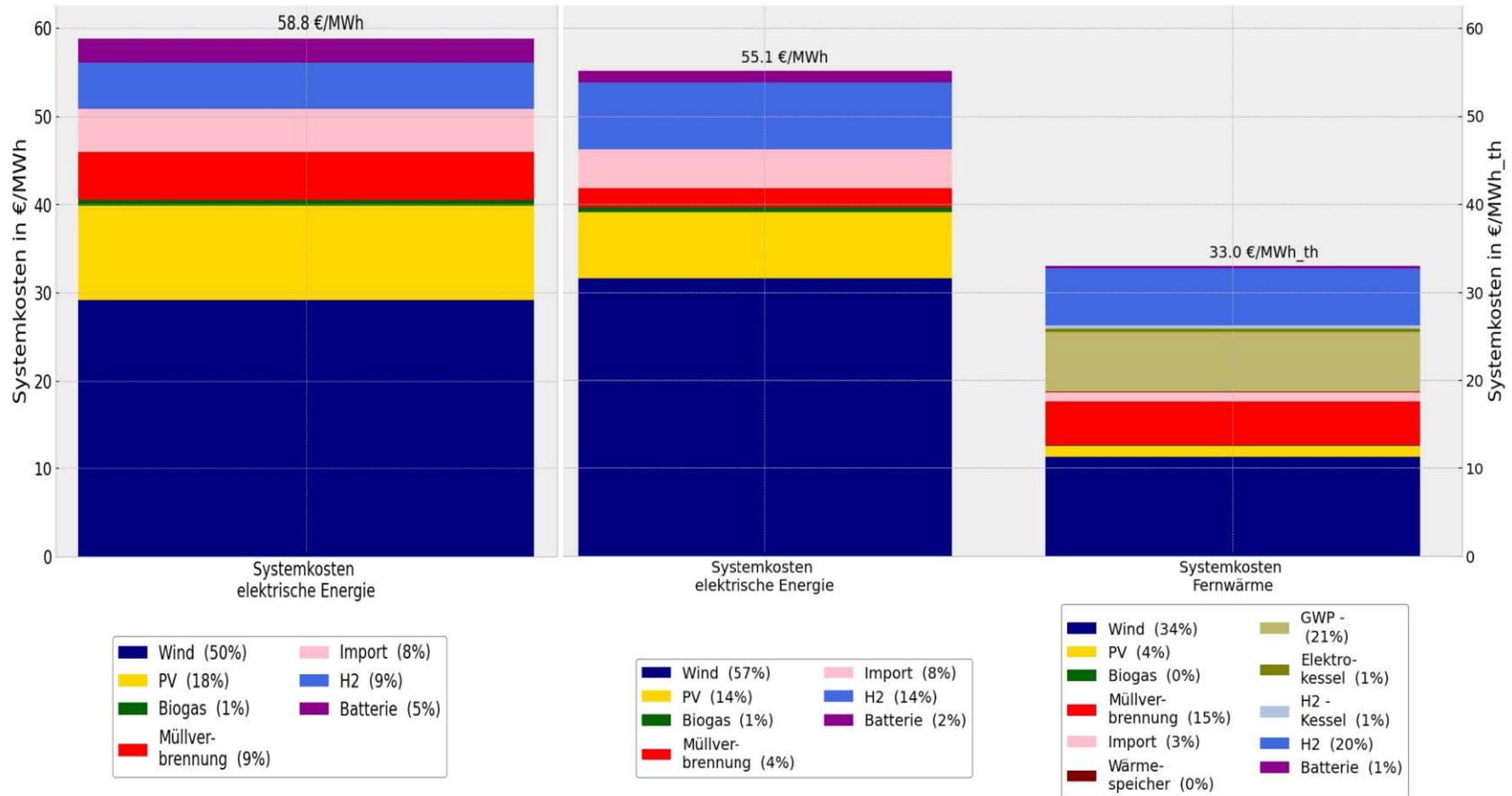
Ergebnisse *Speicherbedarf*



Vergleich der Systemkosten

Ohne Fernwärme

Mit Fernwärme



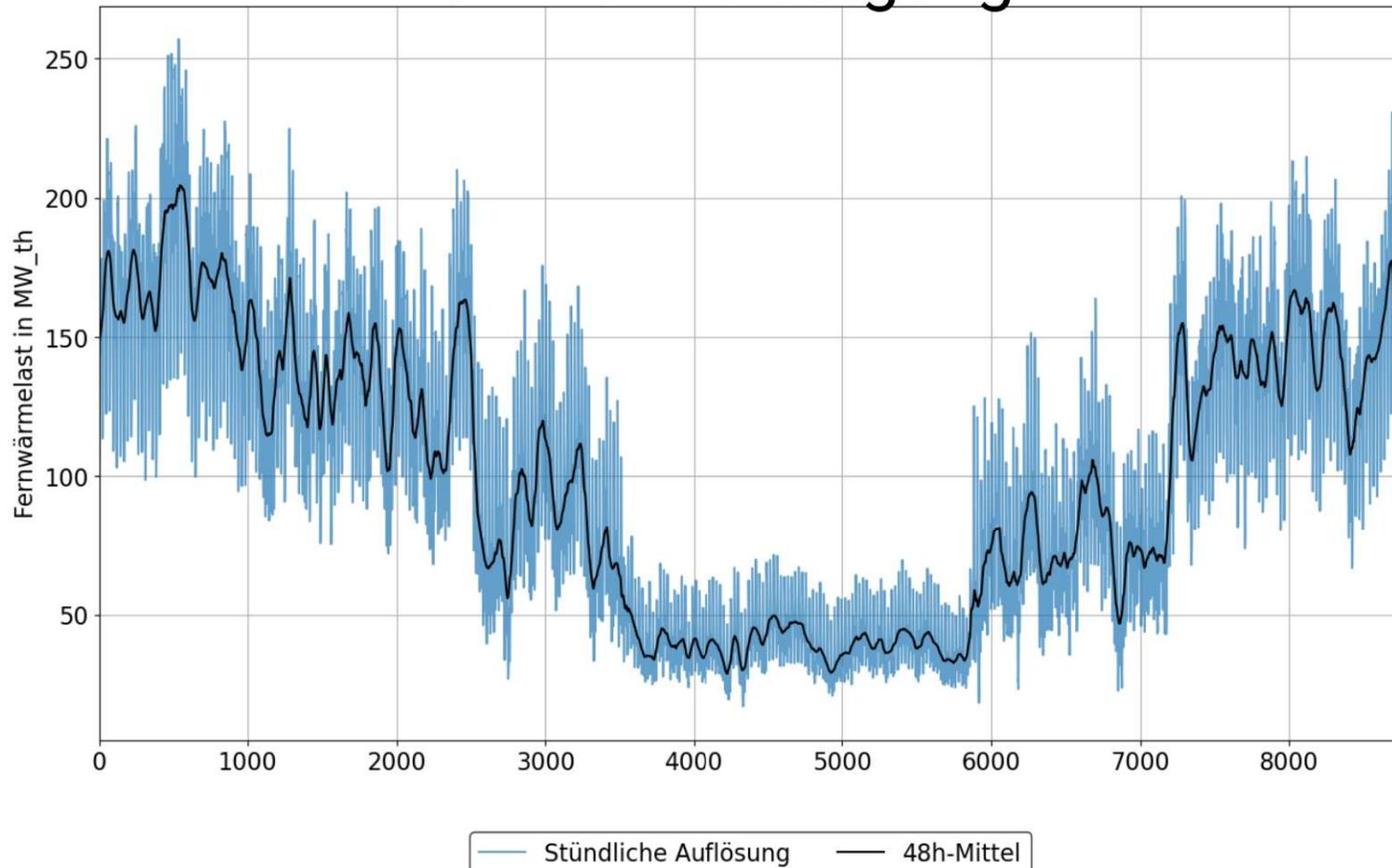
Fazit

- Windkraft, PV und Großwärmepumpe sind zentrale Elemente
- Berücksichtigung des Fernwärmesektors führt zu erhöhtem Ausbaubedarf im Stromsektor
- Kosten für Stromerzeugung sinken durch Synergien
- Flexibles Modell erlaubt vielfältige Untersuchungen

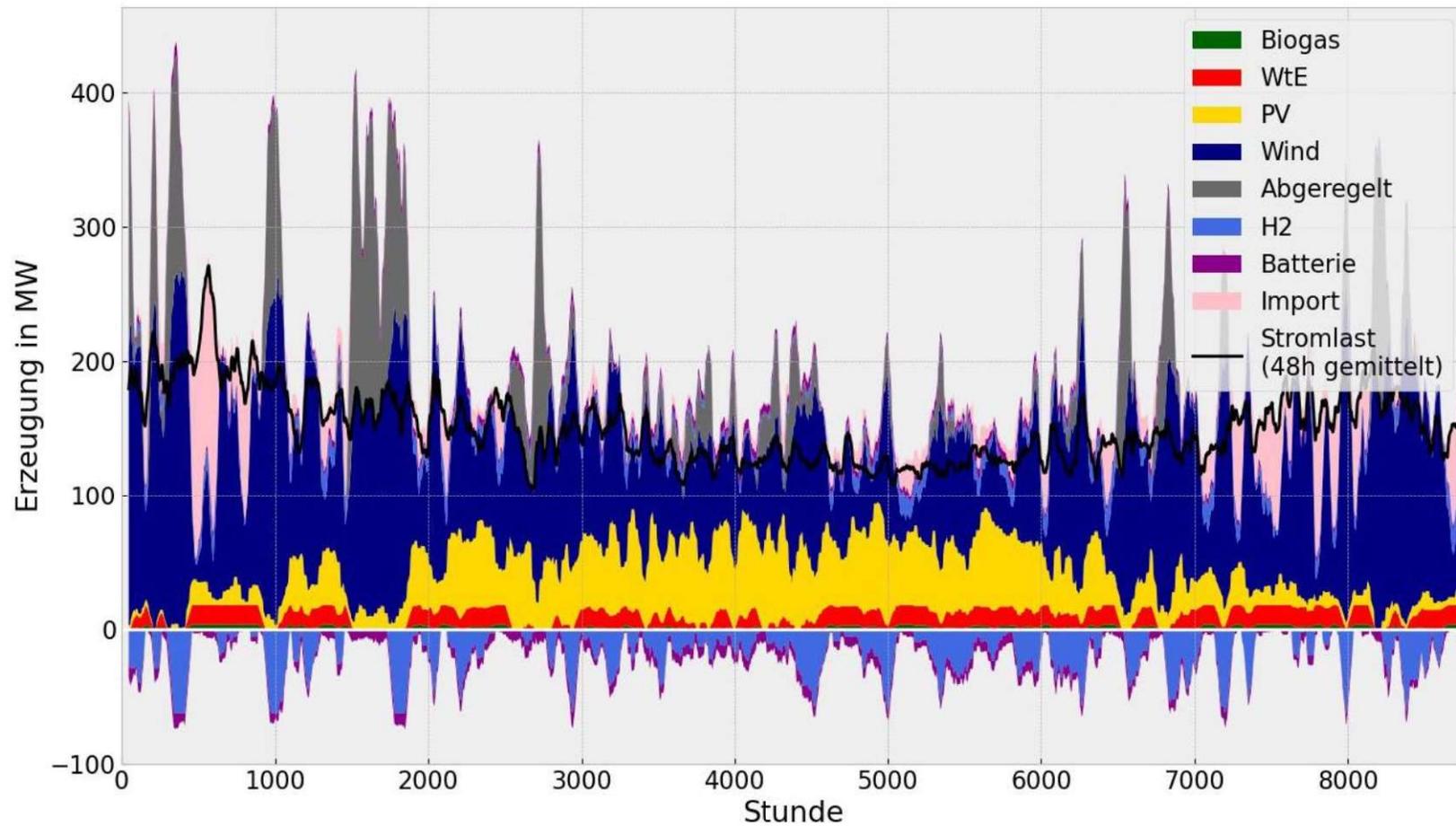
Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Backup Folien

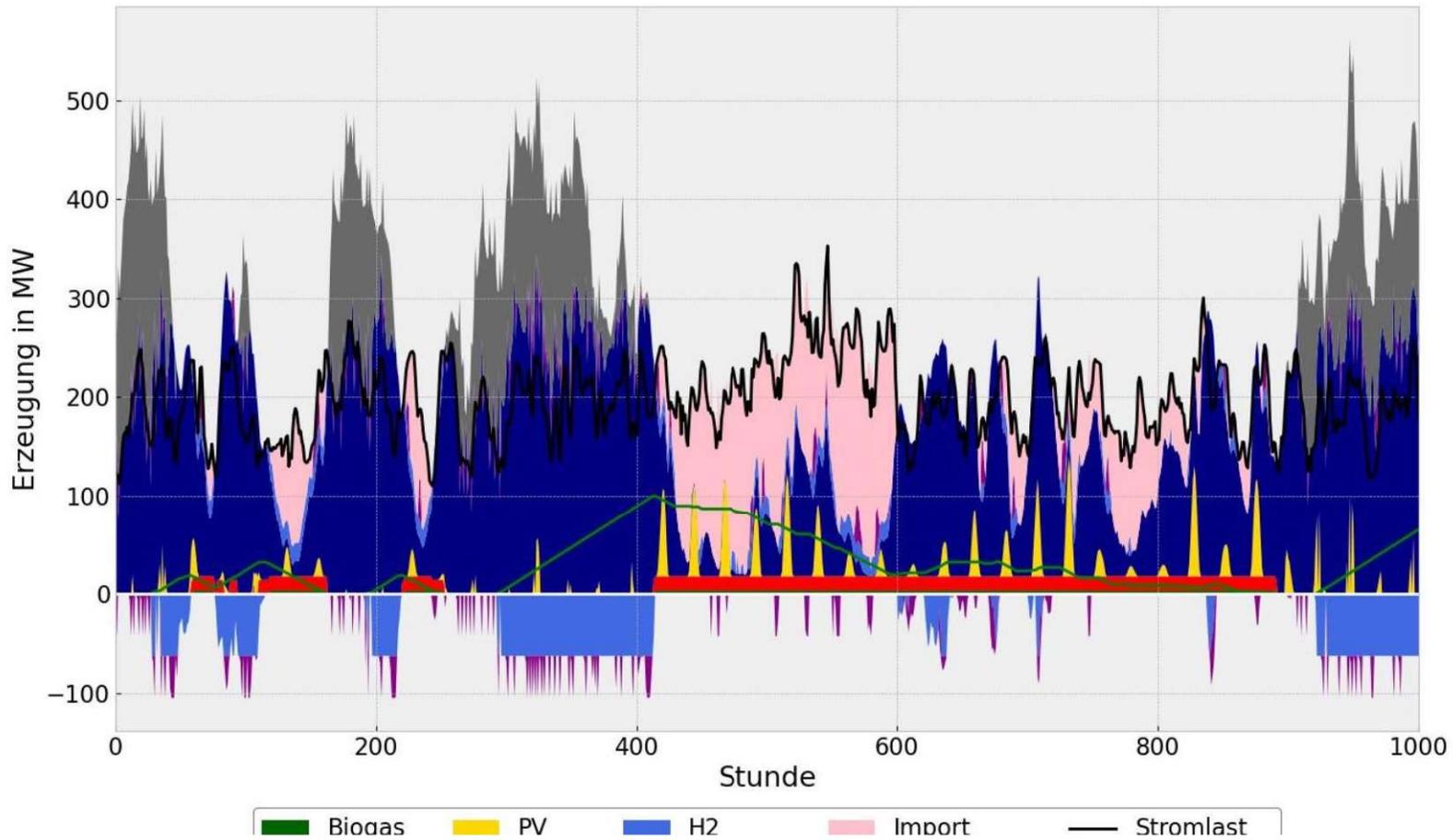
Fernwärmelastgang



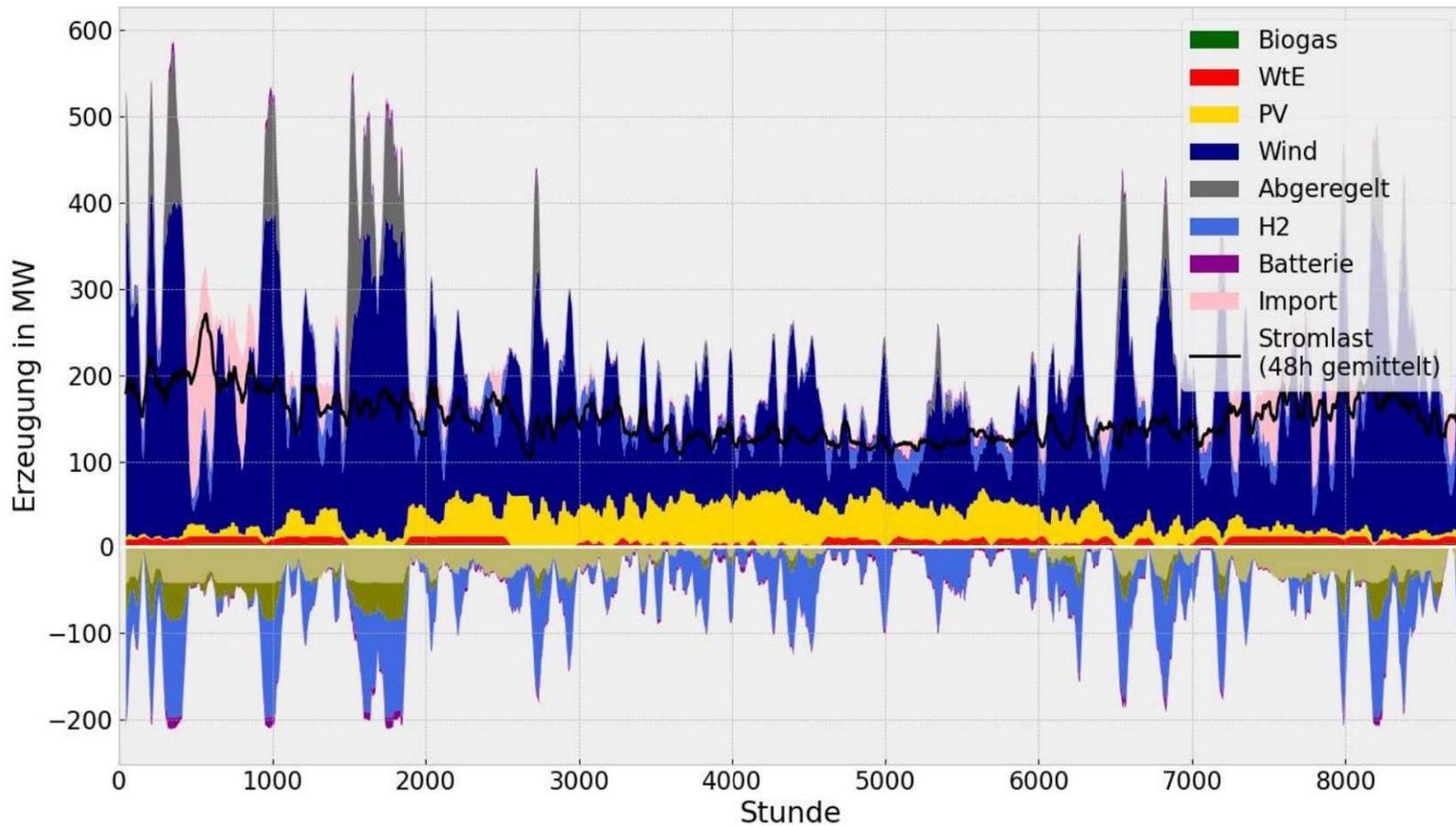
Erzeugungprofil Strom Jahr (ohne Fernwärmesektor)



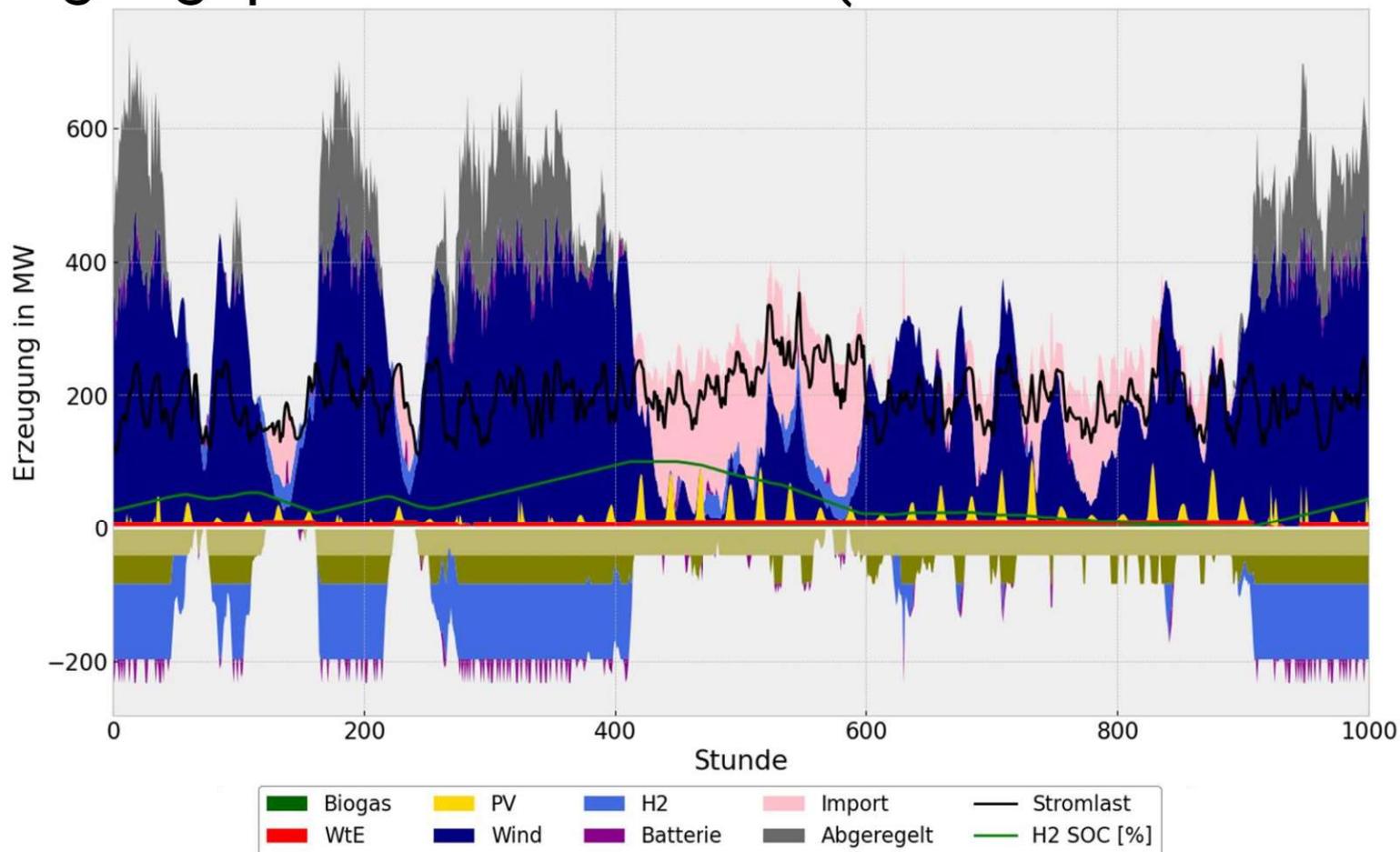
Erzeugungprofil Strom Winter (ohne Fernwärmesektor)



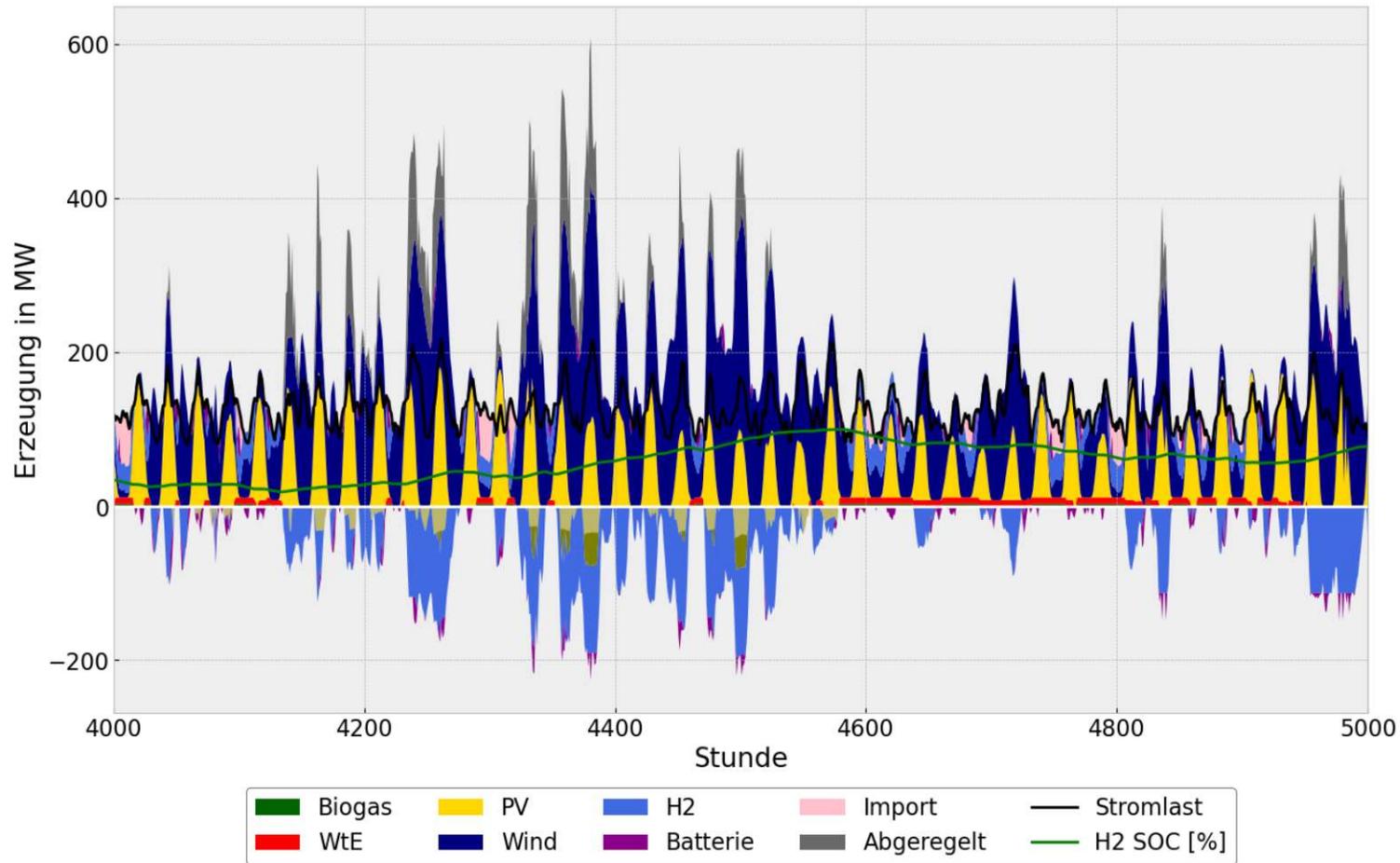
Erzeugungprofil Strom Jahr (mit Fernwärmesektor)



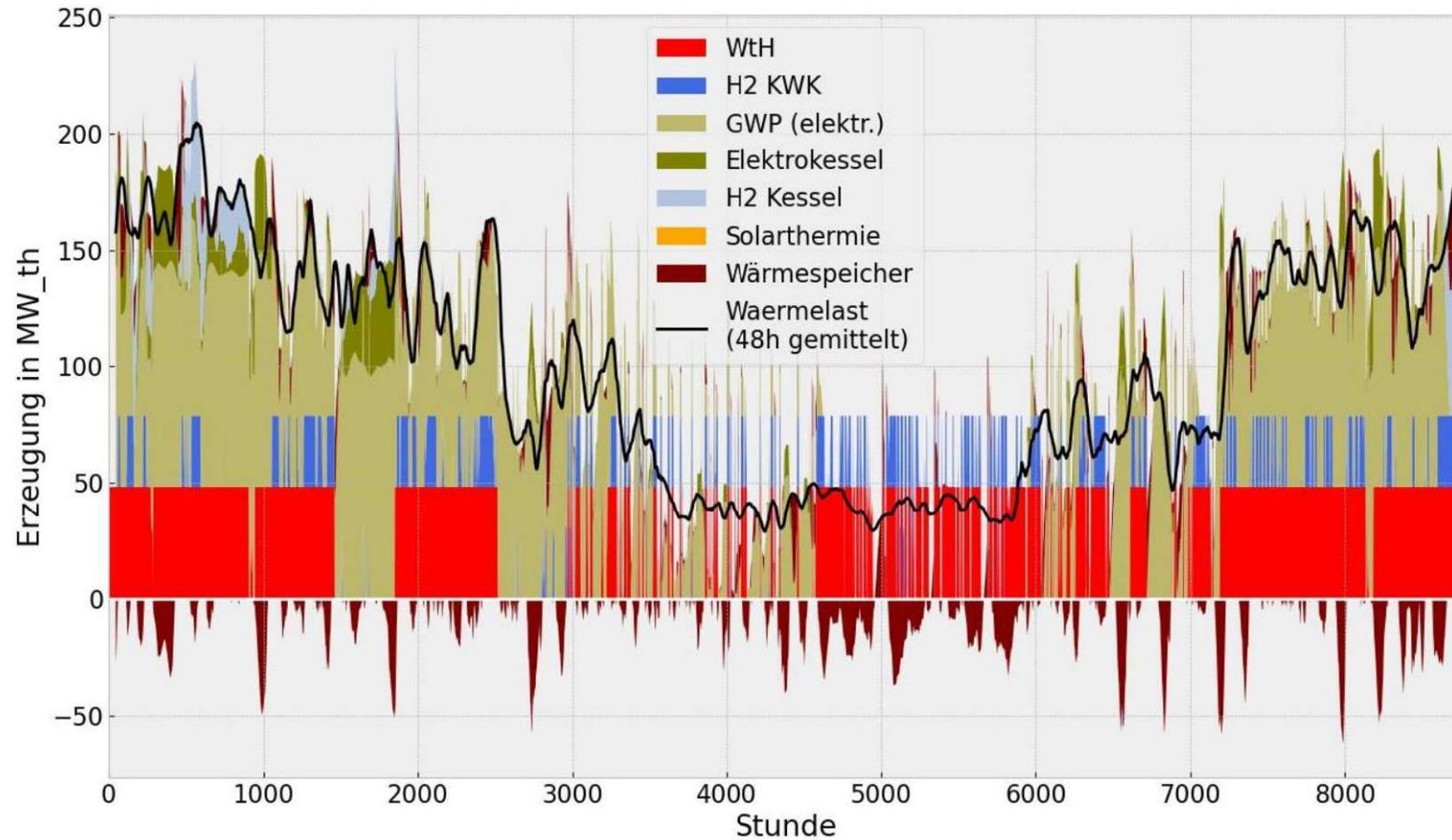
Erzeugungprofil Strom Winter (mit Fernwärmesektor)



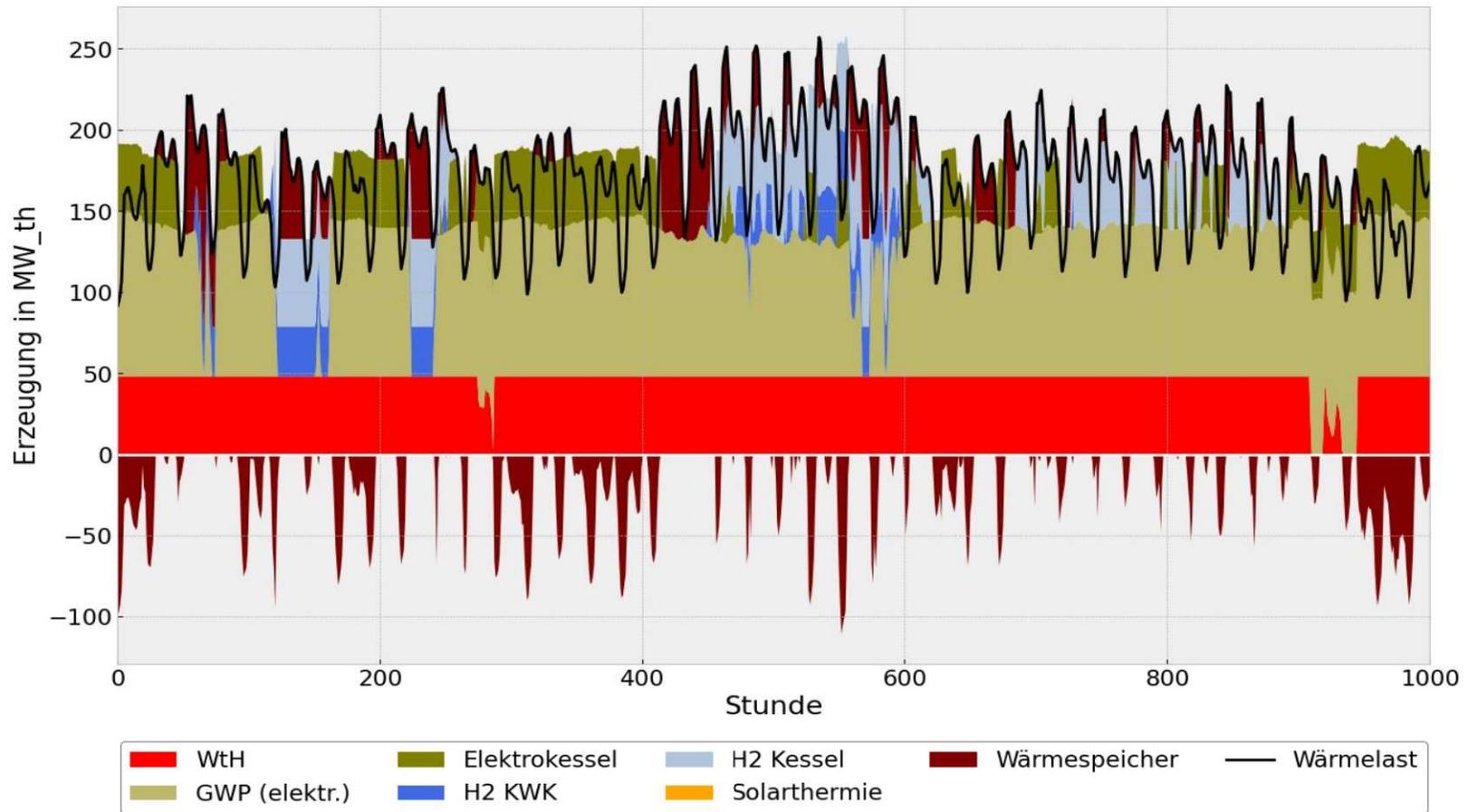
Erzeugungprofil Strom Sommer (mit Fernwärmesektor)



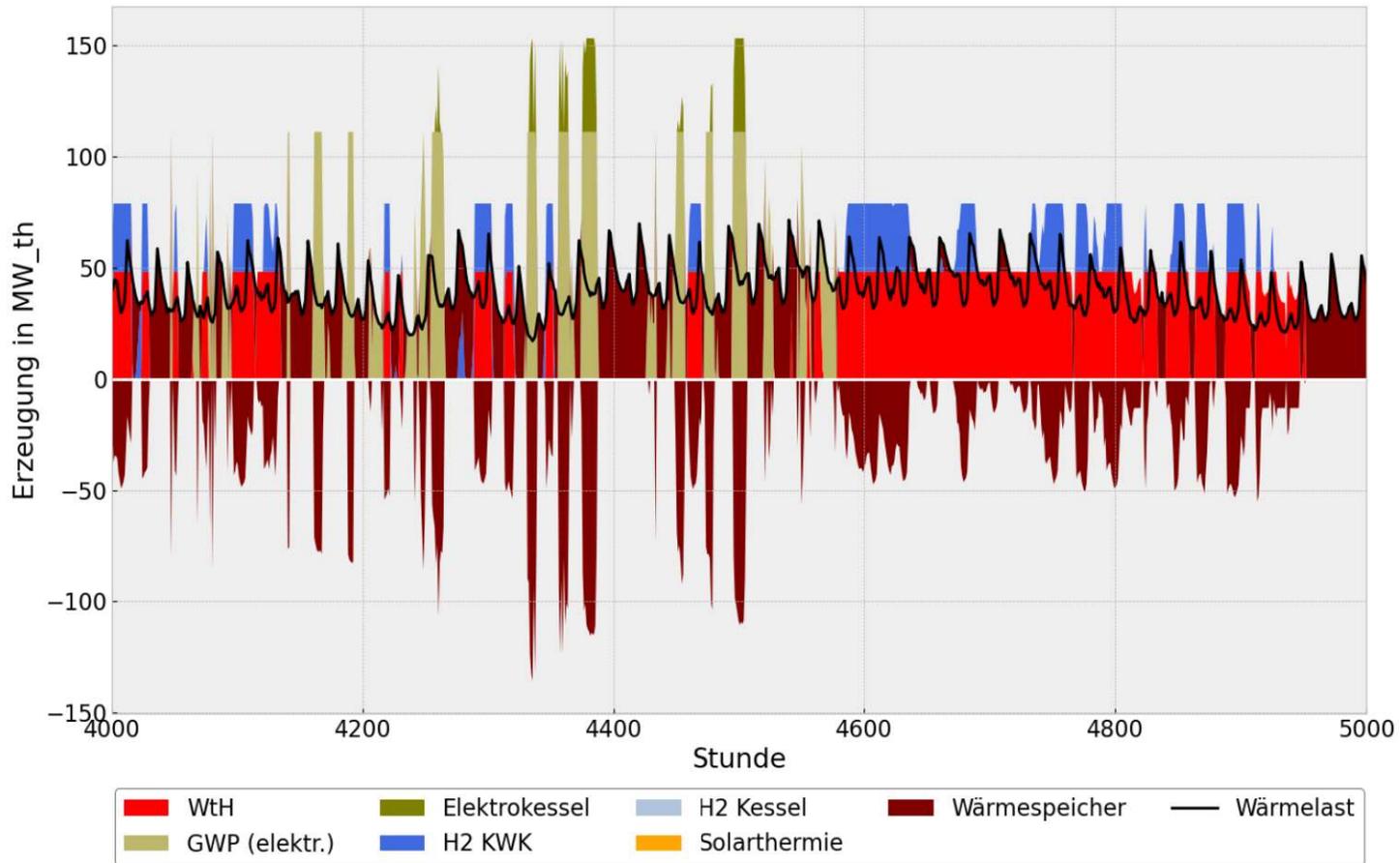
Erzeugungprofil Fernwärme Jahr



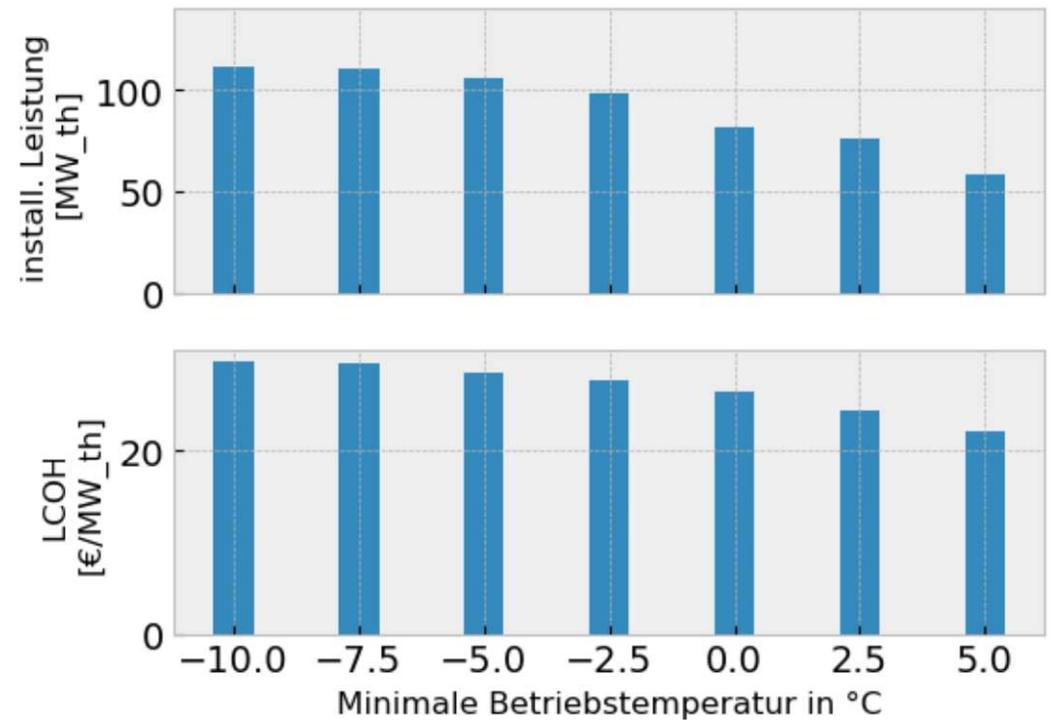
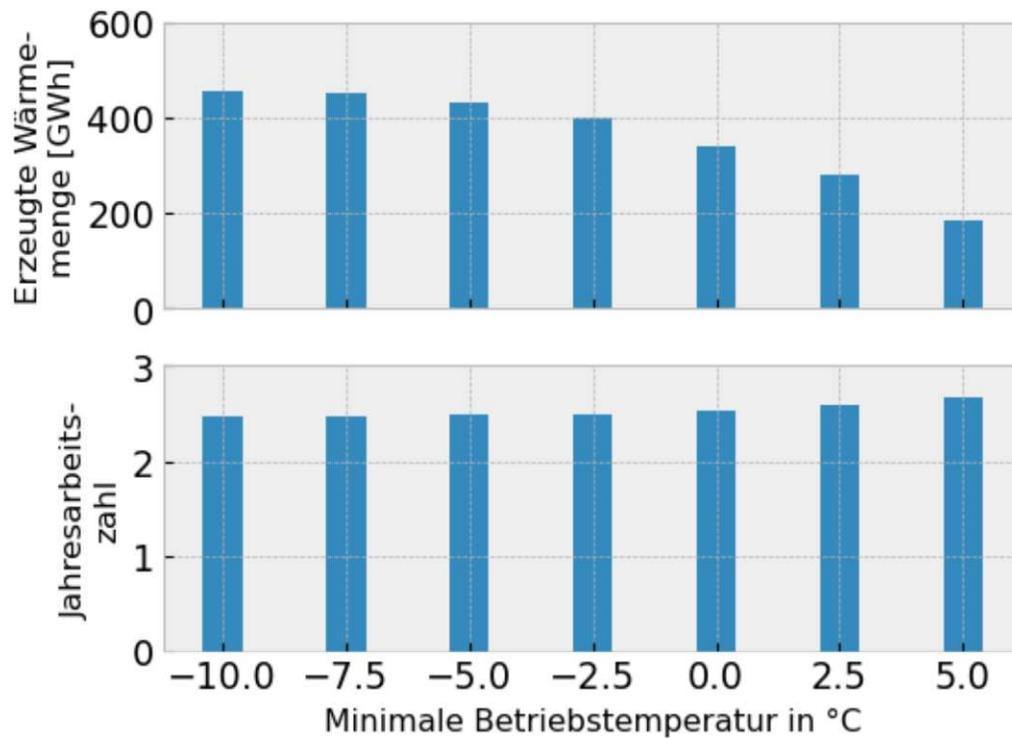
Erzeugungprofil Fernwärme Winter



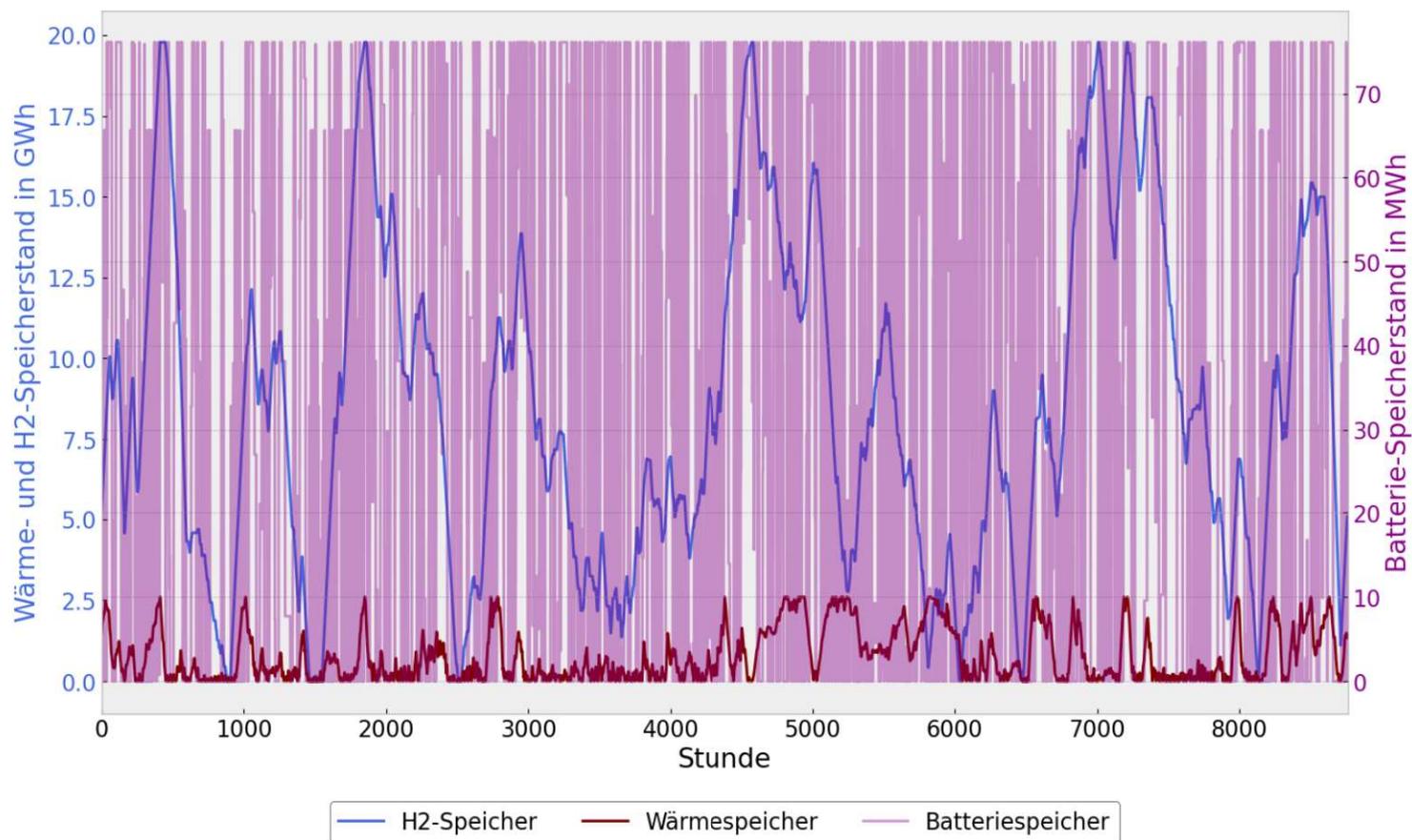
Erzeugungprofil Fernwärme Sommer



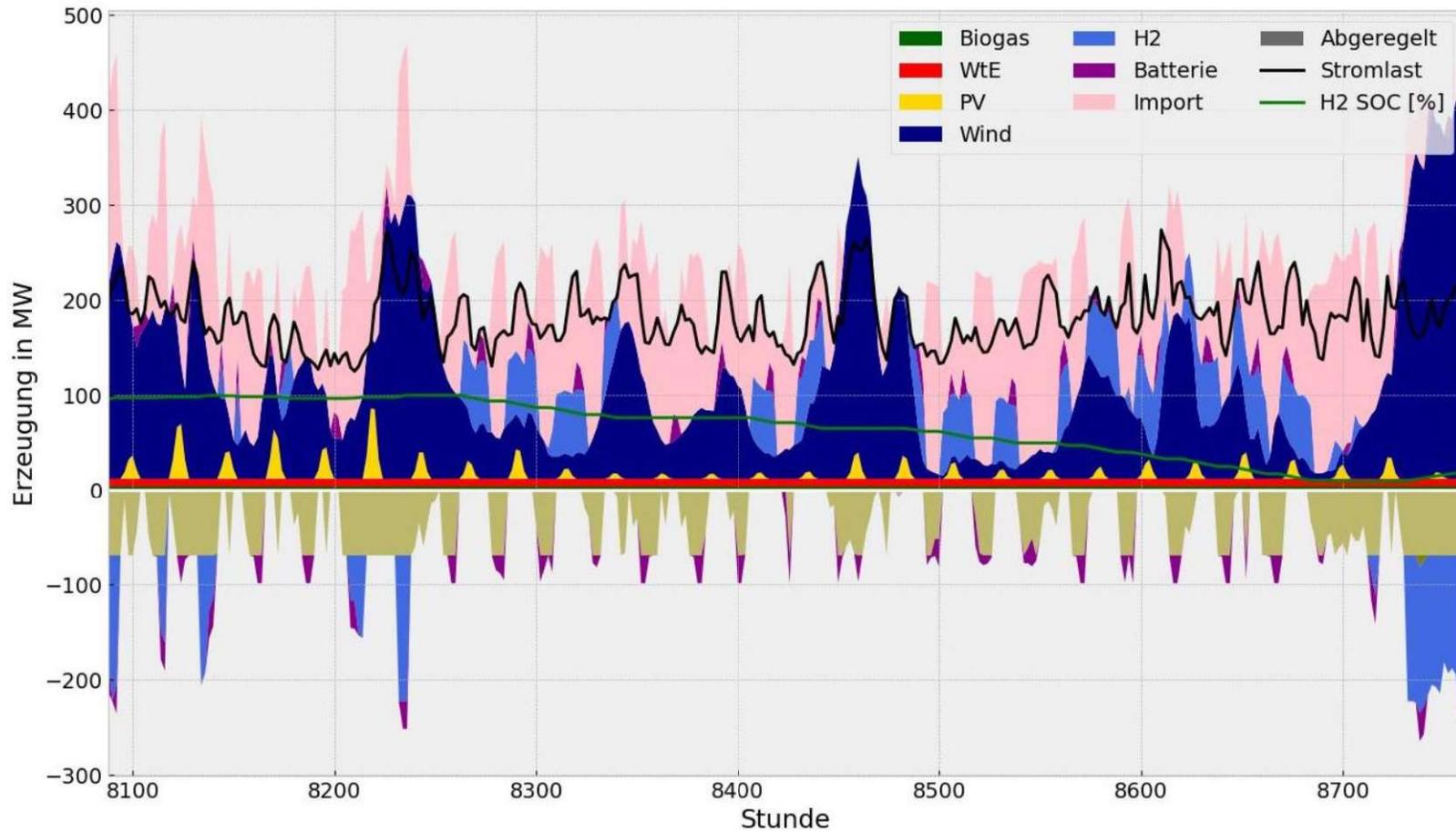
Analyse: untere Grenztemperatur GWP



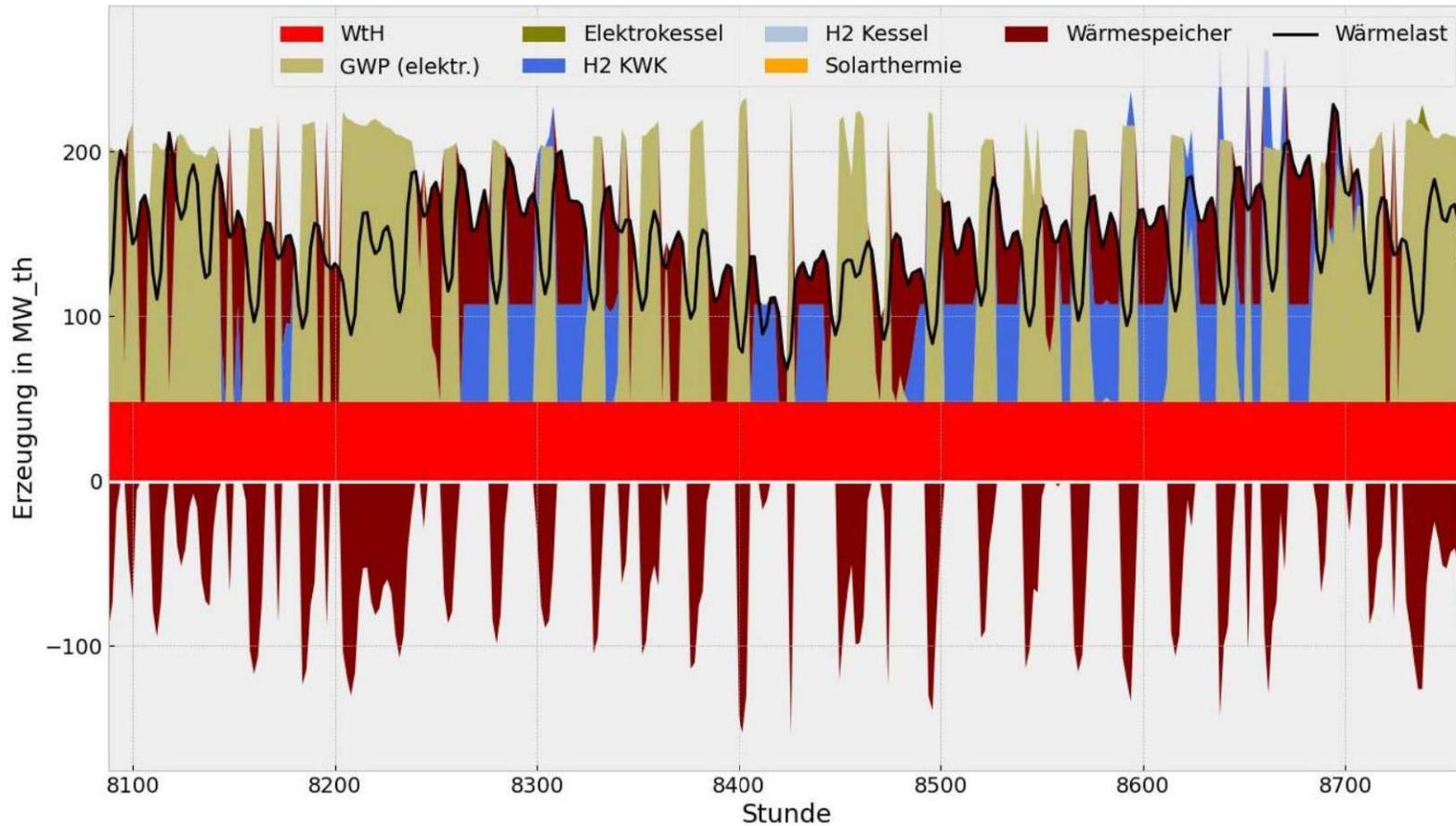
Speichereinsatz im Jahresverlauf



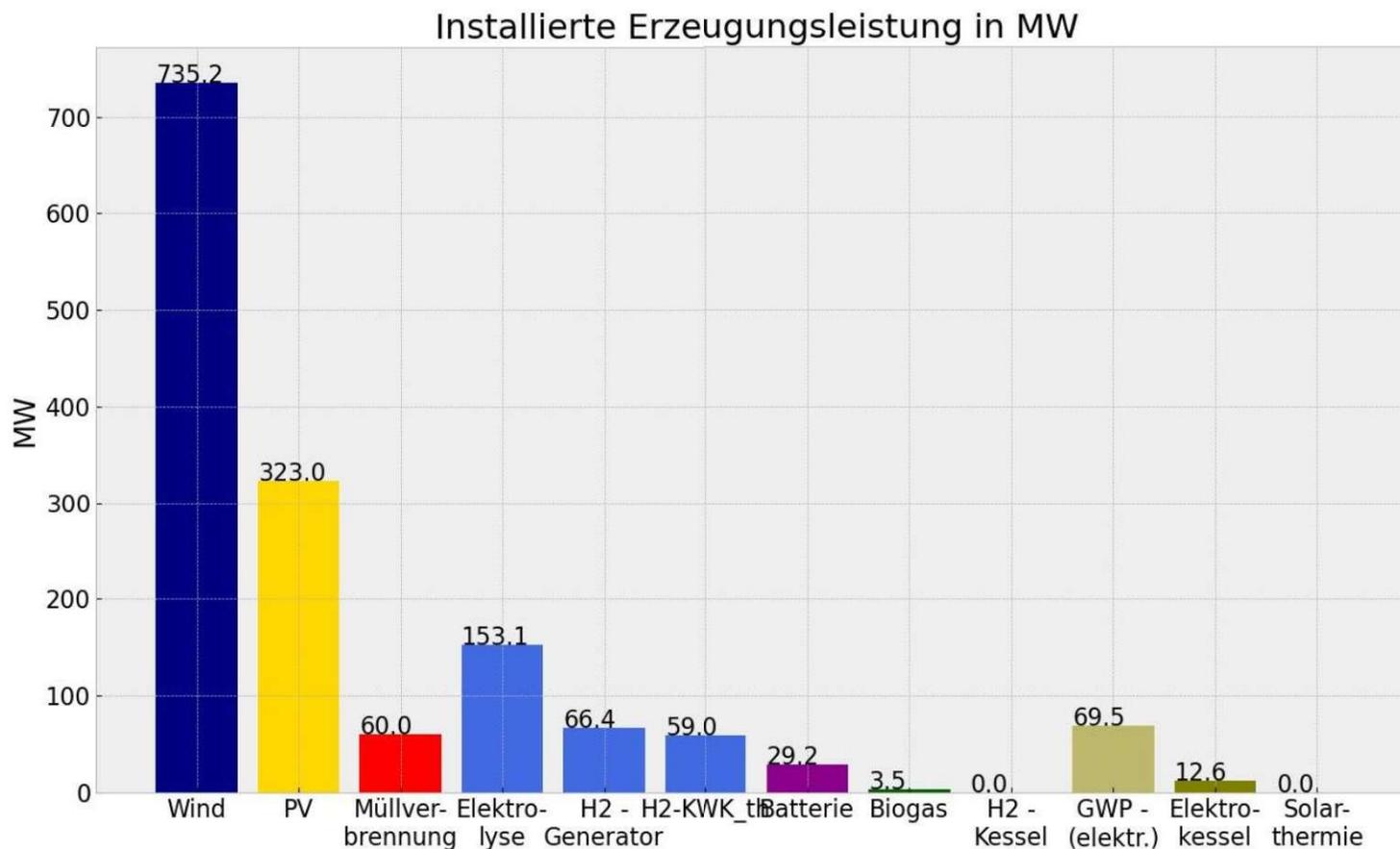
Erzeugungssprofil Dunkelflaute Dezember 2022



Erzeugungprofil Dunkelflaute Dezember 2022



Erzeugerpark Dunkelflaute Dezember 2022



Forschungsstand klimaneutrale Energieversorgung

Stromsektor:

- Erzeugung: Windkraft, Photovoltaik und weitere
- Speicherung: Batteriespeicher, Wasserstoff
- Flexibilitäten: Netzausbau, Lastmanagement, Sektorenkopplung

Wärmesektor:

- Bereitstellung: Wärmepumpen, Wärmenetze
- Lastreduktion: Gebäudedämmung
- Fernwärmeerzeugung: Großwärmepumpen, Wasserstoff und viele weitere