

Effizienzsteigerung in komplexen hybriden Energiesystemen am Beispiel eines Industriebetriebes

16. Symposium Energieinnovation EnInnov2020, 14.02.2020, TU Graz

Mike Alexander Lagler

Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen und Netze

Freitag, 14. Februar 2020

Forschungsprojekt

REsys

„Regelungsstrategien zur Effizienzsteigerung komplexer hybrider Energiesysteme“



Ziele

- Steigerung der **Energieeffizienz** komplexer hybrider Energiesysteme
- Generierung detaillierten Wissens zu den **Interdependenzen** zwischen den **Komponenten** derartiger Systeme
- **Entwicklung innovativer Methoden** zur Auswertung **großer Datenmengen**
- Entwicklung systemorientierter **Simulationsmodelle** mit offenen Systemgrenzen zur Optimierung

Forschungsprojekt

REsys

„Regelungsstrategien zur Effizienzsteigerung komplexer hybrider Energiesysteme“



Fokus des Beitrages

- Steigerung der **Energieeffizienz** komplexer hybrider Energiesysteme
- Generierung detaillierten Wissens zu den **Interdependenzen** zwischen den **Komponenten** derartiger Systeme
- Entwicklung **innovativer Methoden** zur Auswertung **großer Datenmengen**
- Entwicklung systemorientierter **Simulationsmodelle** mit offenen Systemgrenzen zur Optimierung

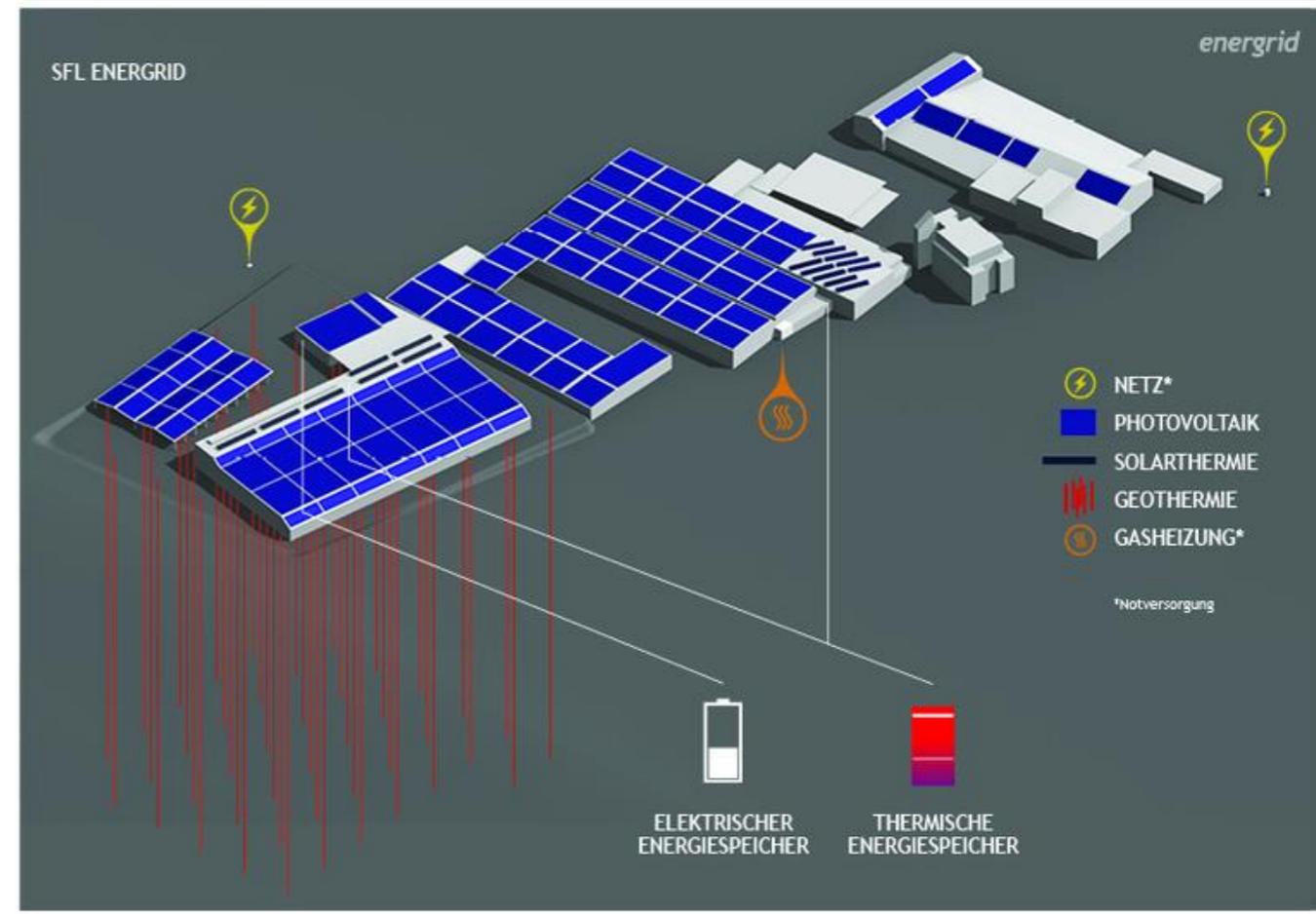
Hybride Energiesysteme – Industriebetrieb

Intelligente Kopplung

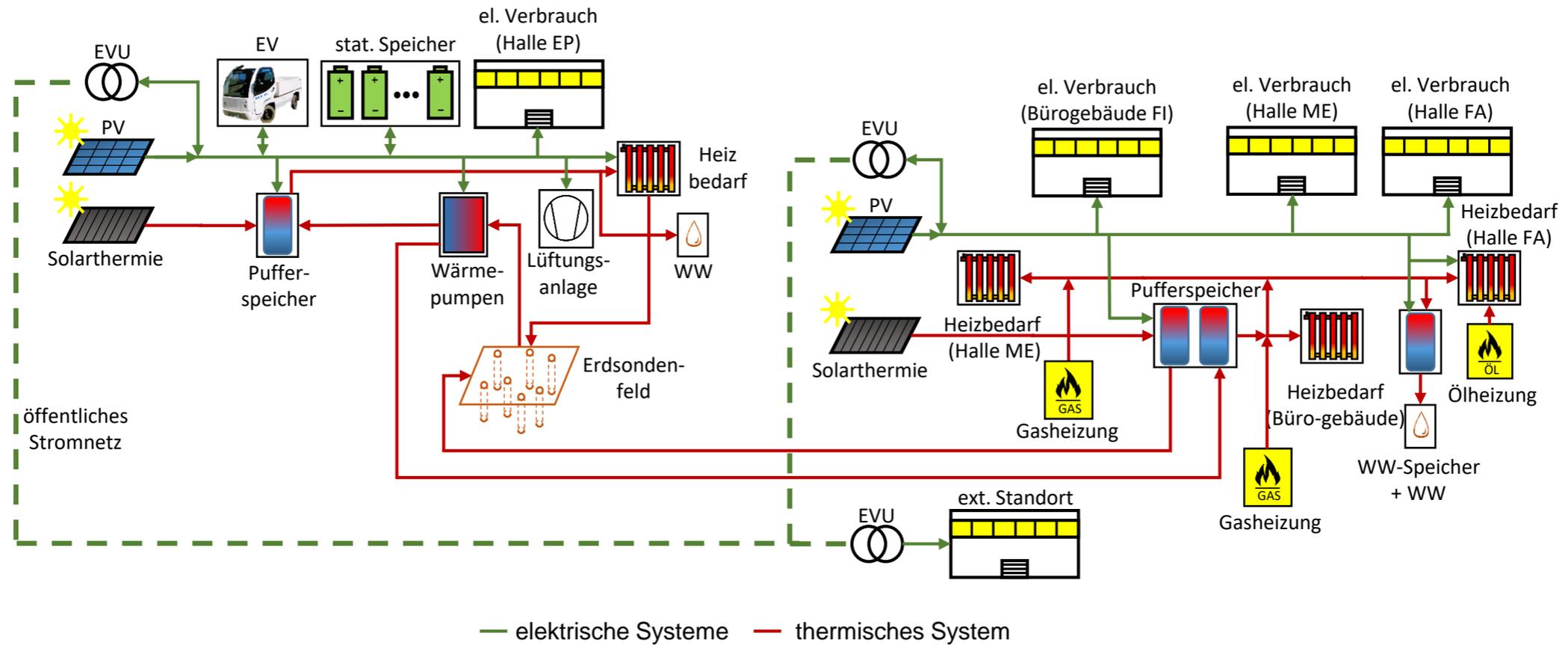
thermischer & elektrischer Energiesysteme

Berücksichtigung von unterschiedlichen

- Energieträgern und -bereitstellungsanlagen,
- Energieverteilungssystemen und
- Energiespeicherungssystemen



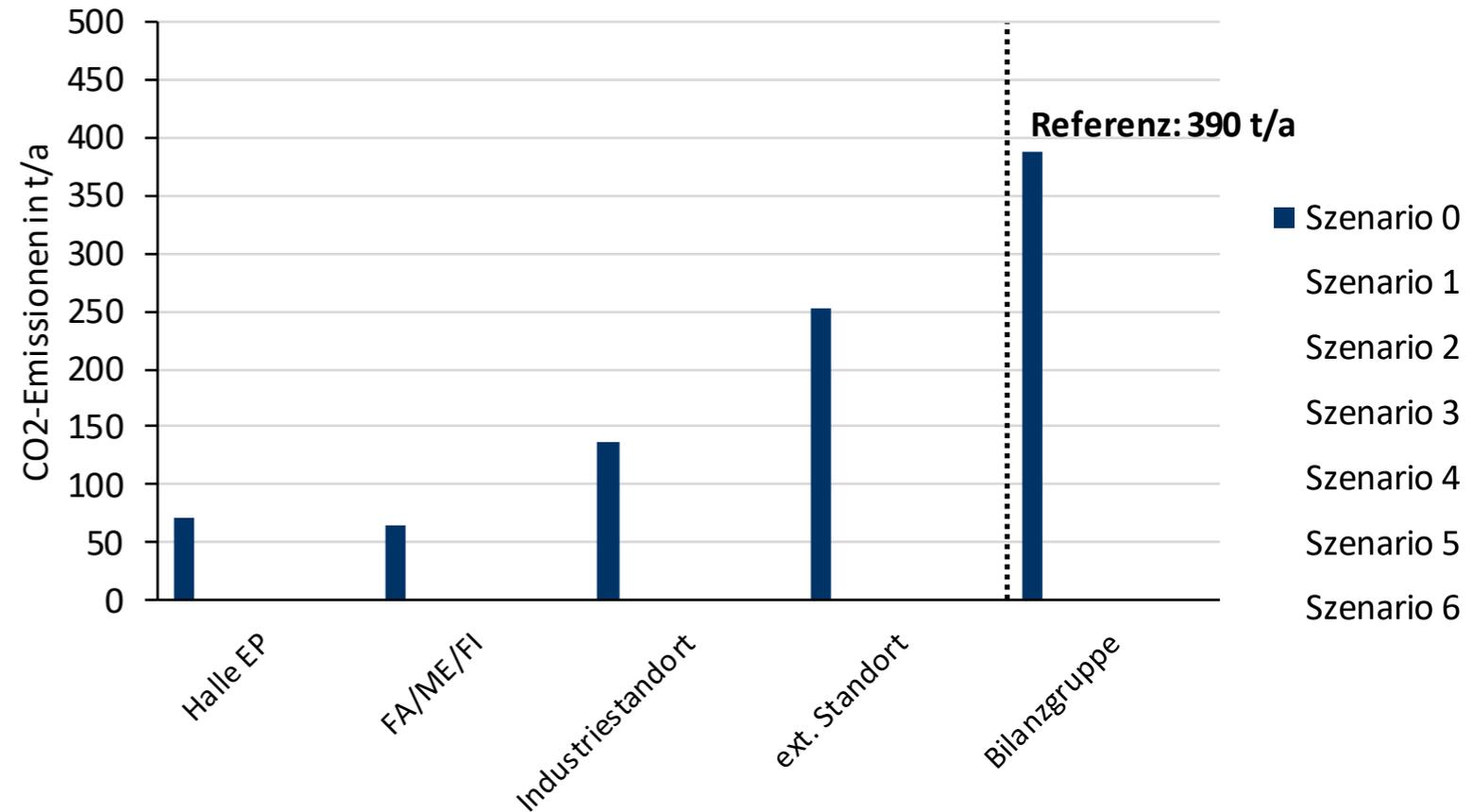
Hybride Energiesysteme – Industriebetrieb



Szenarien und Resultate der Simulationen

Szenario 0

Kein bilanzierter Strom-Austausch zwischen den Standorten



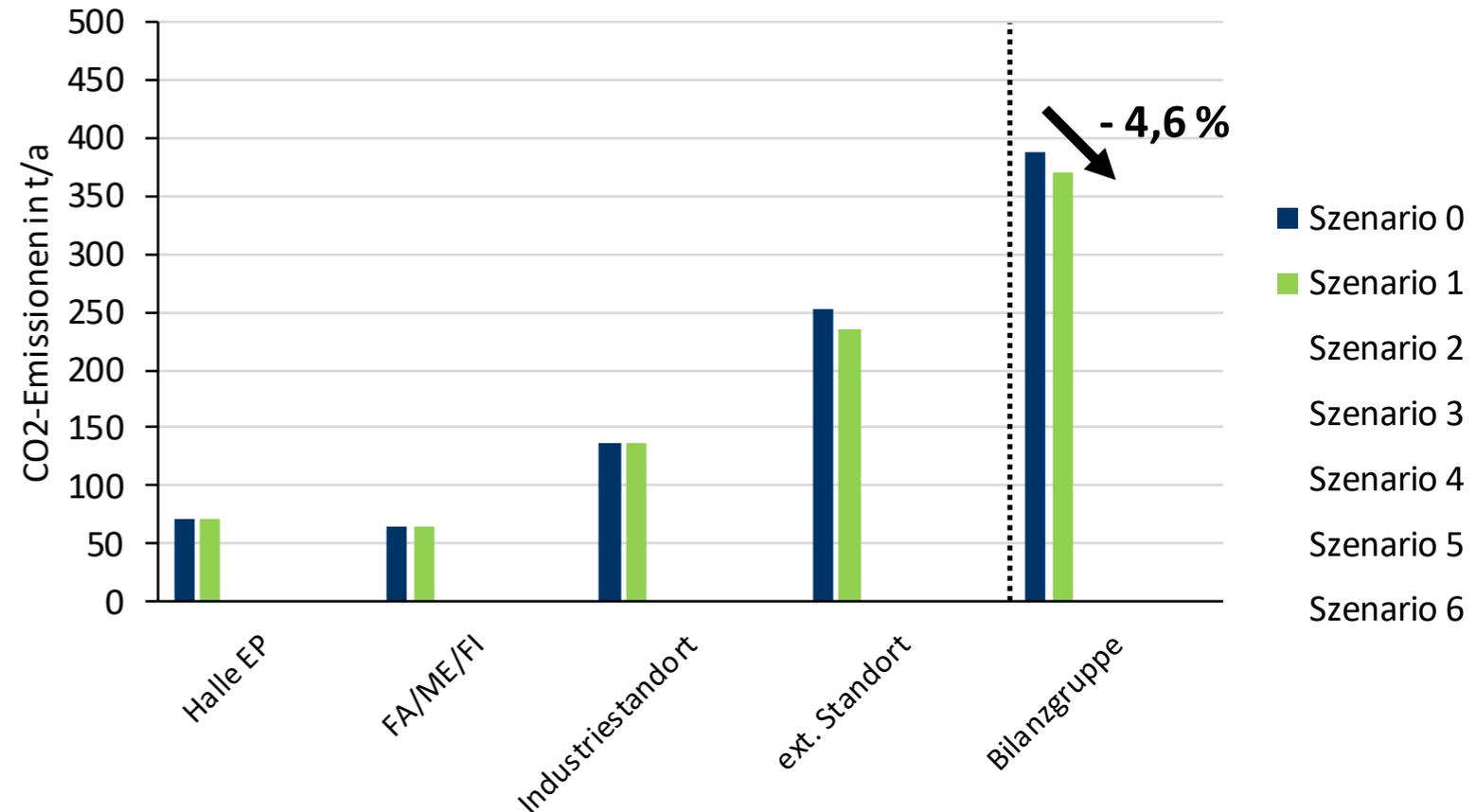
Szenarien und Resultate der Simulationen

Szenario 0

Kein bilanzierter Strom-Austausch zwischen den Standorten

Szenario 1

Bilanzierter Strom-Austausch zwischen den Standorten



Szenarien und Resultate der Simulationen

Szenario 0

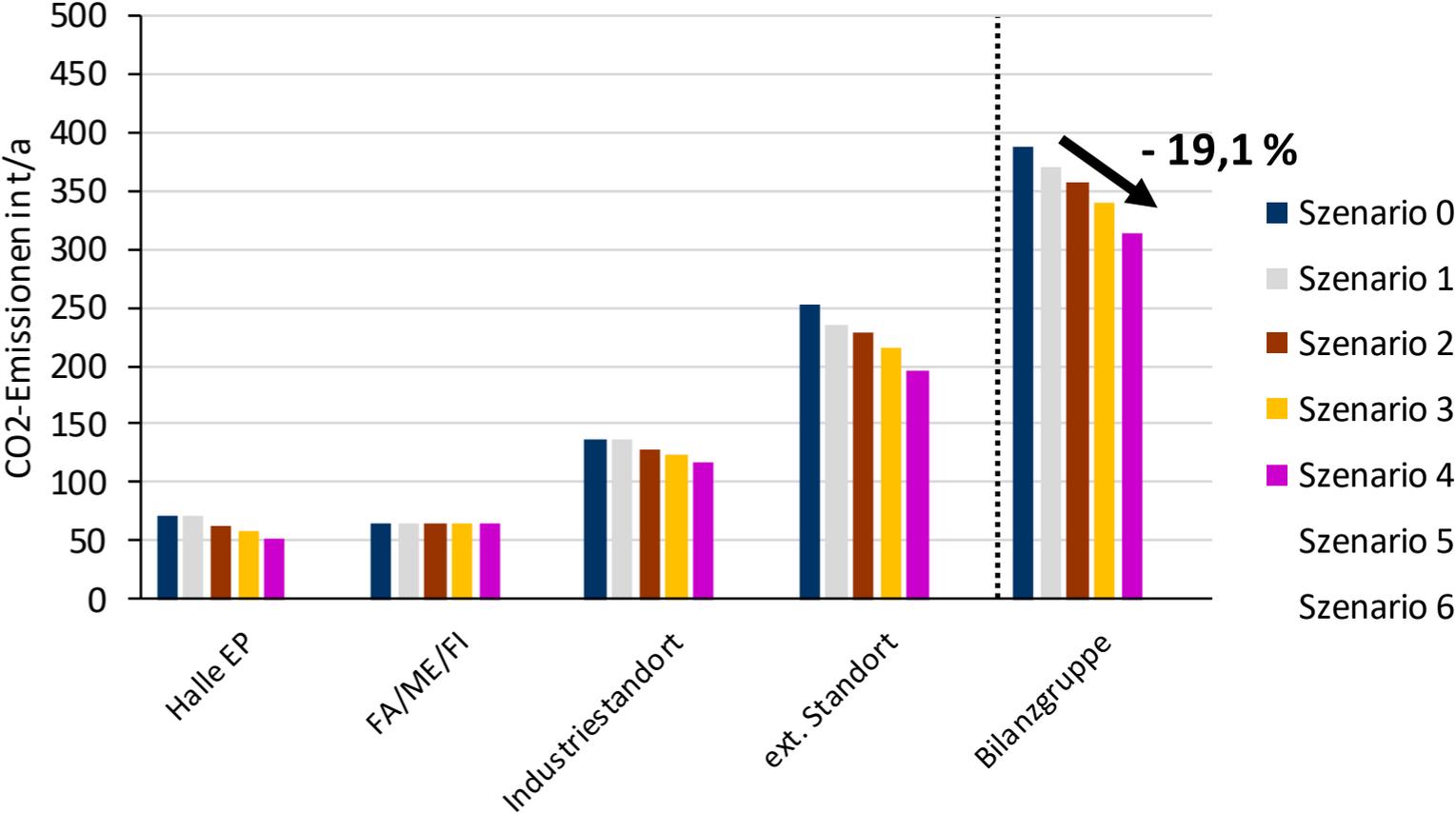
Kein balanzierter Strom-Austausch zwischen den Standorten

Szenario 1

Balanzierter Strom-Austausch zwischen den Standorten

Szenario 2-4

Integration eines el. Energiespeichers
200 → 500 → 1000 kWh



Szenarien und Resultate der Simulationen

Szenario 0

Kein balanzierter Strom-Austausch zwischen den Standorten

Szenario 1

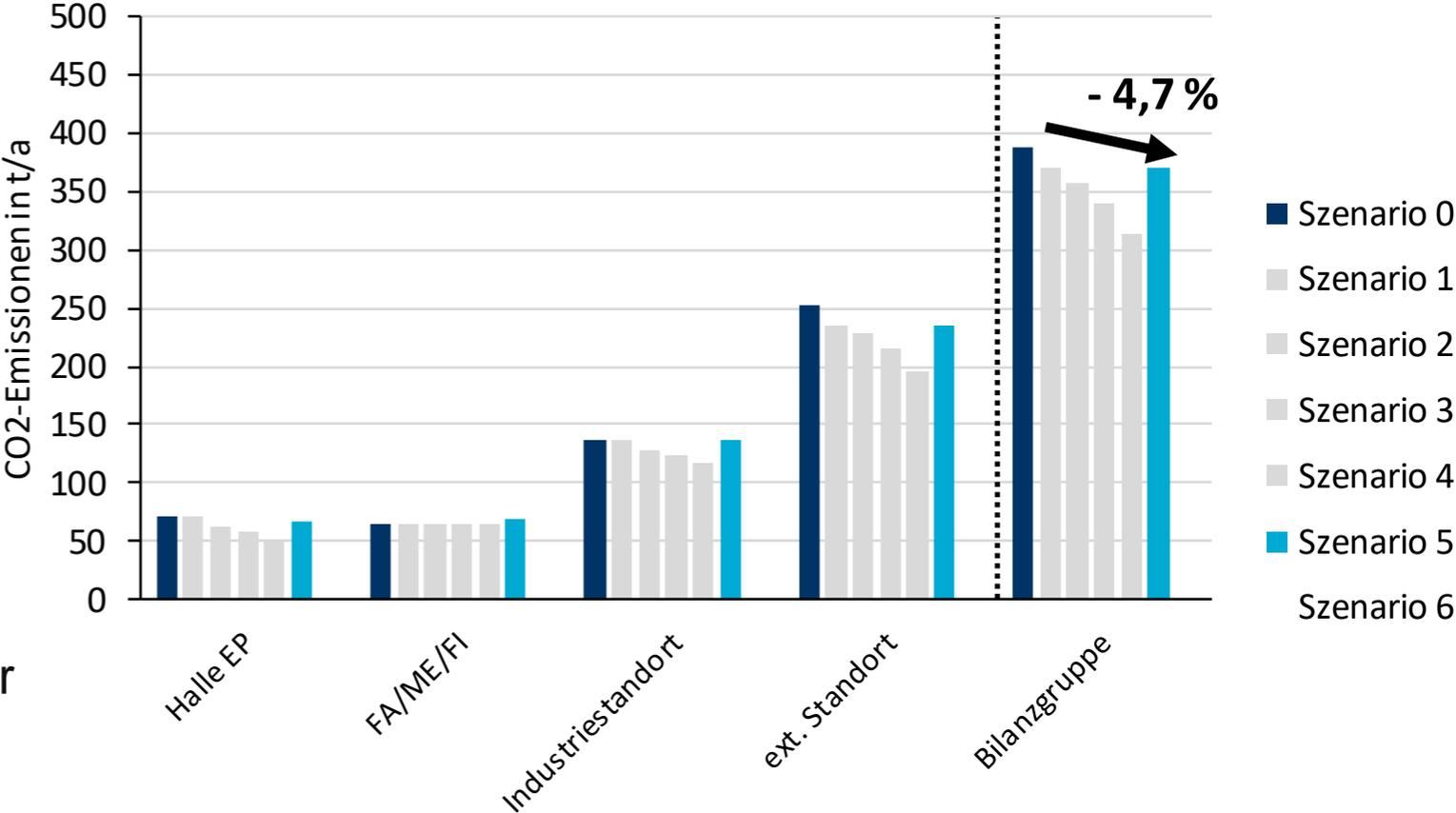
Balanzierter Strom-Austausch zwischen den Standorten

Szenario 2-4

Integration eines el. Energiespeichers
200 → 500 → 1000 kWh

Szenario 5

Vergrößerung der therm. Energiespeicher für die Solarthermieanlagen



Szenarien und Resultate der Simulationen

Szenario 0

Kein balanzierter Strom-Austausch zwischen den Standorten

Szenario 1

Balanzierter Strom-Austausch zwischen den Standorten

Szenario 2-4

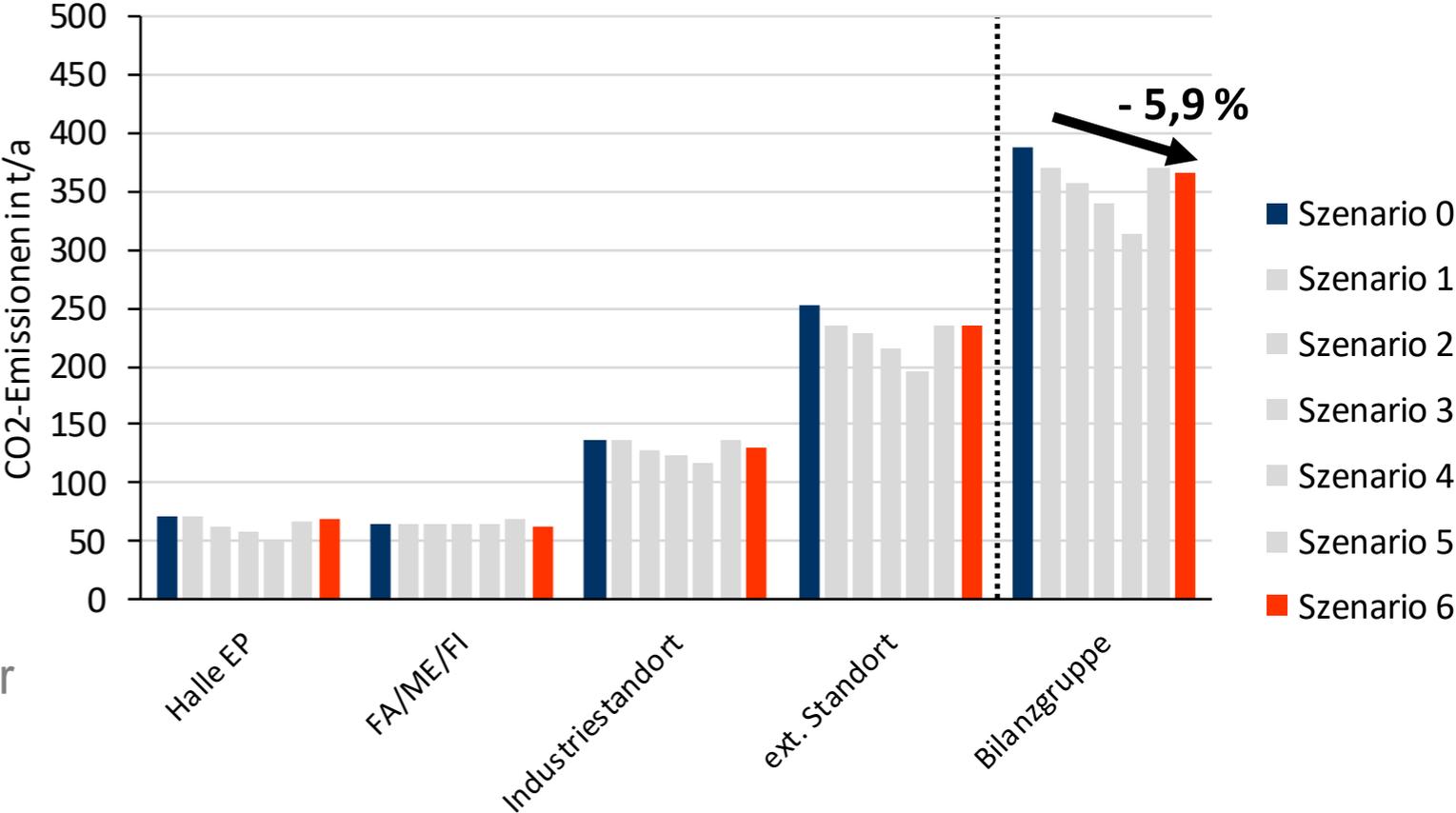
Integration eines el. Energiespeichers
200 → 500 → 1000 kWh

Szenario 5

Vergrößerung der therm. Energiespeicher für die Solarthermieanlagen

Szenario 6

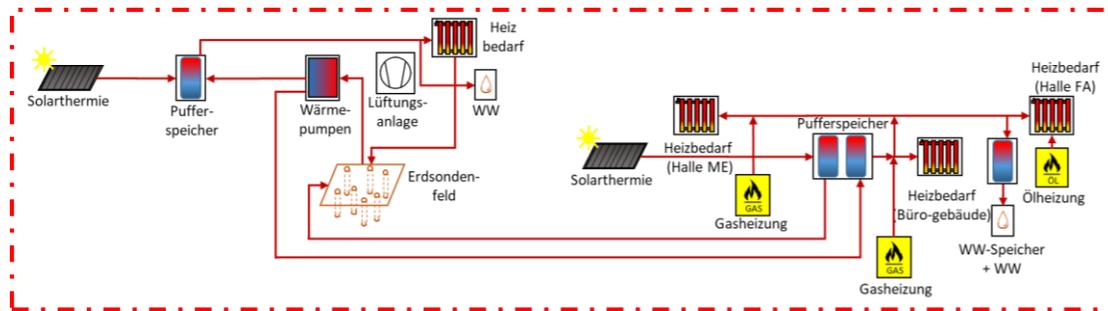
Vergrößerung der therm. Energiespeicher für die Wärmepumpen



Methodische Vorgehensweise

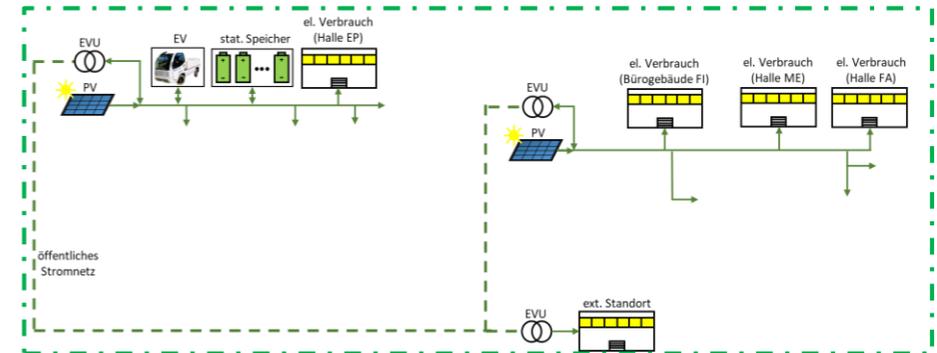
Energiemanagementmodell

- Institut für Elektrische Anlagen und Netze (IEAN)
- Software MATLAB
- Optimierter Betrieb des hybriden Energiesystems



Thermische Modellierung

- Institut für Wärmetechnik (IWT)
- TRNSYS 17 (Transient System Simulation Tool)
- Gebäude und Anlagenkomponenten
- gesamtheitliches Gebäude- und Anlagensystem



Elektrotechnische Modellierung

- Institut für Elektrische Anlagen und Netze (IEAN)
- Software MATLAB
- Anlagenkomponenten und Verteilsystem

Thermische Modellierung des hybriden Energiesystems

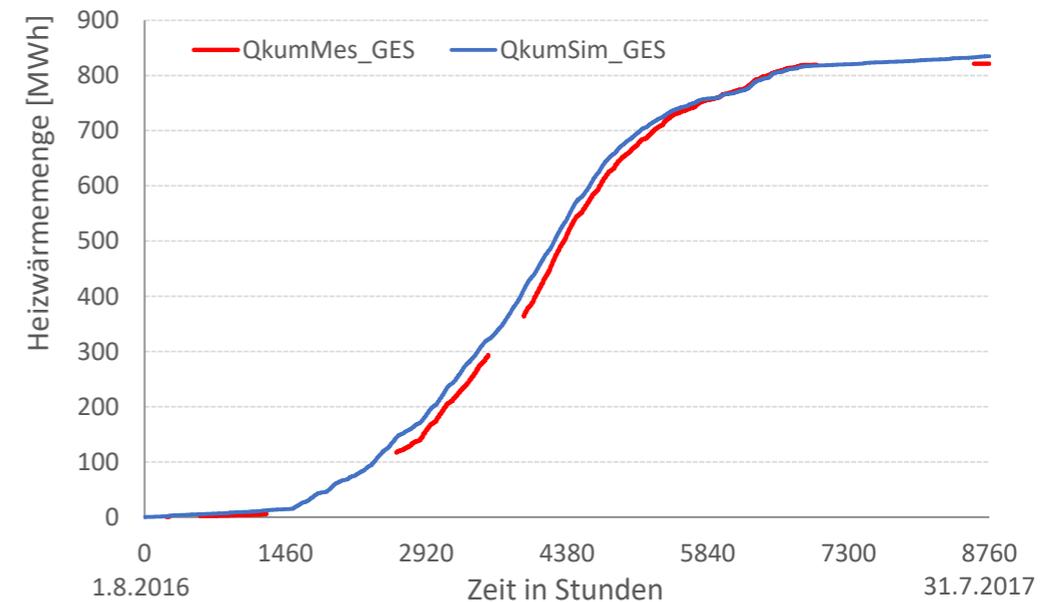
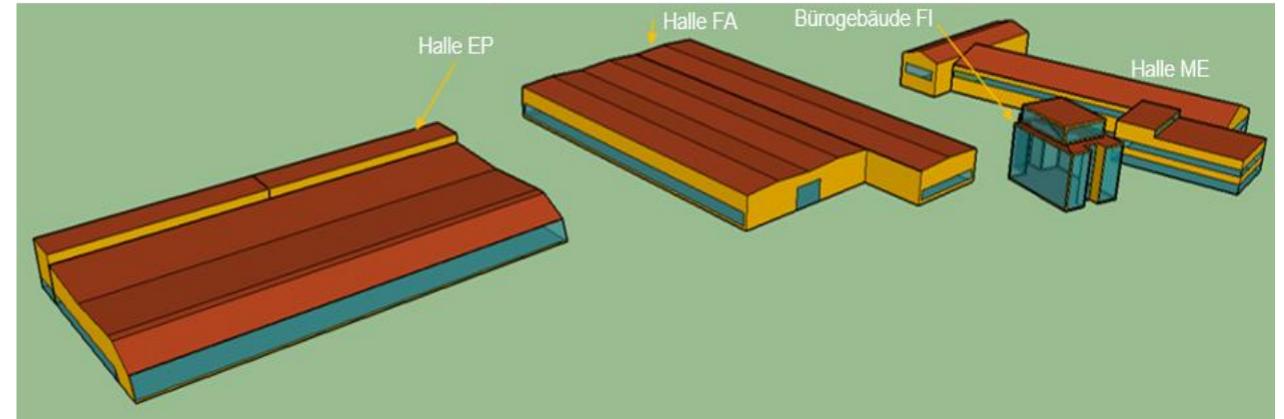
Gebäudemodell und –validierung

Gebäudemodell

- 4 beheizte Gebäude (Hallen)
- Spezifikation der Gebäude mit unterschiedlichen thermischen Zonen TRNSYS – „Type 56“
- Parameter
 - Außenflächentypen (Wand, Dach, Fenster)
 - Ausrichtung und Orientierung

Validierung

- Abweichung simulierter Heizwärmebedarf zu Messwerten von 1,64 %



Thermische Modellierung des hybriden Energiesystems

Wesentliche Anlagenkomponenten

Wärmepumpen

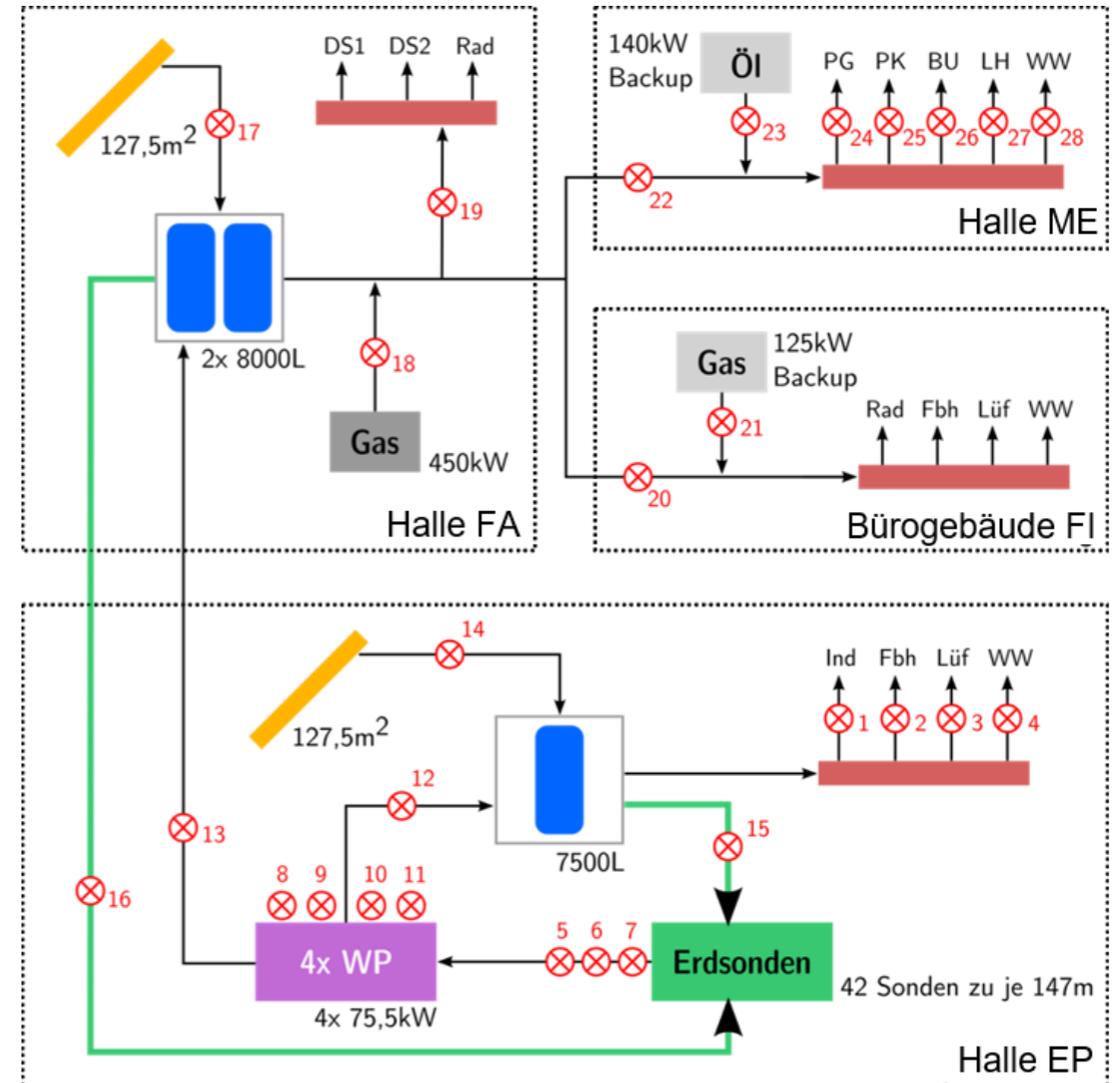
- Primäre Wärmebereitstellungsanlage
- Vier Wärmepumpen je 75,5 kW (B0/W35)
- Quelle: 42 Tiefensonden je 147 m Bohrtiefe

Solarthermie

- Bruttokollektorfläche von zweimal je 127,5 m²

Thermische Energiespeicher

- Energiespeichervolumen von 2x 7500 Litern & 1x 8000 Litern



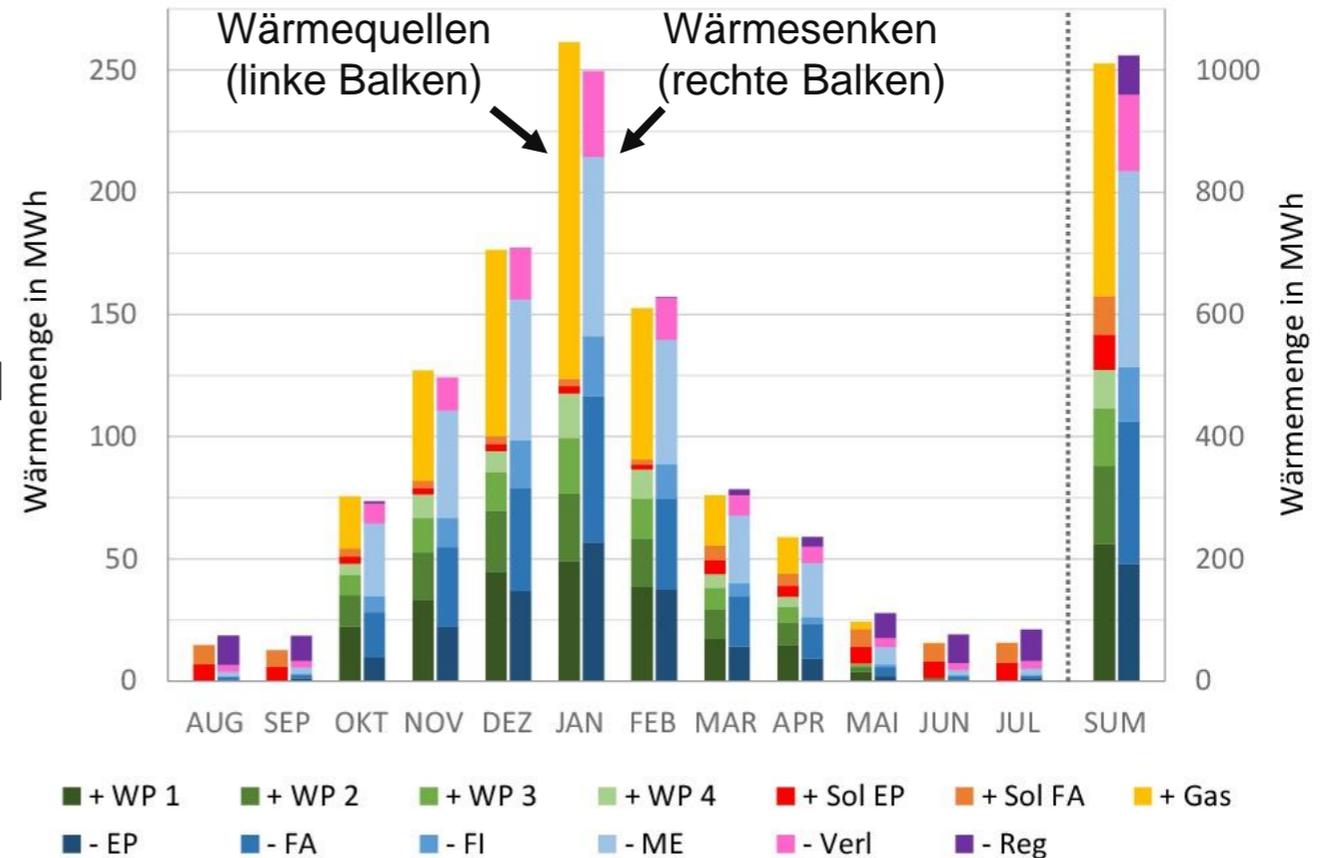
Thermische Modellierung des hybriden Energiesystems

Validierung des Gesamtsystem

- Gaskessel in Wintermonaten eingesetzt
- Regeneration der Erdsonden von Mai bis September
- Abweichung zwischen Wärmequellen und -senken aufgrund der Speicher

Wärmemenge [MWh/a]	Σ WP	Σ Solar	Gas	Gesamt
Messung	501,0	123,0	383,5	1007,6
Simulation	509,3	121,0	380,5	1010,8
Abweichung*	1,61%	1,59%	0,76%	0,32%

*Abweichung bezogen auf die Messung



Elektrotechnische Modellierung des hybriden Energiesystems

Photovoltaikanlagen

- Installierte Leistung von 662 kWp und 344 kWp
- Validierung: Abweichung zw. Messdaten und Simulation im Mittel 1,9 %

Kopplung zu thermischem System

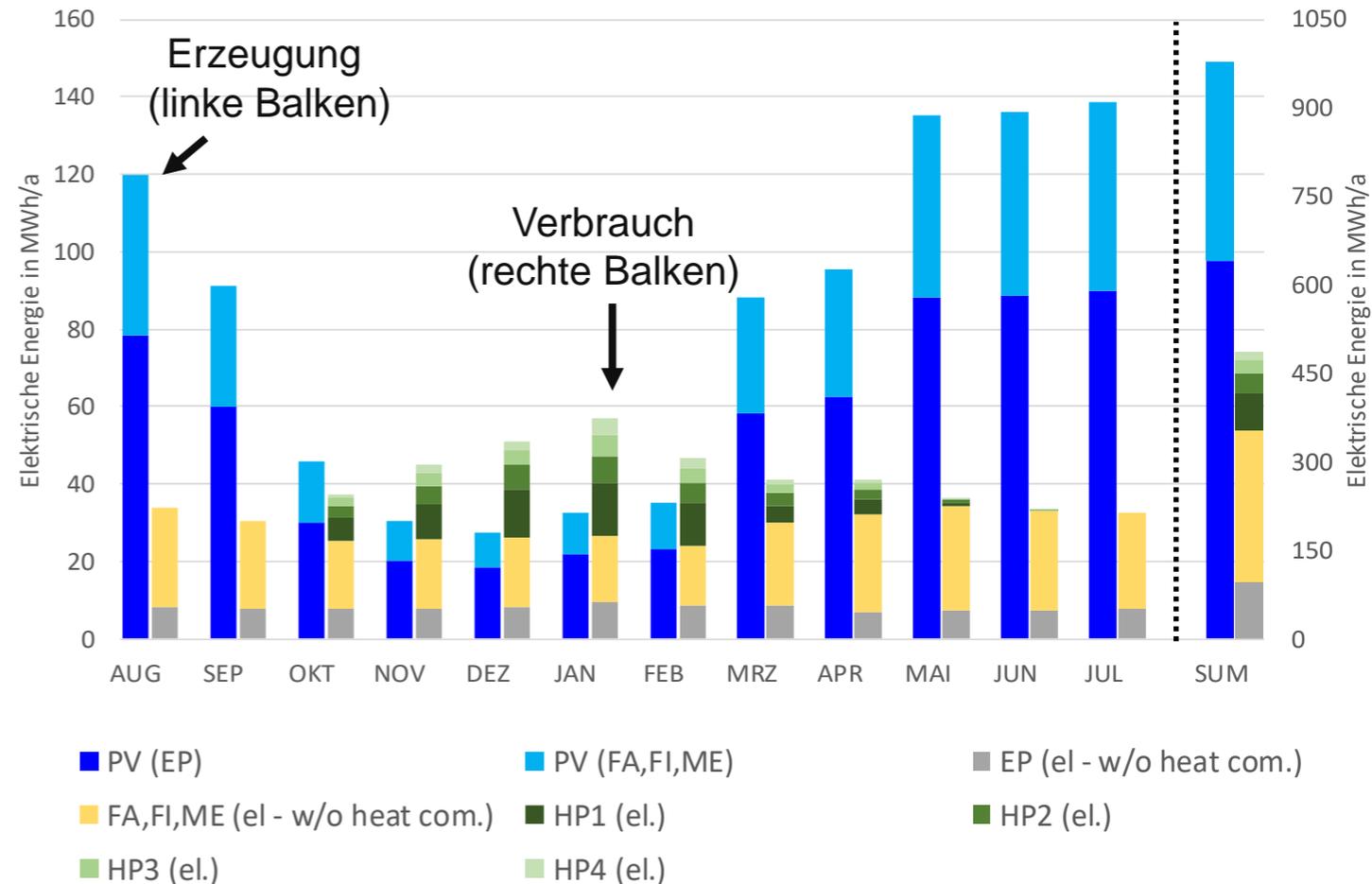
- Wärmepumpen und E-Patronen (90 kW)

Strombedarf

- Industriestandort: 355 MWh/a
- (ext. Standort: 1200 MWh/a)

Elektrischer Energiespeicher

- Variabel zwischen 0 und 1000 kWh



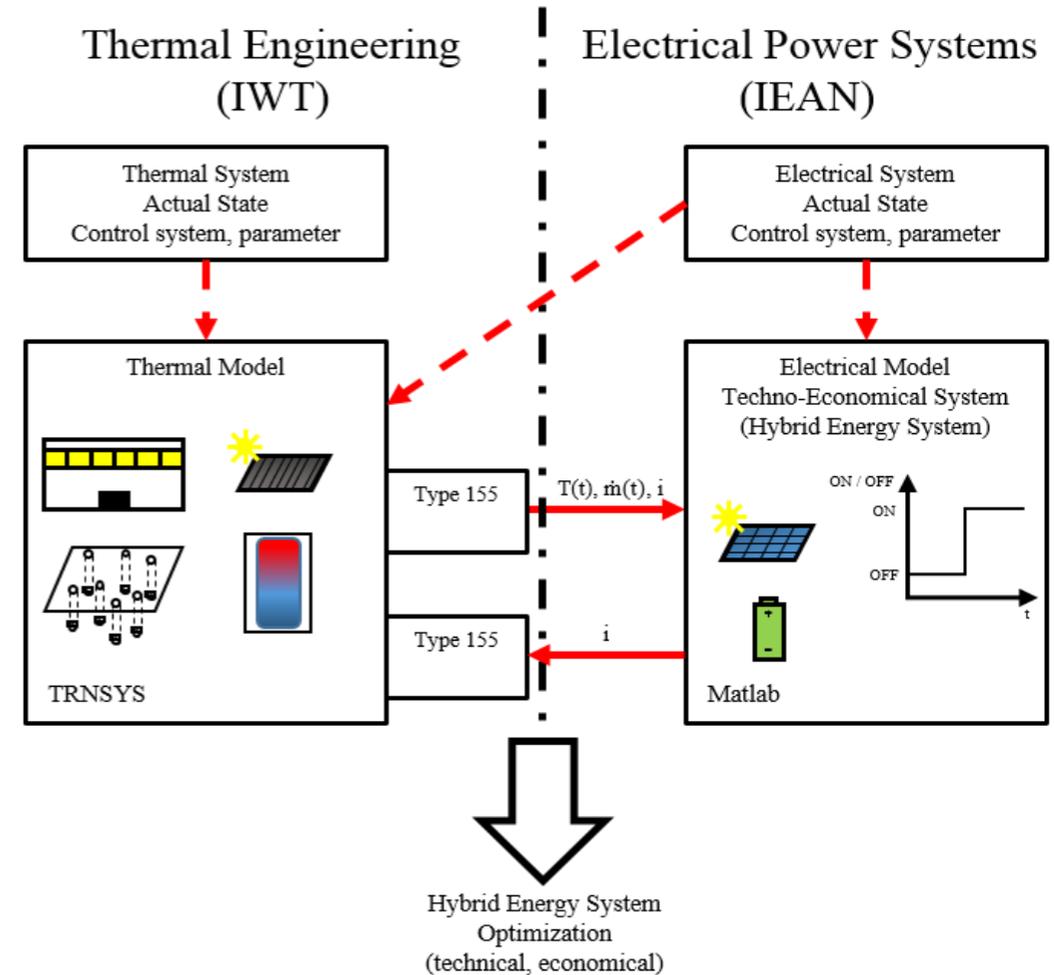
Hybrides Energiemanagementmodell

Optimierung des hybriden Energiesystems

- Szenarienbasierte Optimierung mittels MILP
- Optimale Entscheidungsfindung
 - ökonomisch (wirtsch. Einsatz der Anlagen)
 - technisch (opt. Ausnutzung dez. Energieträger)

Co-Simulation – Schnittstelle

- Schnittstelle zwischen thermischen und elektrischen Modellen
- Parallele Schnittstelle
 - VT: Hoher Detaillierungsgrad
 - NT: erhöhte Simulationsdauer



Zusammenfassung

Energiemanagementmodell

- plausible Ergebnisse
- funktionsfähige und zuverlässige Schnittstelle zwischen Matlab und TRNSYS

Simulationen

- großen Einfluss hat der Einsatz eines elektrischen Energiespeichers
- dadurch ist eine Reduktion der lokalen und globalen CO₂-Emissionen möglich

Effizienzsteigerung in komplexen hybriden Energiesystemen am Beispiel eines Industriebetriebes

Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Energieforschungsprogramms 2015 durchgeführt.

powered by  klima+
energie
fonds

Konsortium



SIEMENS