



17. Symposium Energieinnovation, 16.-18.02.2022, Graz

Vortrag

Optimierung einer intelligenten Steuerungsalgorithmik für Biogas-BHKW inklusive Feldversuchen an einer realen Biogasanlage

Kontakt:

M.Sc. Rainer Maier
Hochschule Reutlingen
Reutlingen Research Institute (RRI)
Forschungsmitarbeiter RRI
rainer.maier@reutlingen-university.de

Prof. Dr.-Ing. Bernd Thomas
Hochschule Reutlingen
Reutlingen Research Institute (RRI)
Wissenschaftlicher Leiter RRI
bernd.thomas@reutlingen-university.de



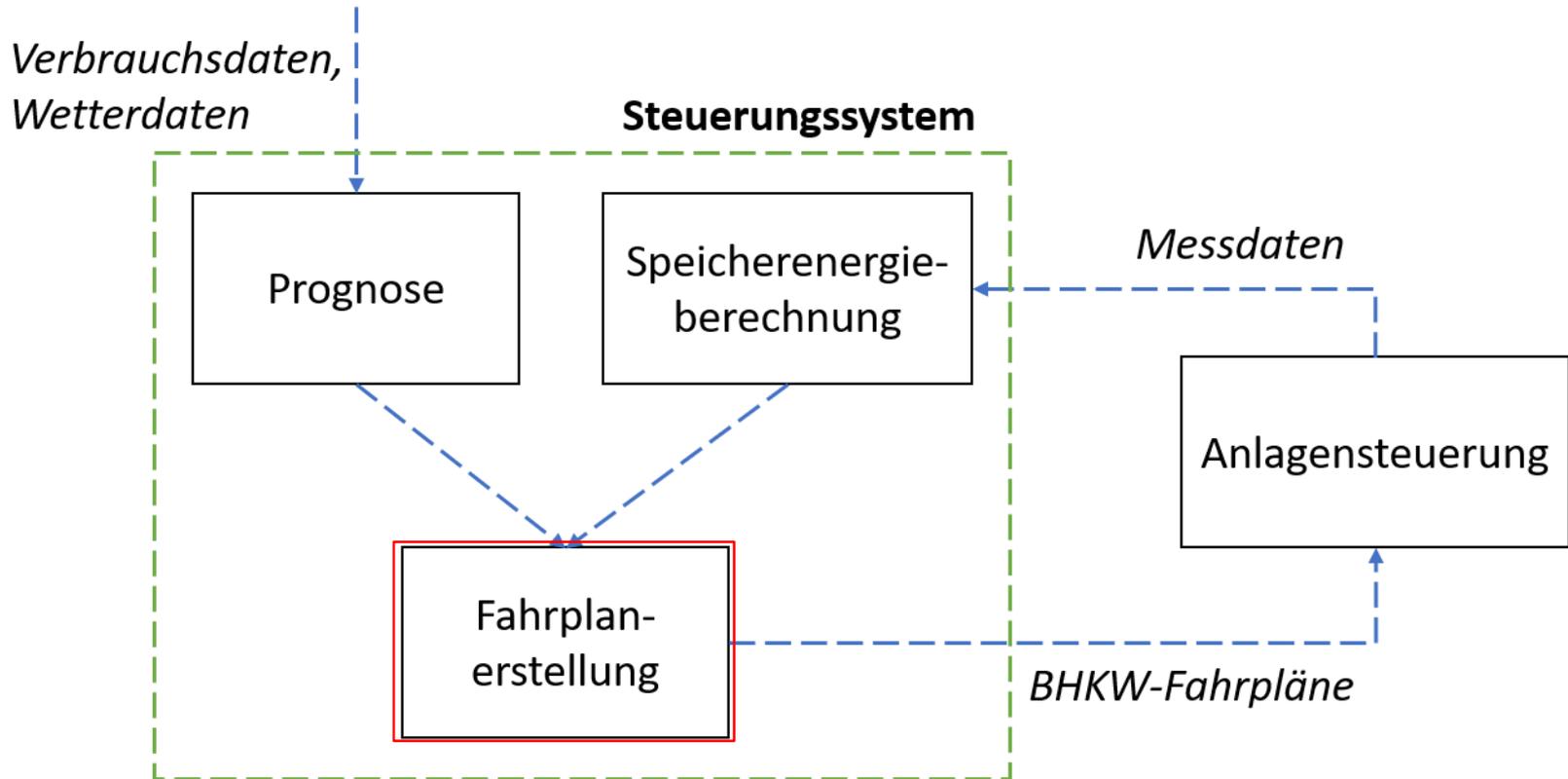
Motivation

- Ausbau der Erneuerbaren Energien erfordert Mechanismen zum Ausgleich der steigenden Volatilität in der Stromerzeugung
- Biogas-BHKW bieten erhebliches Potenzial zur Bereitstellung von Ausgleichsenergie
 - => 6 GW installierte Leistung in Deutschland im Jahr 2019
- Steuerung der BHKW muss intelligent werden
- Ziel des Forschungsprojekts: Erprobung einer intelligenten Steuerungsalgorithmik für Biogas-BHKW





Funktionsweise der Steuerungsalgorithmik

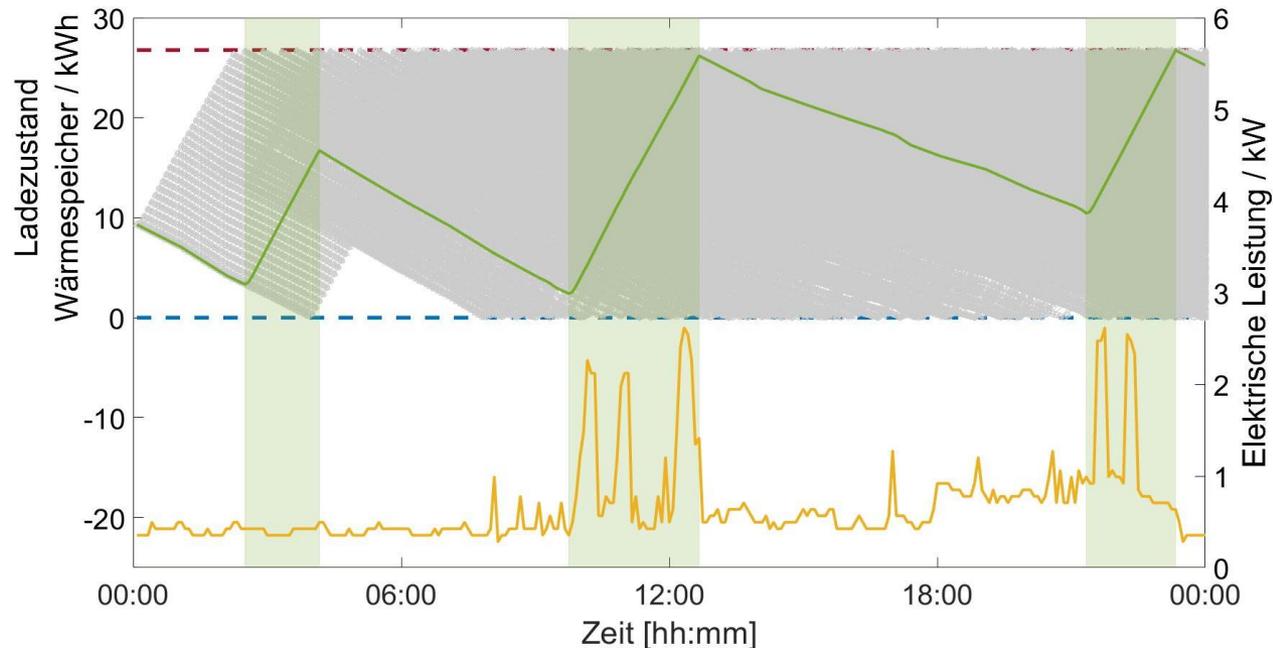


Funktionsweise der Steuerungsalgorithmik

Algorithmus zur Berechnung des optimalen BHKW-Fahrplans:

➤ Basiert auf heuristischem Lösungsansatz (Monte-Carlo)

1. Eine Menge von N zufällig erzeugten Fahrplänen wird generiert.
2. Die zufälligen Fahrpläne werden an die Randbedingungen der Anlage angepasst.
3. Abhängig von der gewählten Zielfunktion wird der optimale Fahrplan ausgewählt.





Die Feldtestanlage am Unteren Lindenhof

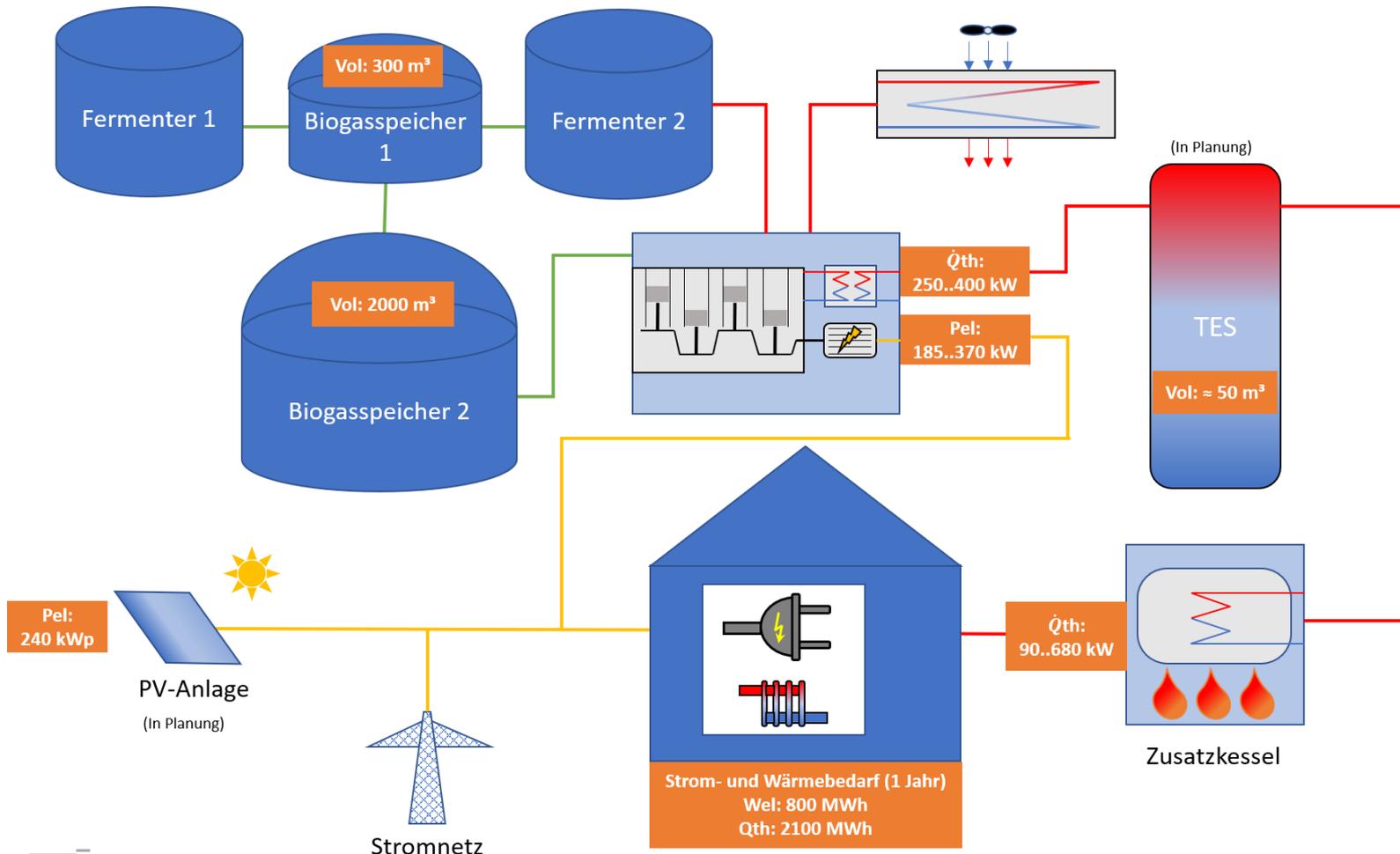


Source: <https://www.energetische-biomassenutzung.de/projekte-partner/details/project/show/Project/flexfeed-456/>





Die Feldtestanlage am Unteren Lindenhof





Randbedingungen der Feldversuche

Allgemein

- Anlagenparameter aus Datenblättern
- Kapazität TES: 180 kWh
- Keine PV-Anlage
- Wartungsarbeiten an Fermenter 2 -> nur ein Fermenter steht zur Verfügung

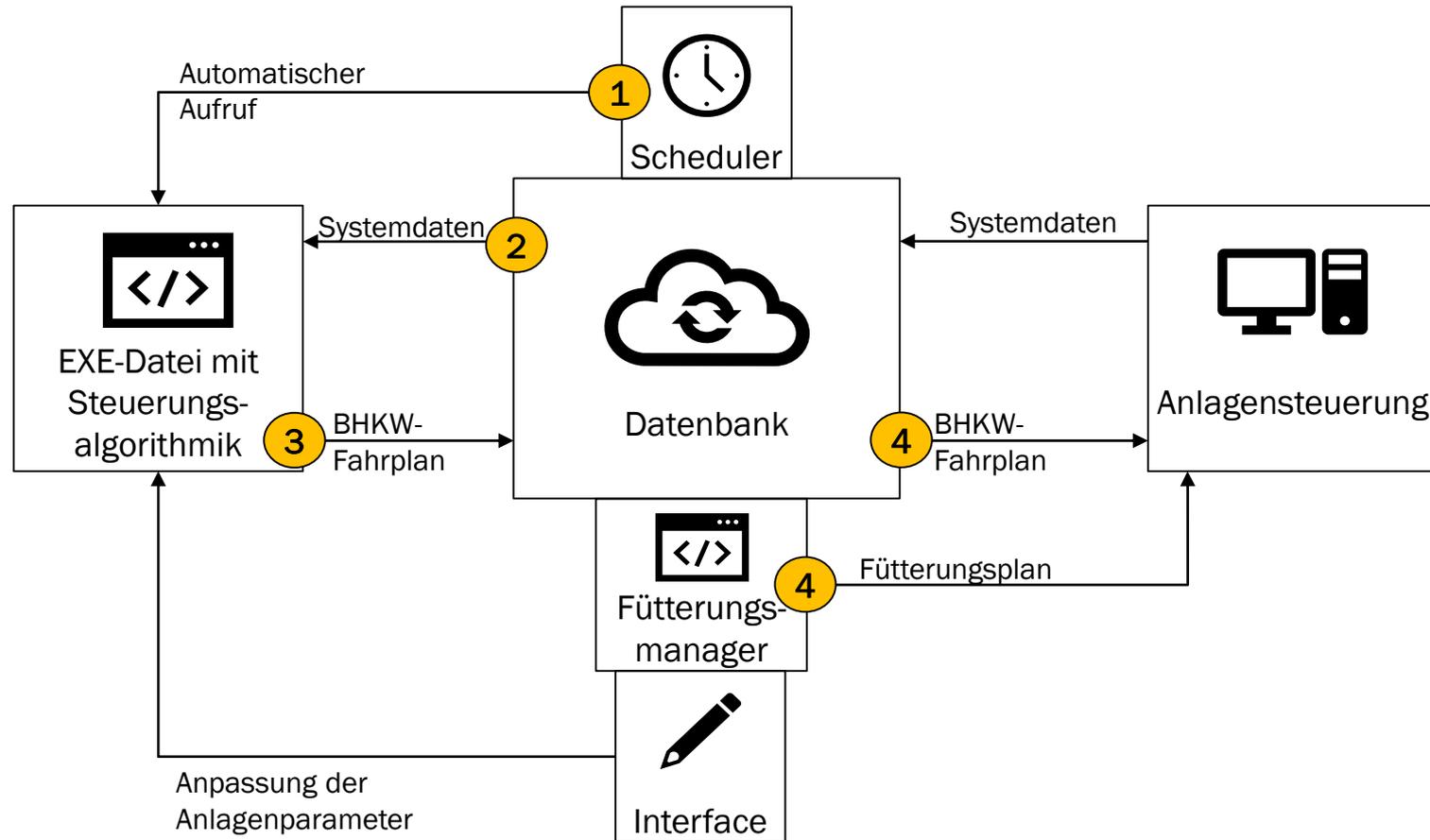
Eingangsgrößen

- Strombedarf: Unterer Lindenhof + Dorf mit 150 Einwohnern
- Wärmebedarf: Unterer Lindenhof

Fahrplanberechnung

- Festlegung Modulationsgrad BHKW nur über Strombedarf
- BHKW soll nicht ausgeschaltet werden (Startprobleme)

Integration der Algorithmik in die Anlagensteuerung





Ergebnisse der Feldversuche

Forschungsfragen:

- Wie gut sind die Prognosedaten, die die Algorithmen als Eingangsgrößen bekommt?
- Wie gut wird das vorgegebene Fahrplansignal umgesetzt?
- Wie gut wird die Zielgröße im realen Betrieb optimiert?

Kenngrößen zur Bewertung:

$$\Delta E_{rel}[\%] = \frac{\sum_{t=1}^n G_{FP}}{\sum_{t=1}^n G_{ist}} * 100 - 100$$

$$SMAPE[\%] = \frac{100}{n} * \sum_{t=1}^n \frac{|G_{FP} - G_{ist}|}{|G_{FP}| + |G_{ist}|}$$

G_{FP} : Untersuchte Größe (z.B. Wirkleistung BHKW) nach Fahrplanvorgabe

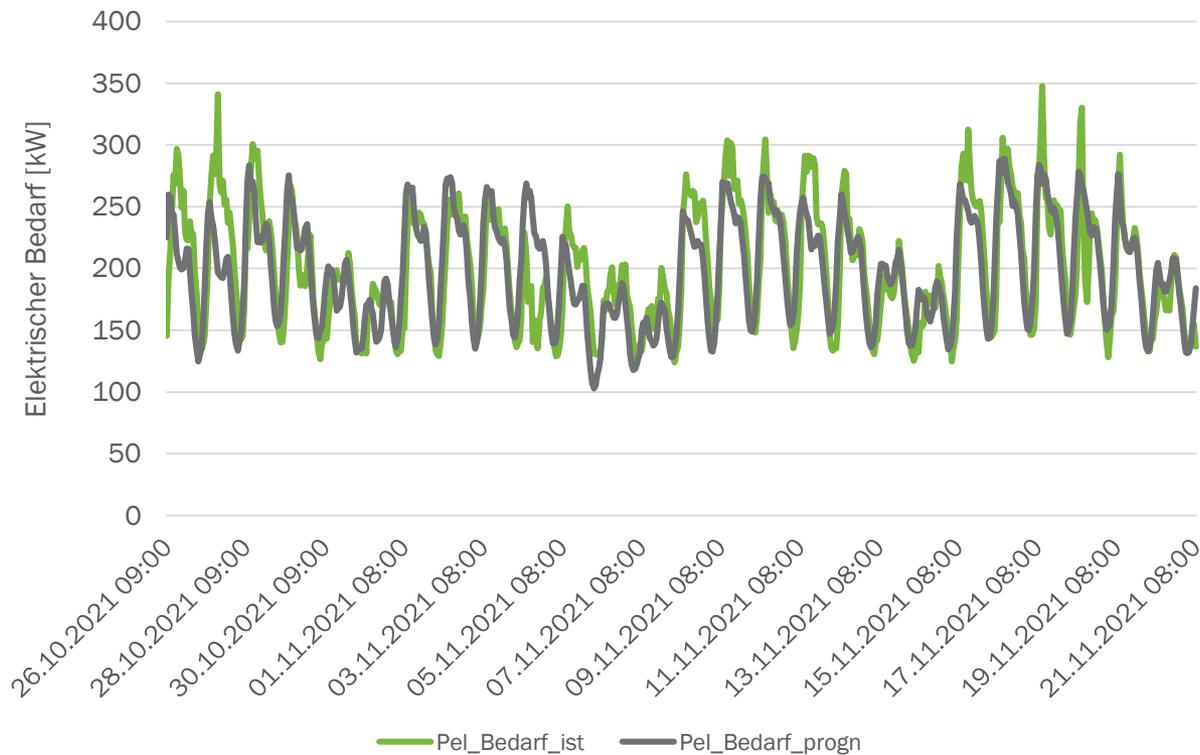
G_{ist} : Messwerte der untersuchten Größe





Ergebnisse der Feldversuche

Güte der Prognosedaten

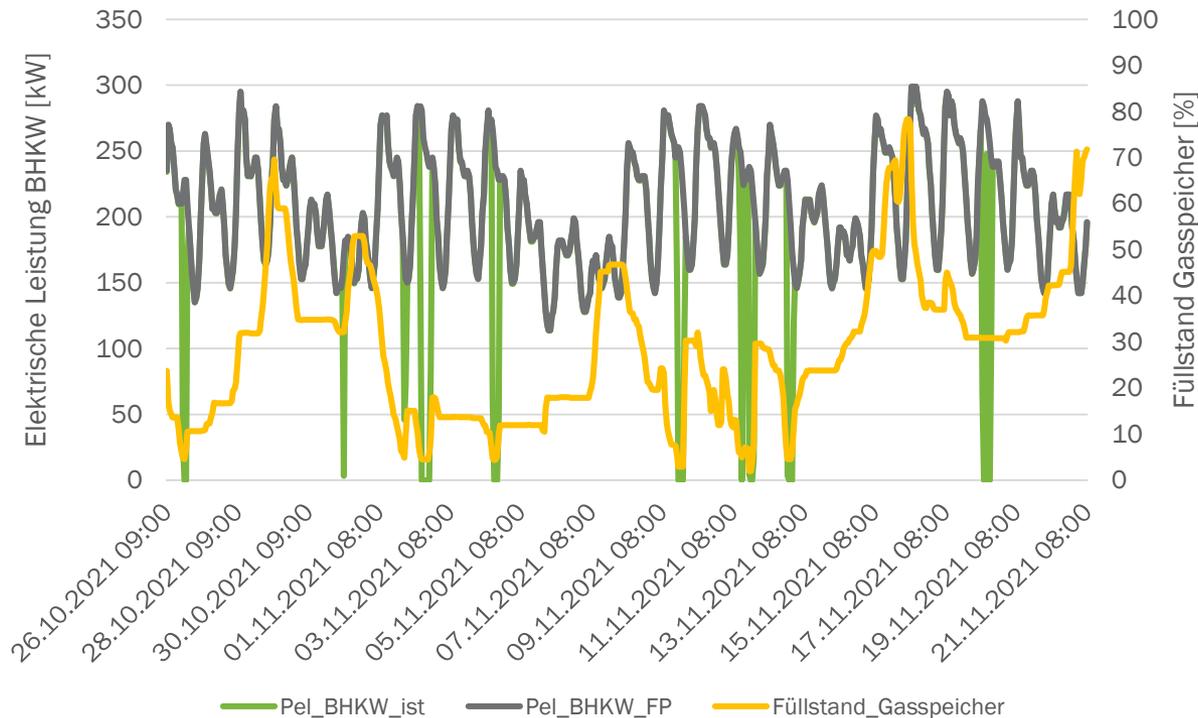


$$\Delta E_{rel} = 1,6 \%$$

$$SMAPE = 5,9 \%$$

Ergebnisse der Feldversuche

Umsetzung des Fahrplansignals



Mit Abweichungen

$\Delta E_{rel} = 7,3 \%$

$SMAPE = 5,6 \%$

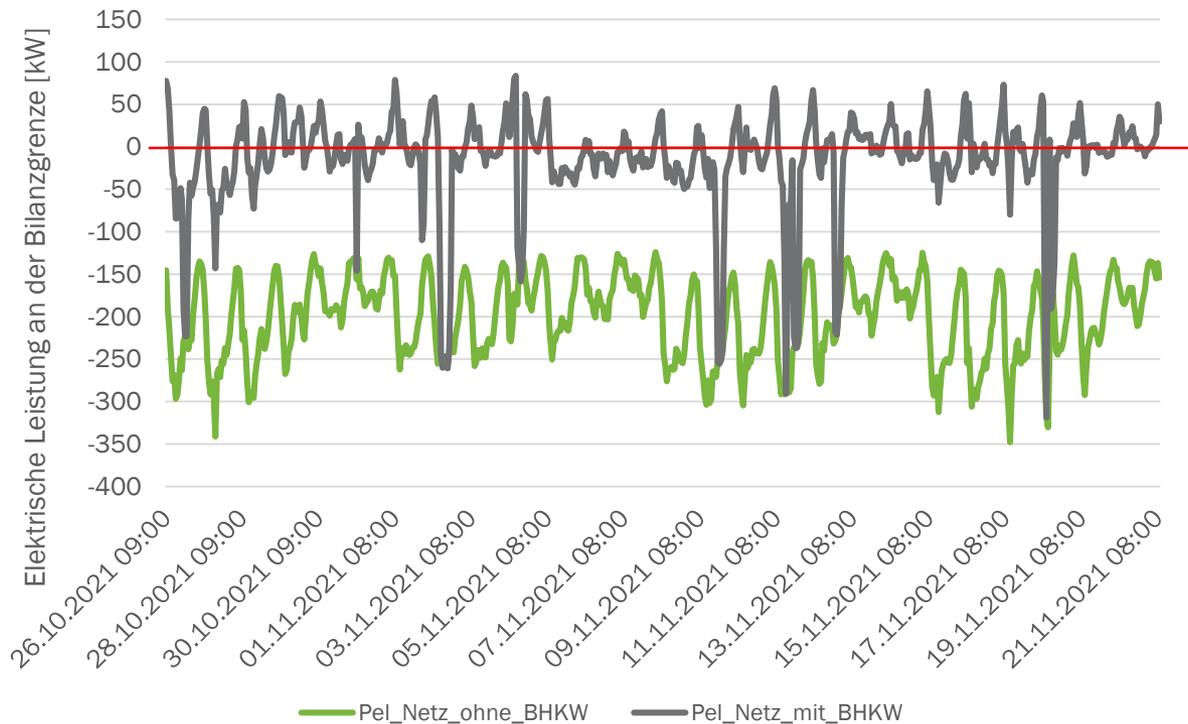
Ohne Abweichungen

$\Delta E_{rel} = 0,1 \%$

$SMAPE = 0,3 \%$

Ergebnisse der Feldversuche

Optimierung der Zielgröße



Mit Abweichungen

ΔE_{rel} = 7,4 %

$SMAPE$ = 10,8 %

Ohne Abweichungen

ΔE_{rel} = 0,9 %

$SMAPE$ = 5,7 %

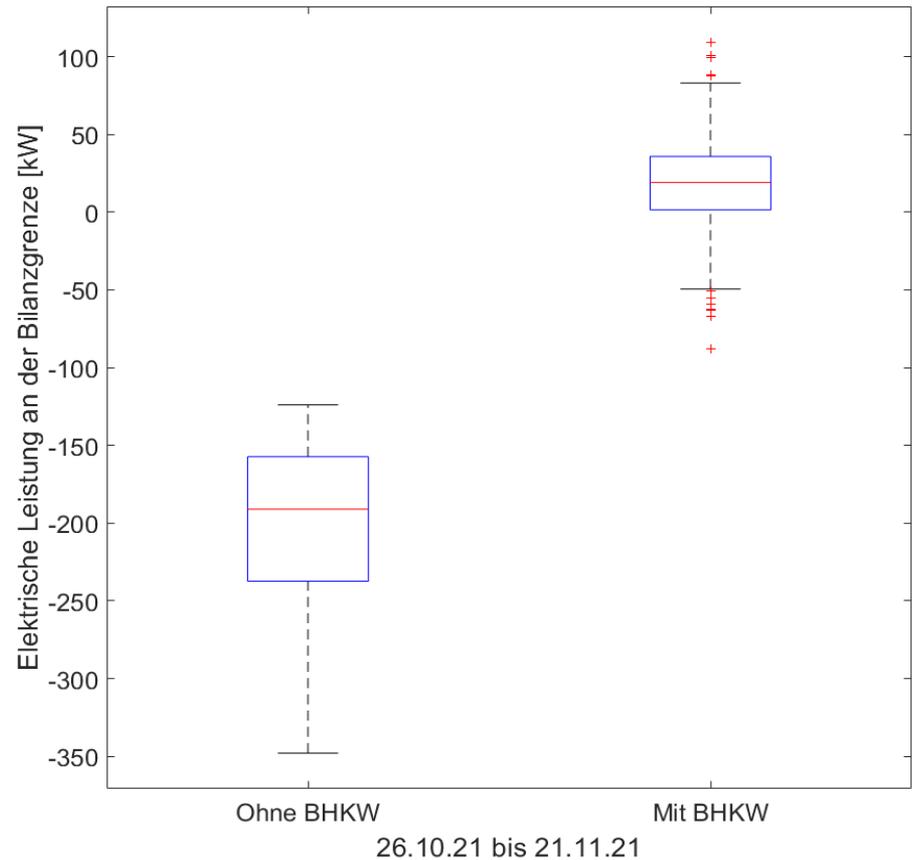


Ergebnisse der Feldversuche

Optimierung der Zielgröße

	Ohne BHKW	Mit BHKW
Median	-191,1	19
Unteres Quartil	-237,3	1,4
Oberes Quartil	-157,3	35,8
Quartilsabstand	80	34,4

alle Werte in [kW]





Zusammenfassung

- Die Einbindung der Steuerungsalgorithmik in die Anlagensteuerung funktioniert zuverlässig.
- Die Güte der Prognosedaten ist gut.
- Die Fahrplanvorgabe wird sehr gut umgesetzt.
- Die Zielvorgabe - eine Entlastung des umliegenden Stromnetzes - wird erreicht.





PowerLand 4.2

Projektpartner:



UNIVERSITY OF
HOHENHEIM



Gefördert durch:



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

