

17. Symposium Energieinnovation, 16.–18.02.2022, Graz/Austria

Vortrag

Bedarfsgerechte Steuerung dezentraler Energiesysteme am Beispiel der Kraft-Wärme-Kopplung

Kontakt:

M.Sc. Patrick Haase
Hochschule Reutlingen
Reutlingen Research Institute (RRI)
Forschungsmitarbeiter RRI
patrick.haase@reutlingen-university.de

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

Agenda

1 Motivation

2 Bedarfsgerechter Steuerungsalgorithmus

2.1 Fahrplanerstellung

2.2 Umsetzungsvarianten

2.2.1 Webbasierte Umsetzung

3 Erprobung am KWK-Prüfstand

3.1 Ergebnisse

4 Weitere Einsatzmöglichkeiten – Redispatch 2.0

5 Zusammenfassung

1 Motivation

Situation:

Ausbau der volatilen Energieerzeugung erfordert vermehrt Mechanismen zur

- Deckung der Residuallast sowie Stützung der Verteilnetze und damit zur
- **Sicherstellung der Versorgungssicherheit** im elektrischen Verbundnetz.

Absenkung der förderfähigen Betriebsstunden im KWKG erfordert Neuausrichtung des KWK-Betriebs.

Ansatz:

Ausrichtung von Erzeugungseinheiten im Wärmesektor, wie **KWK-Geräte** und **Wärmepumpen**, am Strombedarf bzw. an der Stromproduktion unter Berücksichtigung der Wärmedeckung

→ Steuerungsalgorithmus für den „bedarfsgerechten“ oder „stromoptimierten“ Betrieb

2 Bedarfsgerechter Steuerungsalgorithmus

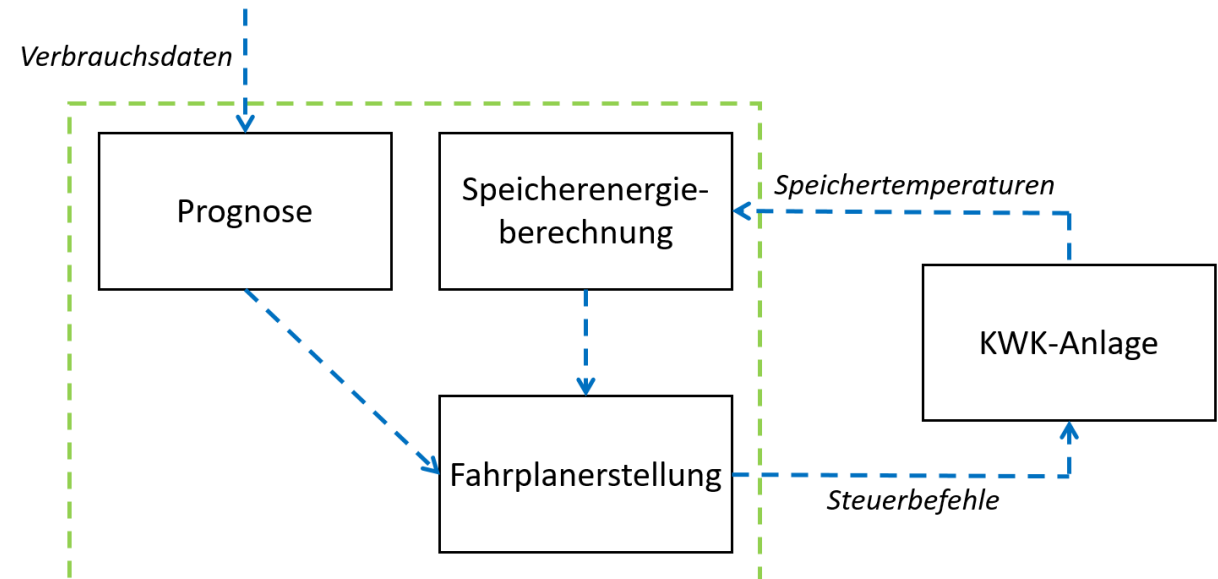
- Steuerungsalgorithmus berechnet auf Basis von **historischen Verbrauchsdaten** und **aktuellen Anlagedaten** einen optimierten Fahrplan für ein Energiesystem hinsichtlich einer Zielgröße
- Randbedingung: Vollständige Nutzung der erzeugten Wärme → Gewährleistung des Effizienzvorteils von KWK-Anlagen gegenüber der konventionellen Stromerzeugung

Basissystem:

- KWK-Gerät mit Wärmespeicher oder
- Wärmepumpe mit Wärmespeicher

Erweiterbar durch, z.B.:

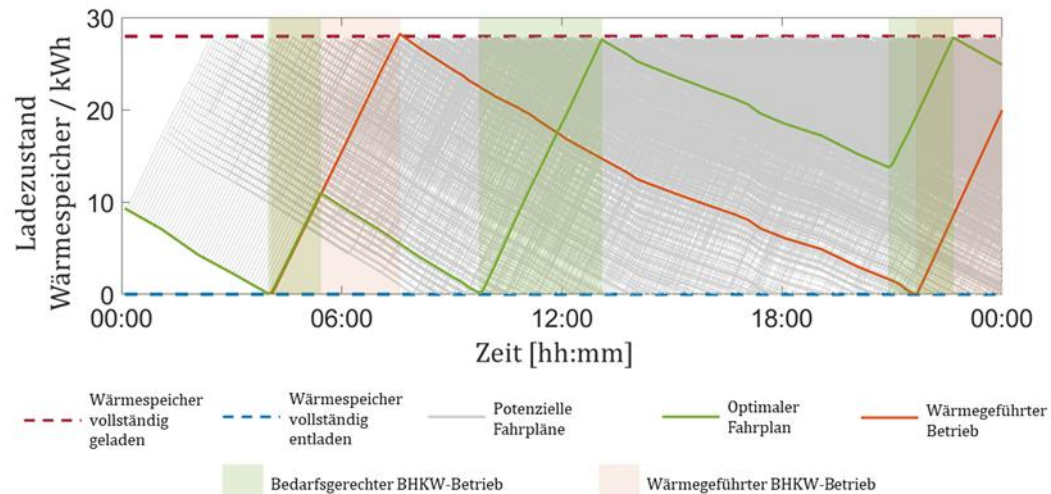
- Zusatzkessel, Batteriespeicher, PV-Anlage, Solarthermieanlage



2.1 Fahrplanerstellung

Fahrplanerstellung über Monte-Carlo-Verfahren

- Erstellung zufälliger Fahrpläne
- Anpassung der Fahrpläne an Randbedingungen
- Auswahl optimaler Fahrplan hinsichtlich Zielgröße

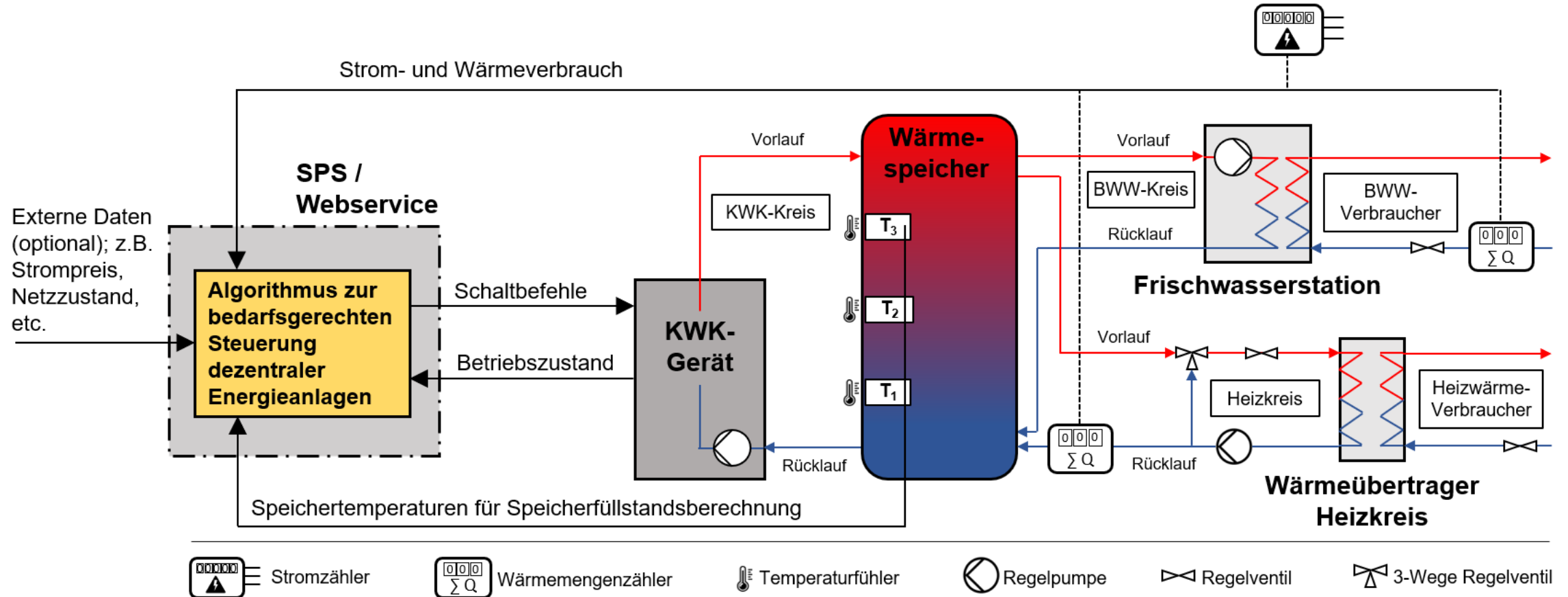


Vorteile des Monte-Carlo-Verfahrens:

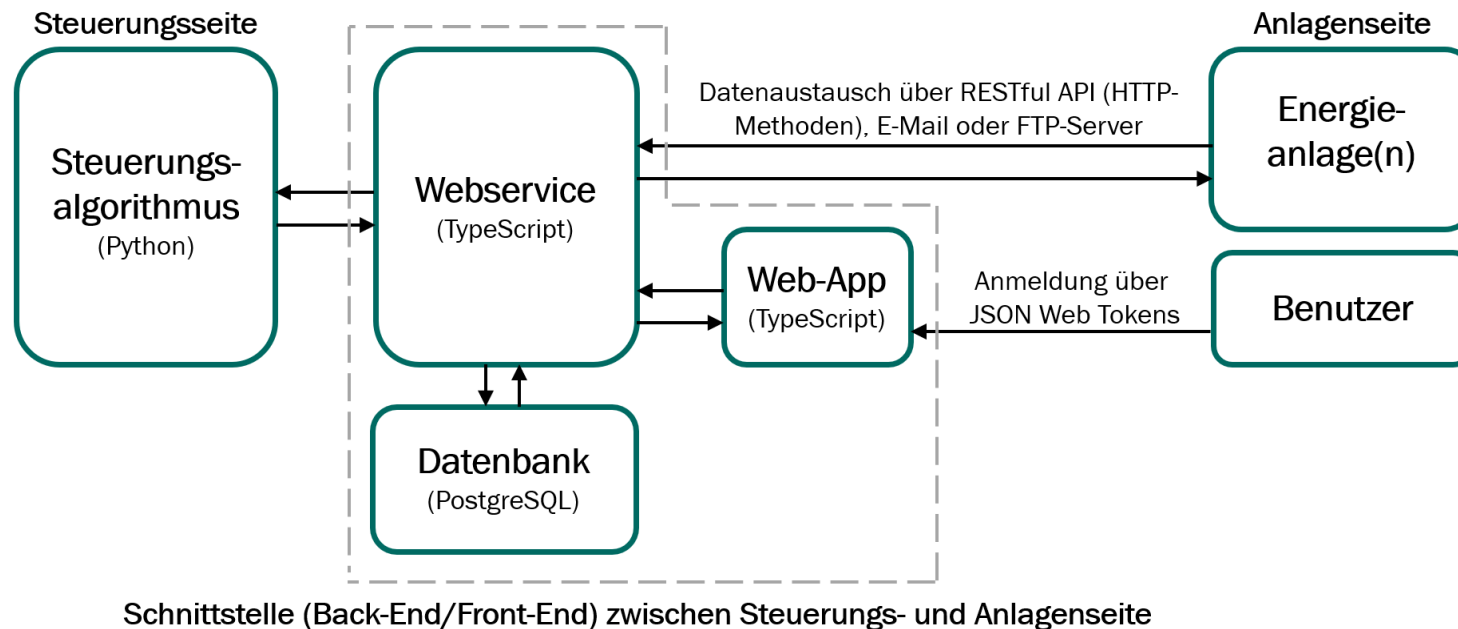
- Nebenbedingungen, wie die **Begrenzung der BHKW-Starts** oder die Laufzeit des Zusatzkessels, in einfacher Weise implementierbar
- **Zielgrößen** können mit geringem Aufwand geändert/ausgetauscht werden.



2.2 Umsetzungsvarianten



2.2.1 Webbasierte Umsetzung



Sicherheit & Datenschutz:

- Webservice greift nicht direkt auf Anlagensteuerung zu; Energieanlagen senden und verarbeiten Daten selbstständig
- Authentifizierung erfolgt über JSON Web Tokens
- Verschlüsselung aller Anfragen über TLS
- Zeitraum, über den Anlagen- und Verbrauchsdaten gespeichert werden, ist frei wählbar

3 Erprobung am KWK-Prüfstand

Erprobung des Algorithmus am BHKW-Prüfstand der Hochschule Reutlingen auf Basis von gemessenen Lastprofilen zweier Einfamilienhäuser:

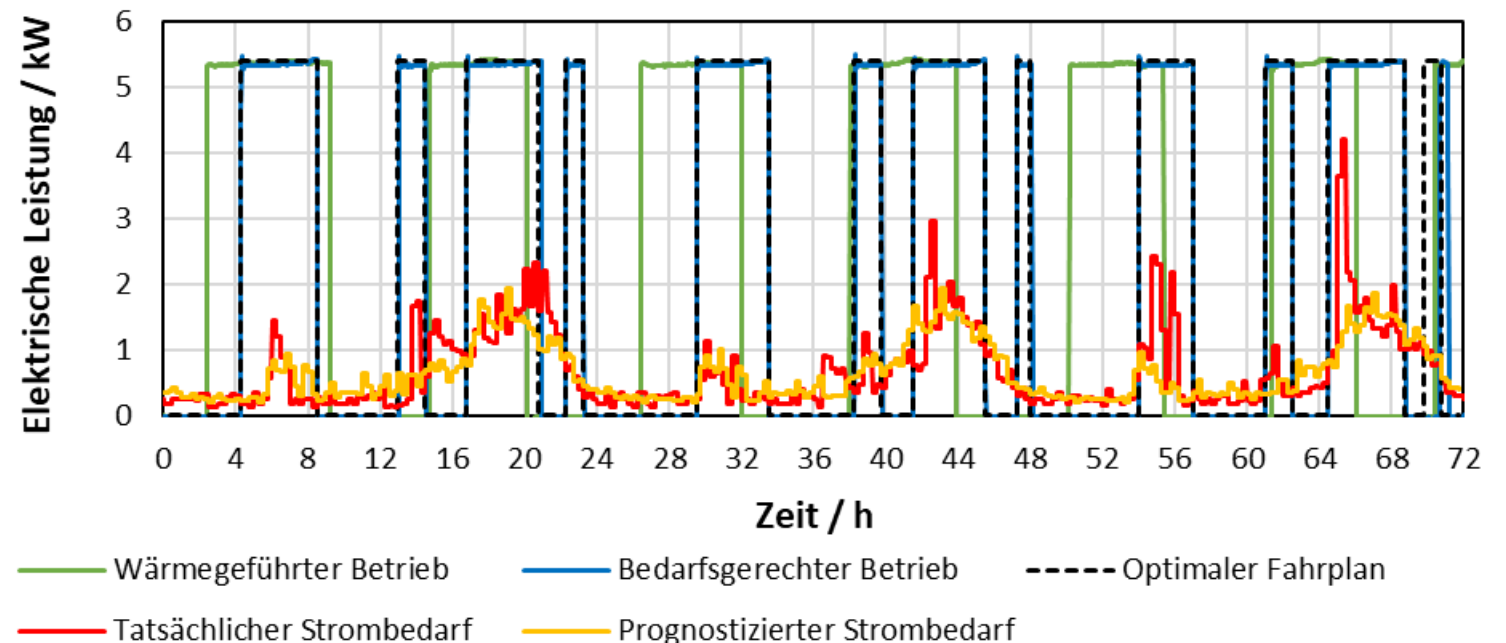
1. Ausführliche Tests im Hardware-in-the-Loop Verfahren; Algorithmus ursprünglich in MATLAB entwickelt und optimiert → Erprobung der Funktionsweise
2. Programmierung des Algorithmus in CoDeSys und Portierung auf WAGO-SPS → Erprobung der lokalen Umsetzung
3. Programmierung des Algorithmus in Python in Verbindung mit Webservice, Datenbank und Web-App → Erprobung der webbasierten Umsetzung



3.1 Ergebnisse

Allgemeine Ergebnisse:

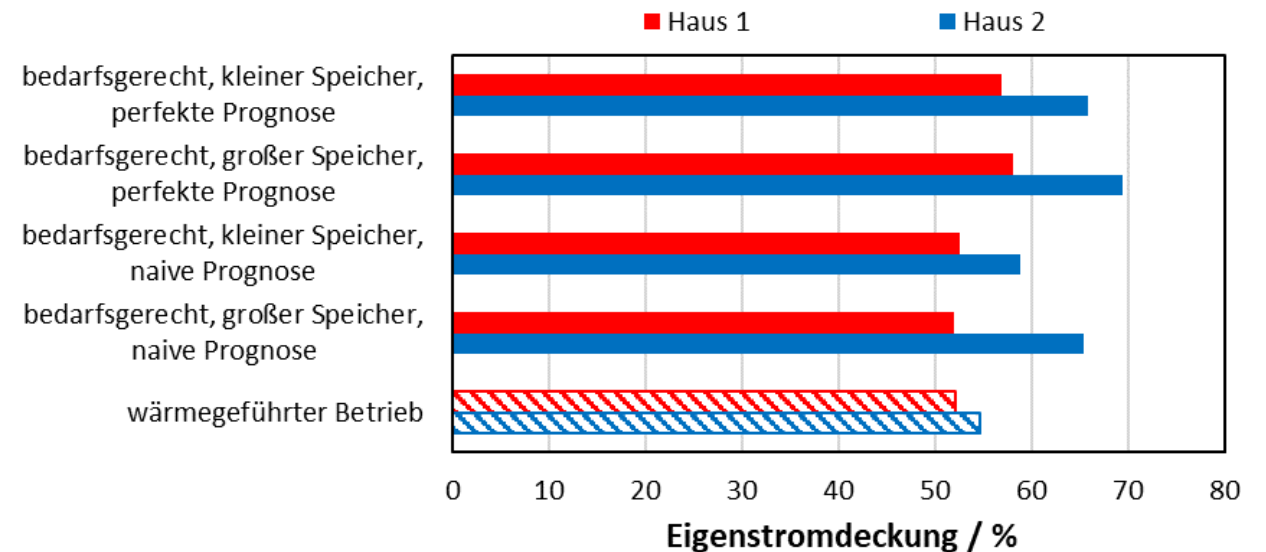
- Hohe Fahrplantreue
- Zuverlässige Abdeckung der elektrischen Lastspitzen
- Internes Steuergerät greift vor Über- bzw. Unterladung des Wärmespeichers ein
- Wärmegeführter Betrieb deckt Phasen mit hohem Stromverbrauch nur teilweise und rein zufällig ab



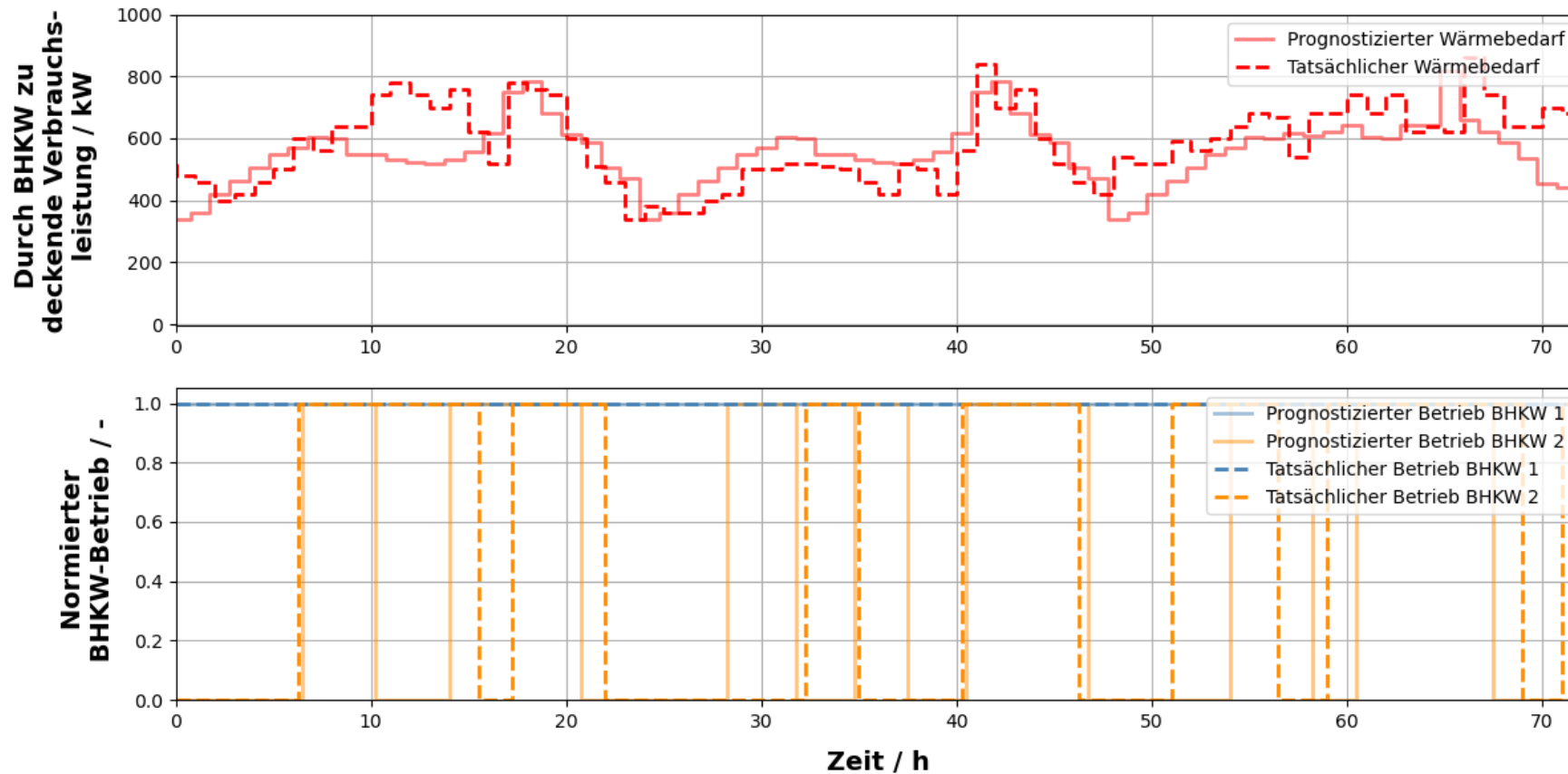
3.1 Ergebnisse

Ergebnisse in Hinblick auf die Eigenstromdeckung (in %):

- Vergleichsbasis wärmegeführter Betrieb:
52 % (Haus 1) und 54,5 % (Haus 2)
- Bedarfsgerechter Betrieb:
Bis zu 58 % (Haus 1) und 69,5 % (Haus 2)
- Eigenstromdeckung des bedarfsgerechten Betriebs bis zu 15 Prozentpunkte bzw. 27 % größer
- Abhängigkeit des Optimierungspotenzials von:
 - Lastprofil
 - Effektive Speicherkapazität
 - Prognosegüte Verbrauchsdaten



4 Weitere Einsatzmöglichkeiten – Redispatch 2.0



5 Zusammenfassung

Eigenschaften der bedarfsgerechten Betriebsweise:

- Zuverlässiger und sicherer Betrieb der Anlagen
 - Verschiedene Umsetzungsvarianten (lokal/webbasiert)
 - Überschaubarer Mehraufwand bei der Implementierung (sowohl hardware- als auch softwaretechnisch)
 - Breites Anwendungsgebiet: Von der Steigerung der Eigenstromdeckung eines Haushalts über die netzdienliche Unterstützung des elektrischen Energiesystems bis hin zur Erfüllung von Vorhersageanforderungen
- Gewährleistung der bestmöglichen Wirtschaftlichkeit (unter Berücksichtigung der Absenkung der förderfähigen Betriebsstunden im KWKG)
- Flexible und optimale Ausrichtung thermischer Erzeugungsanlagen kann den Weg zu einer nachhaltigen Energieerzeugung mitgestalten