



# STROMBEDARFSORIENTIERTER BETRIEB EINER KWK-ANLAGE ALS WEBSERVICE – STEUERUNG EINER REALEN ANLAGE

Bernd Thomas<sup>1</sup>, Günther Garbe<sup>2</sup>, Daniel Hämmerle<sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Hochschule Reutlingen, Alteburgstraße 150, D-72762 Reutlingen

<sup>2</sup>: Stadtwerke Altensteig, Jahnstraße 13, D-72213 Altensteig

Kontakt:

bernd.thomas@reutlingen-university.de



# Agenda

---

1. Motivation
2. Strombedarfsorientierter Steuerungsalgorithmus
3. Die Praxisanlage
4. Ergebnisse
5. Fazit

# 1 Motivation

---

Das Energiesystem wird zunehmend elektrifiziert (elektr. Wärmepumpen, E-Mobilität...), um die Energieversorgung mittelfristig überwiegend auf PV- und Windstrom umstellen zu können.

⇒ Um eine stabile und sichere Stromversorgung sicherzustellen, sind brennstoffbetriebene Backup-Kraftwerke für die Zeiten der Dunkelflauten erforderlich (**Residuallastdeckung**).

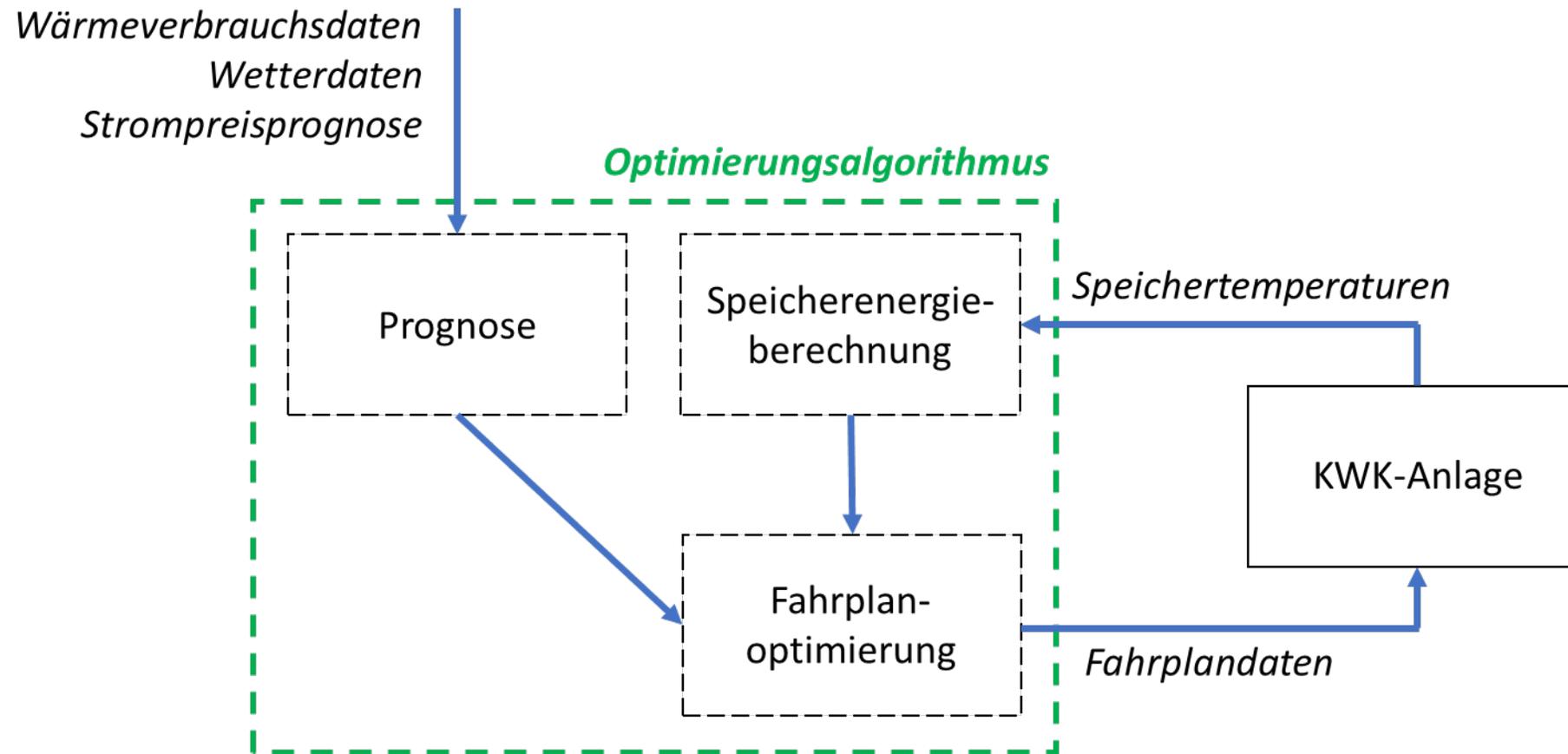
⇒ Für diesem Zweck sind **Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen** (KWK) bestens geeignet, da sie dezentral eingesetzt und flexibel betrieben werden können und eine hohe Energieeffizienz aufweisen.

## Konsequenz:

⇒ Die KWK-Anlagen müssen am Strombedarf orientiert (und nicht mehr wärmegeführt) gesteuert werden.

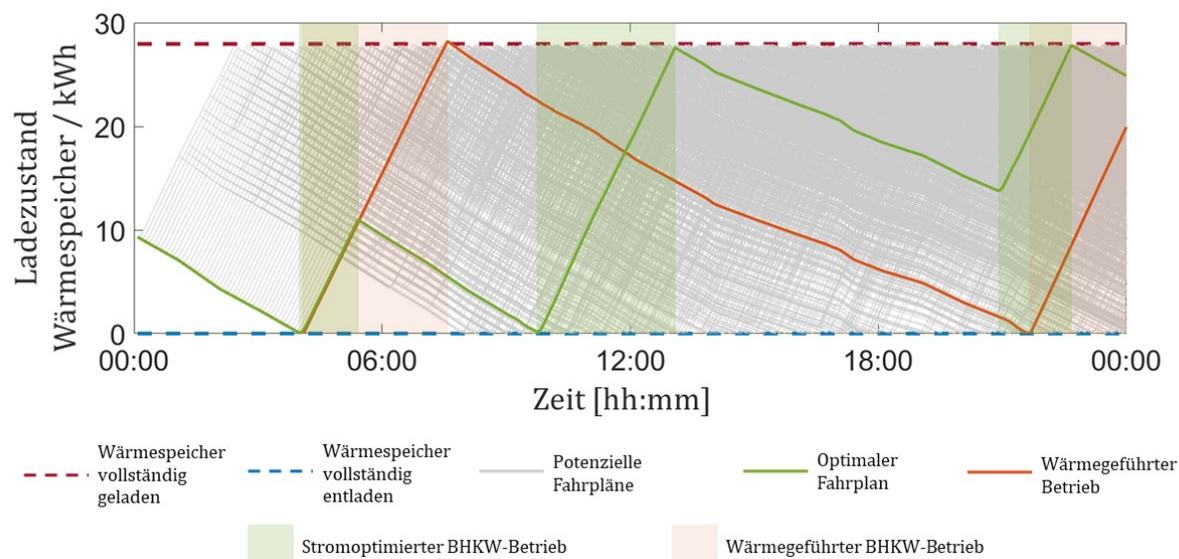
⇒ Ein entsprechender Steuerungsalgorithmus ist an der Hochschule Reutlingen entwickelt worden und jetzt erstmalig in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Altensteig an einer Praxisanlage im Einsatz.

## 2.1 Strombedarfsorientierter Steuerungsalgorithmus



## 2.2 Monte-Carlo Optimierung

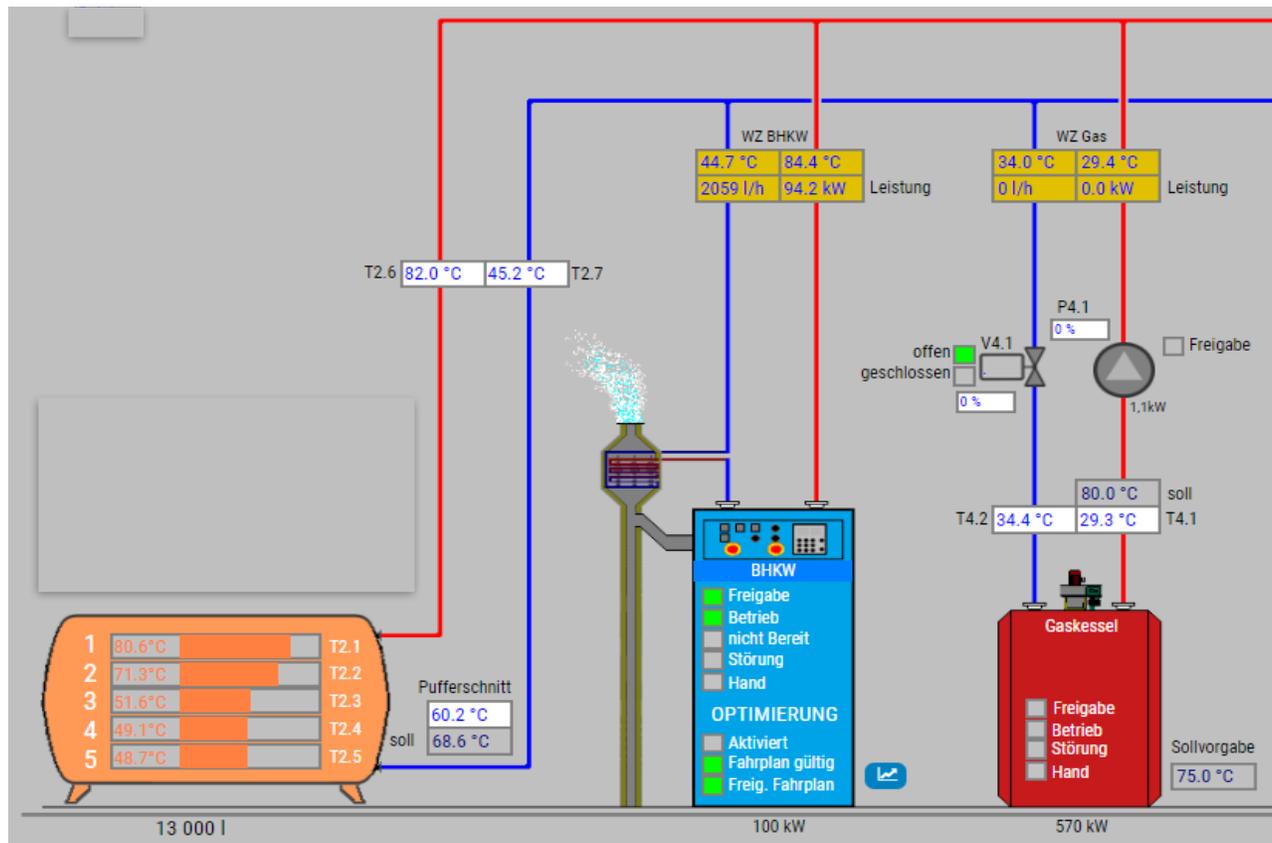
Vergleich strombedarfsorientierter  
(stromoptimierter) und wärmegeführter Betrieb



### Vorteile des Monte-Carlo Verfahrens:

- **Begrenzung der BHKW-Starts** in einfacher Weise als Nebenbedingung implementiert.
- Weitere **Nebenbedingungen** (z.B. Laufzeit des Zusatzkessels) können in einfacher Weise gesetzt werden.
- **Zielgrößen** können mit geringem Aufwand geändert/ausgetauscht werden.

# 3.1 Die gesteuerte KWK-Anlage



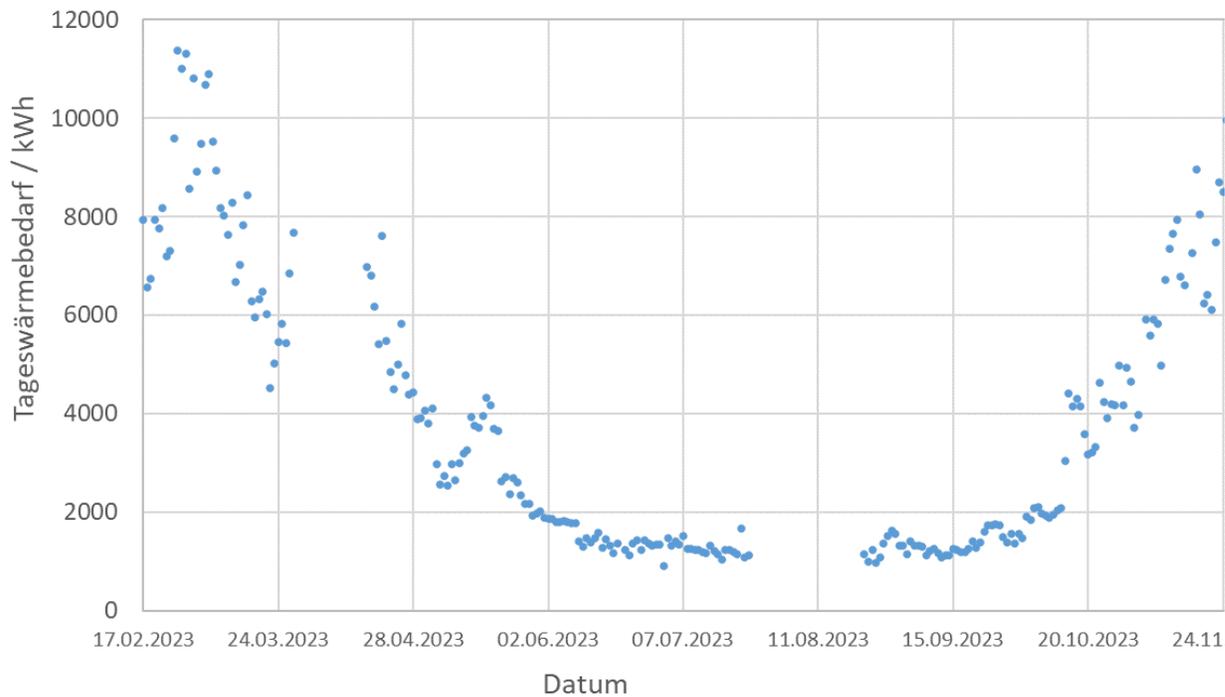
KWK-Gerät	50 kW <sub>el</sub> , 100 kW <sub>th</sub>
Zusatzkessel	570 kW <sub>th</sub>
Wärmespeicher	13 m <sup>3</sup>
Stromnutzung/ Zielfunktion	Volleinspeisung unter Maximierung des Erlöses beim Verkauf an der Strombörse



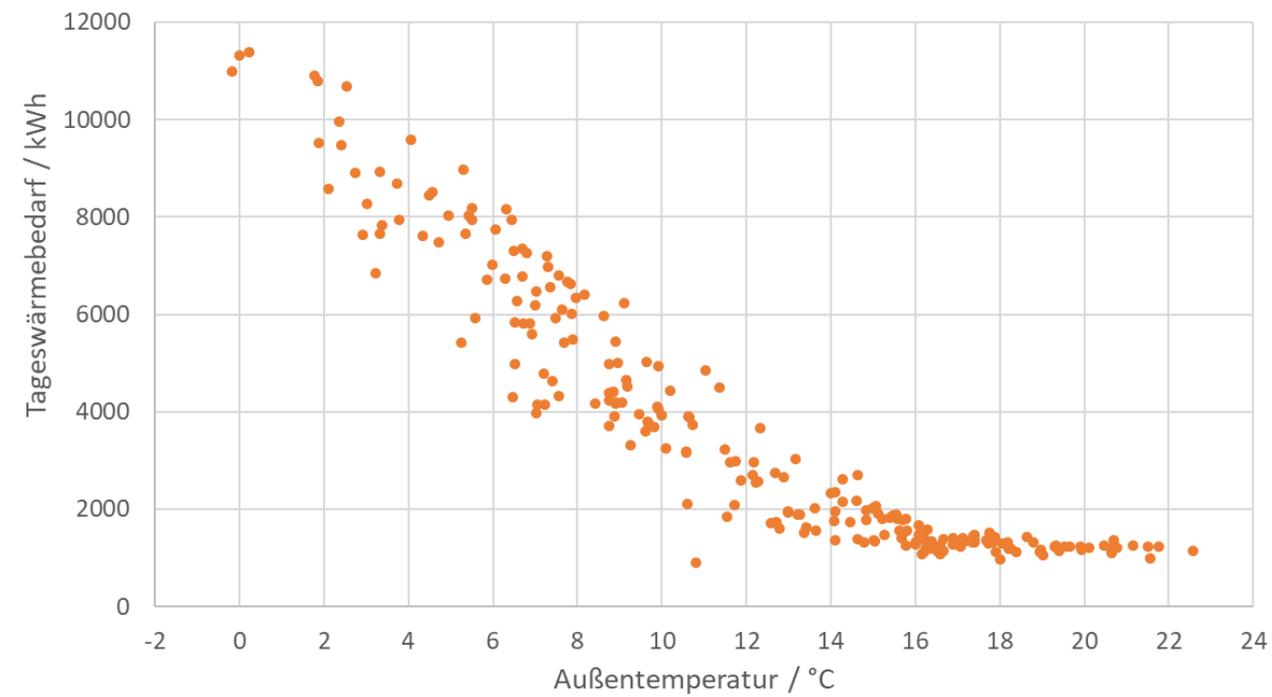
## 3.2 Das mit Wärme versorgte Gebäude

Mehrzweckgebäude (Wohnen, Büros, Veranstaltungen)

Auswertung Tageswärmebedarf 17.2. - 25.11.2023

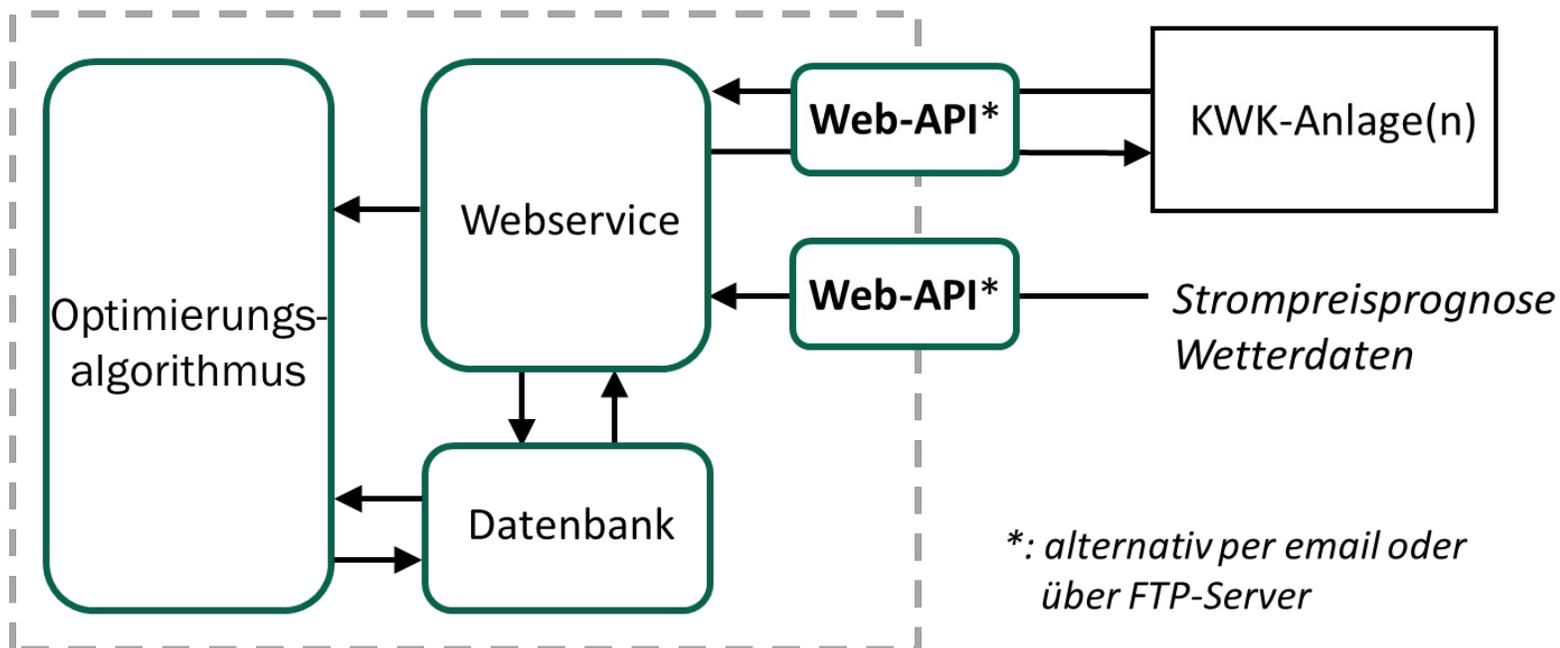


Auswertung Tageswärmebedarf 17.2. - 25.11.2023



## 3.3 Webbasierte Umsetzung

### Serveranwendung



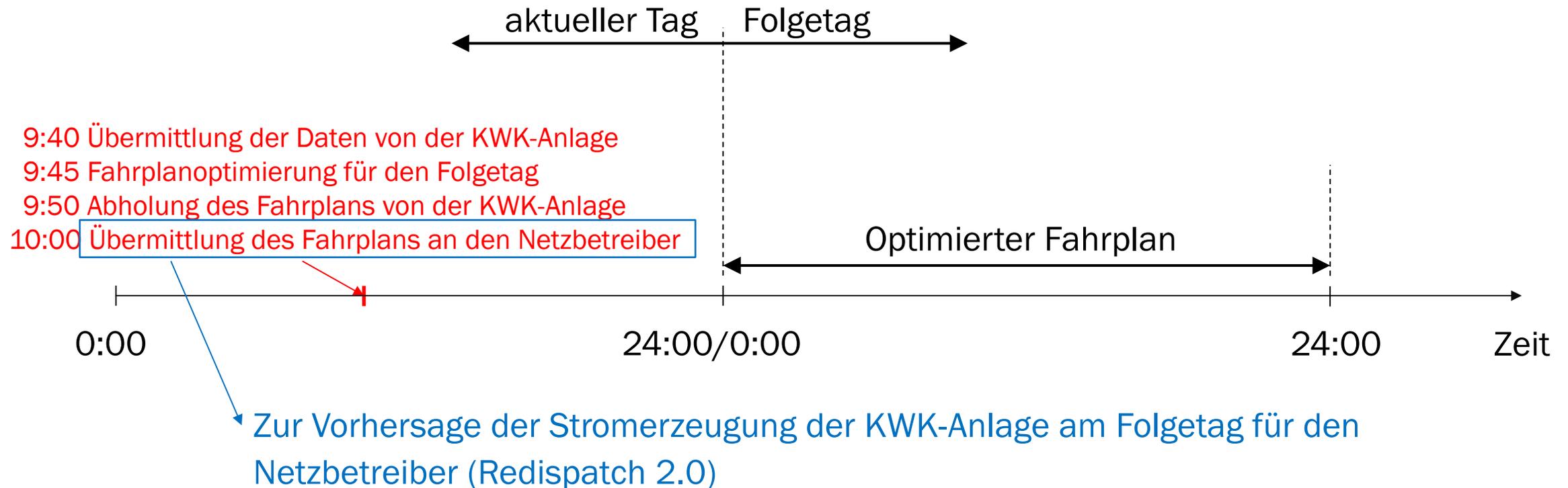
### Sicherheit & Datenschutz:

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

## 3.4 Zielgröße und Zeitplan der Fahrplanerstellung

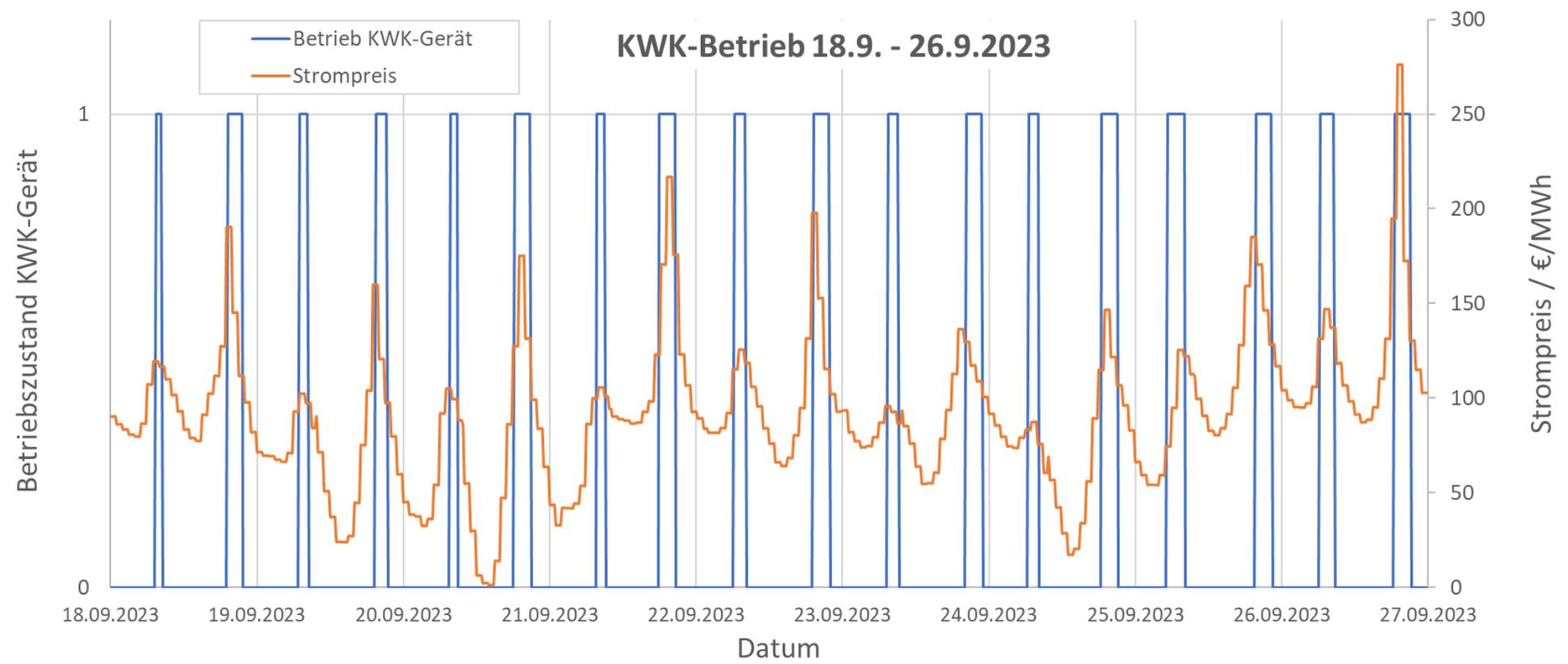
Die KWK-Anlage wird nach dem **Börsenstrompreis** optimiert bei vollständiger Nutzung der KWK-Wärme.

### Zeitplan:

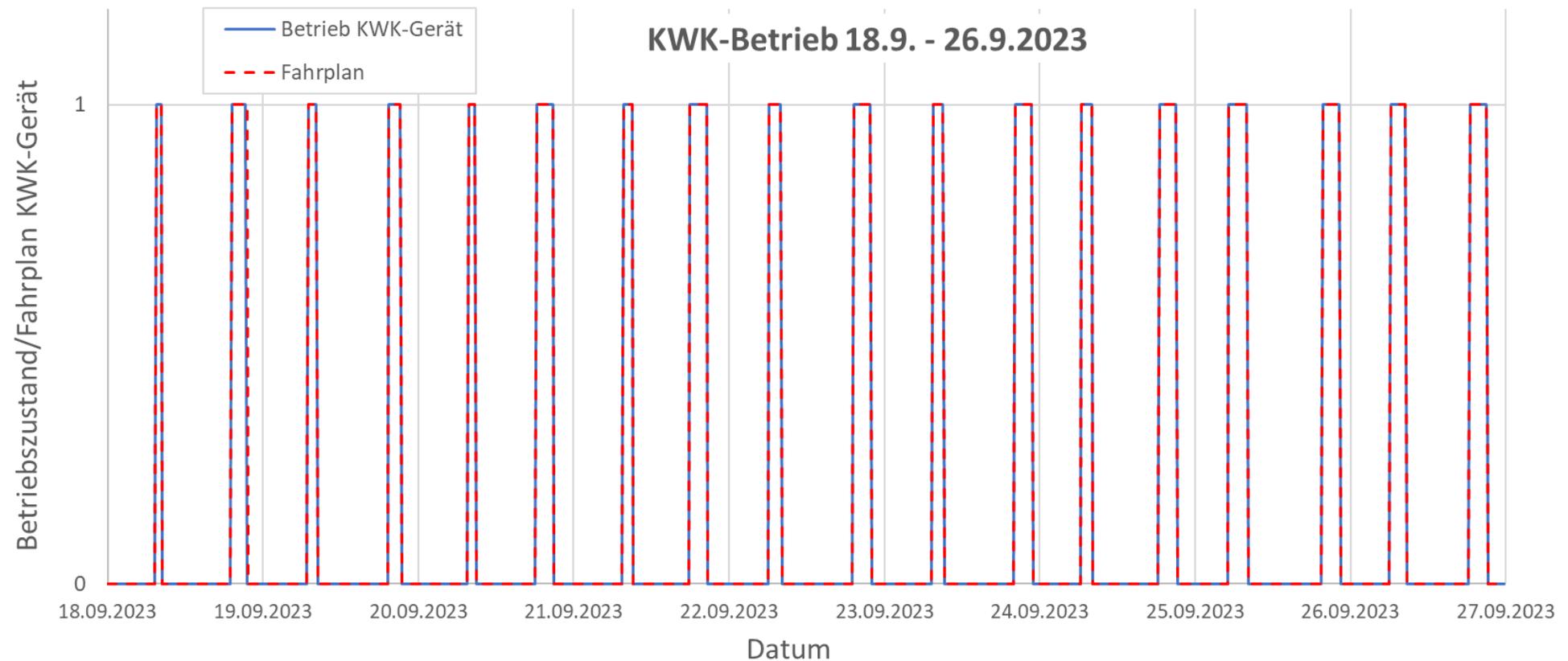




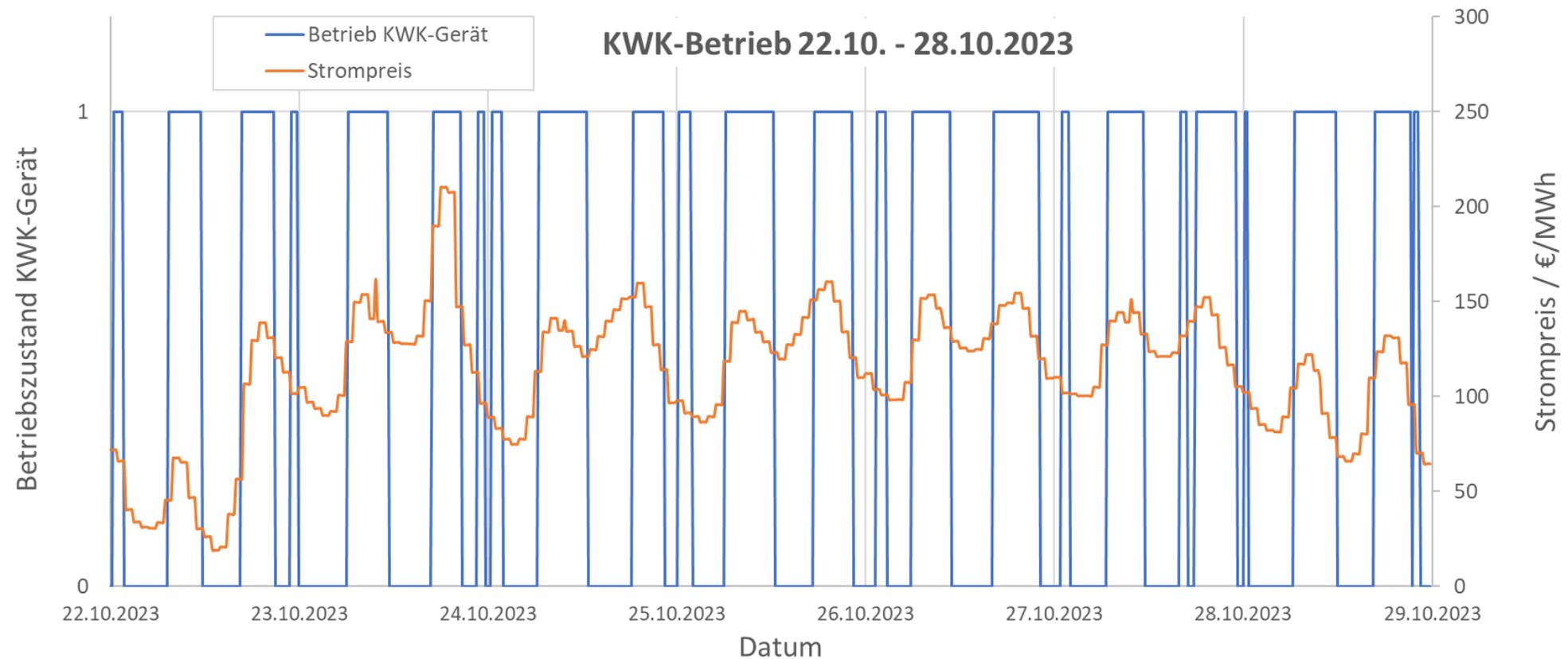
# 4.1 KWK-Betrieb im Spätsommer – Erfüllung der Zielgröße



# 4.1 KWK-Betrieb im Spätsommer – Fahrplantreue

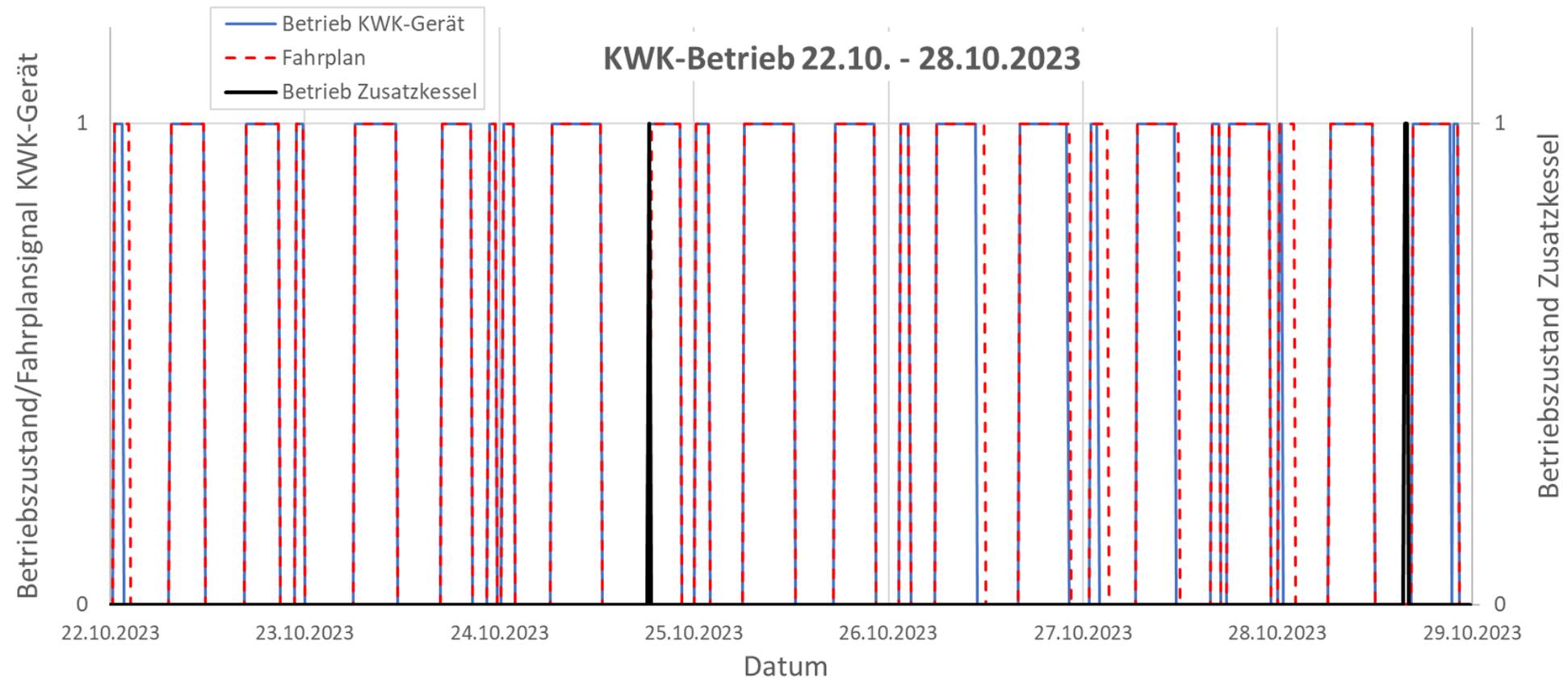


## 4.2 KWK-Betrieb im Herbst – Erfüllung der Zielgröße





## 4.2 KWK-Betrieb im Herbst – Fahrplantreue





## 5 Fazit

---

Ergebnisse der strombedarfsorientierten Betriebsweise:

- Optimierungsziel (Maximierung der Stromerlöse) erreicht
- Hohe Fahrplantreue => Zur Vorhersage der Stromerzeugung geeignet (Redispatch 2.0)
- Zuverlässiger und sicherer Betrieb (keine Komforteinbußen / keine Schädigung des KWK-Gerätes)
- Geringer Aufwand bei der Implementierung (Programmierung der Web-APIs)

Ausblick:

- Anbindung und Steuerung weiterer Anlagen
- Erweiterung der Zielfunktionen (Eigenstromdeckung, netzdienlicher Betrieb...)
- Steuerung komplexer Anlagen (KWK + Wärmepumpe...)