

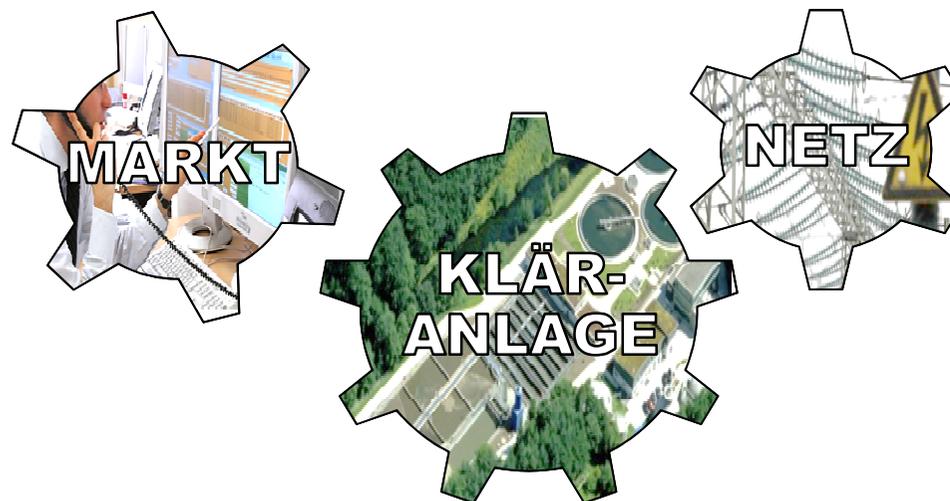
DYNAMISCHE SIMULATION VON REGELENERGIEKONZEPTEN AUF ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN

I. Hobus, Y. Taudien, P. Pyro, WiWmbH

M. Schäfer, O. Gretzschel, TU Kaiserslautern

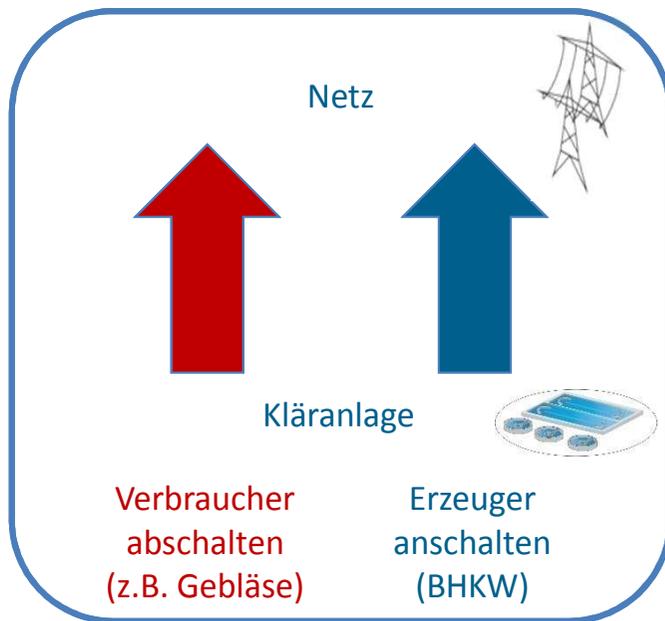
Gliederung

- ▶ Flexibilitätspotential auf Kläranlagen
- ▶ Dynamische Simulation der Flexibilitätsbereitstellung
- ▶ Technische Umsetzung auf der Kläranlage



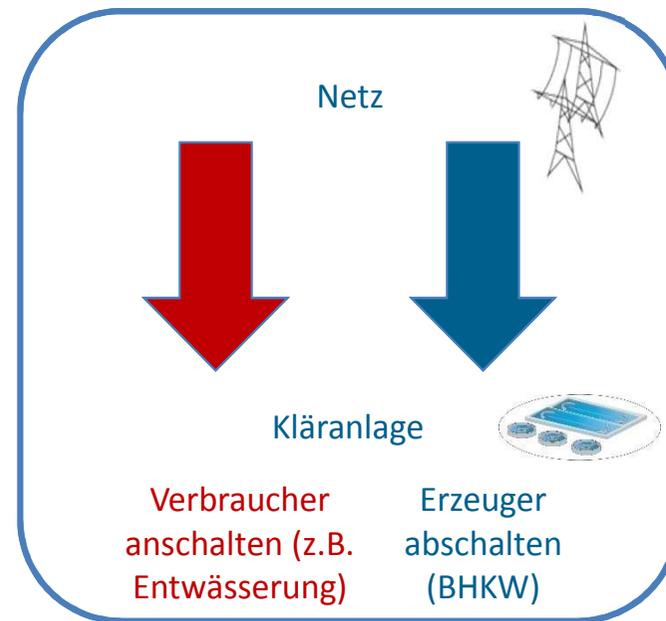
Flexibilität

Strom-
defizit



Positive
Flexibilität

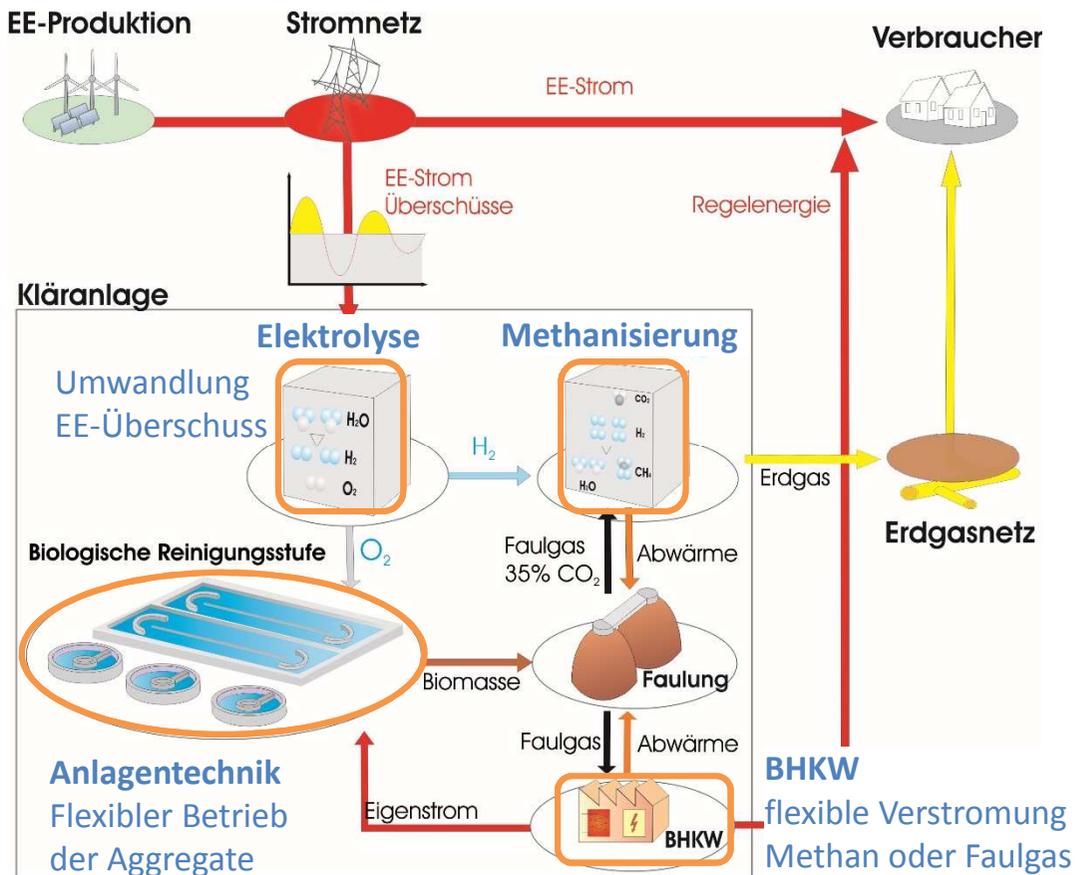
Strom-
überschuss



Negative
Flexibilität



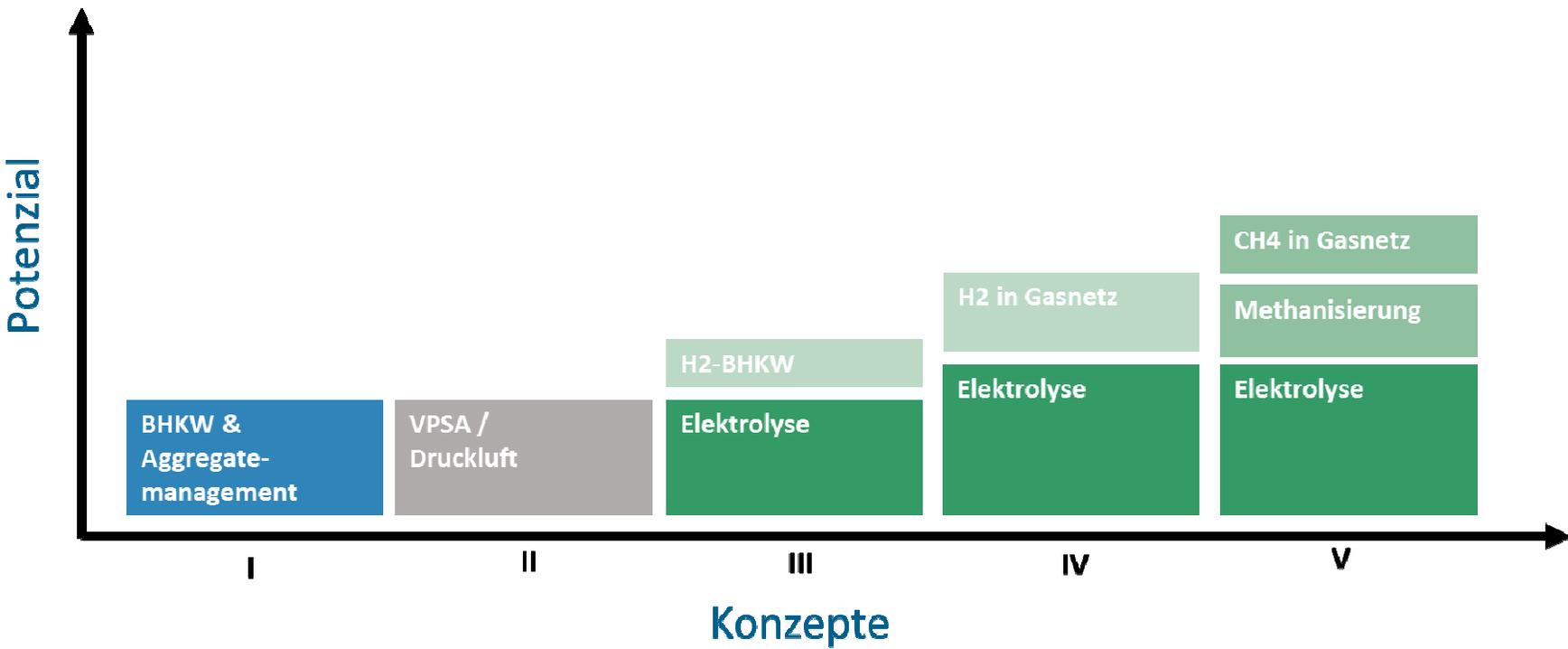
Flexibilitätsoptionen auf Kläranlagen



 Flexibilitätsoptionen

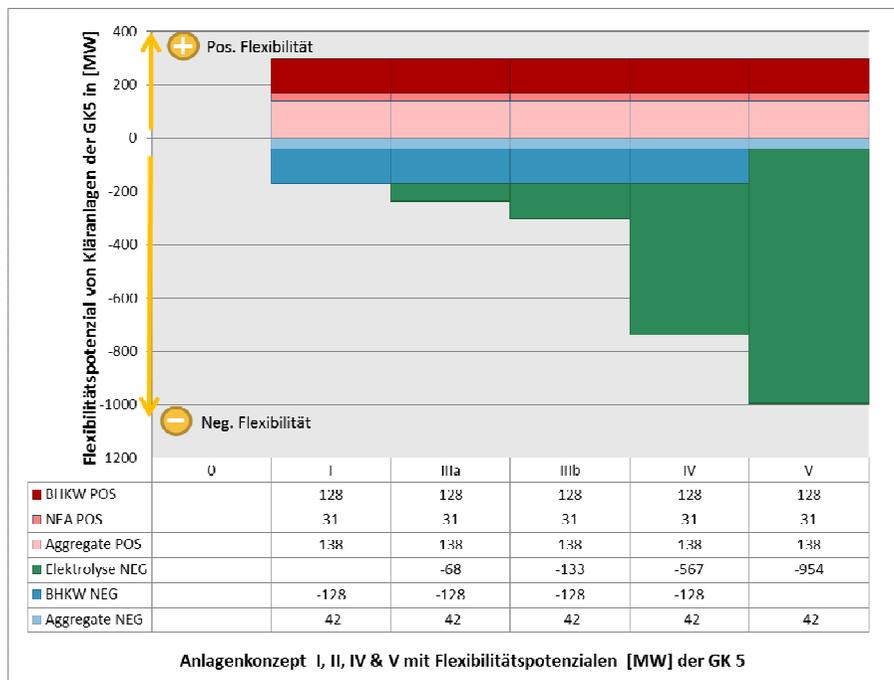


Untersuchte Anlagenkonzepte

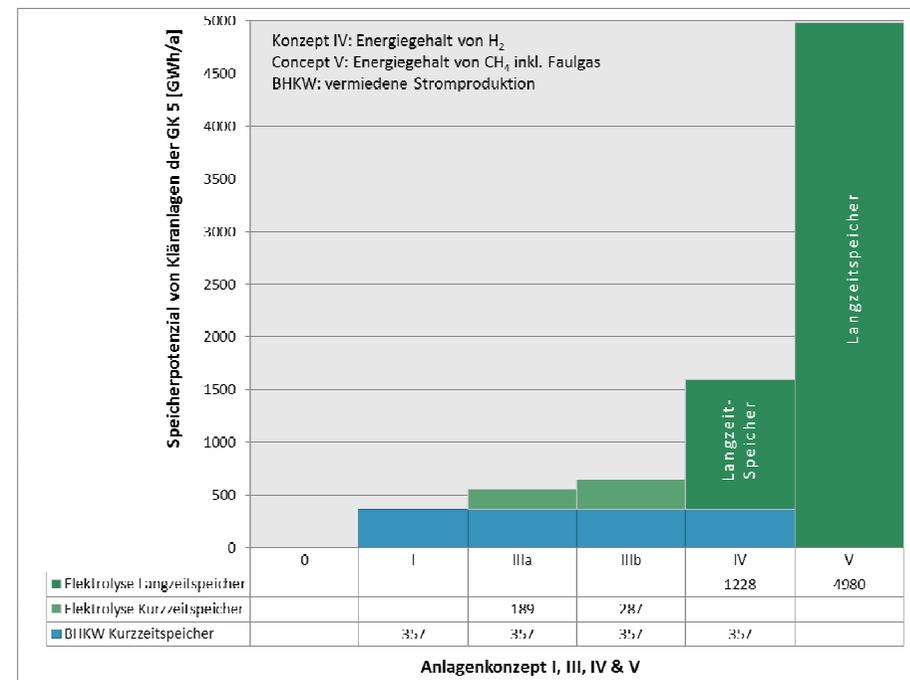


Flexibilitäts- und Speicherpotentiale

Flexibilität GK 5

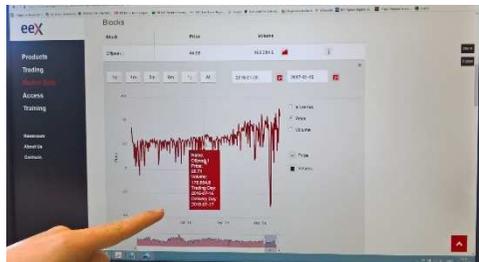


Speicherpotenzial GK 5



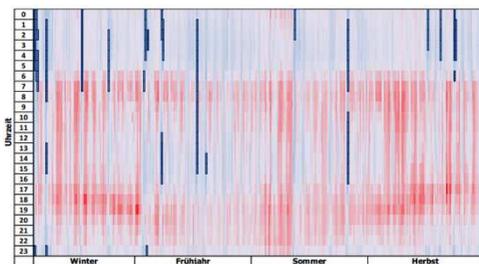
Kopplung KA mit Markt und Netz

Marktanalyse



Ziel Preis-Optimierung und Anreizsignale

Methode Zeitreihen-Analyse

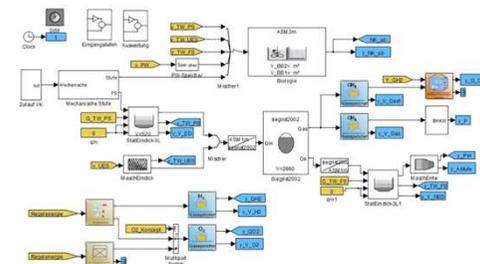


Kläranlagen-Simulation



Ziel Flexibilitäts-Regelung mit Anlagen-Restriktionen

Methode ASM

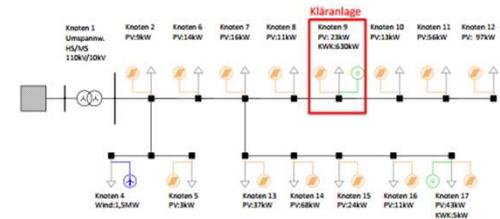


Stromnetz-Simulation



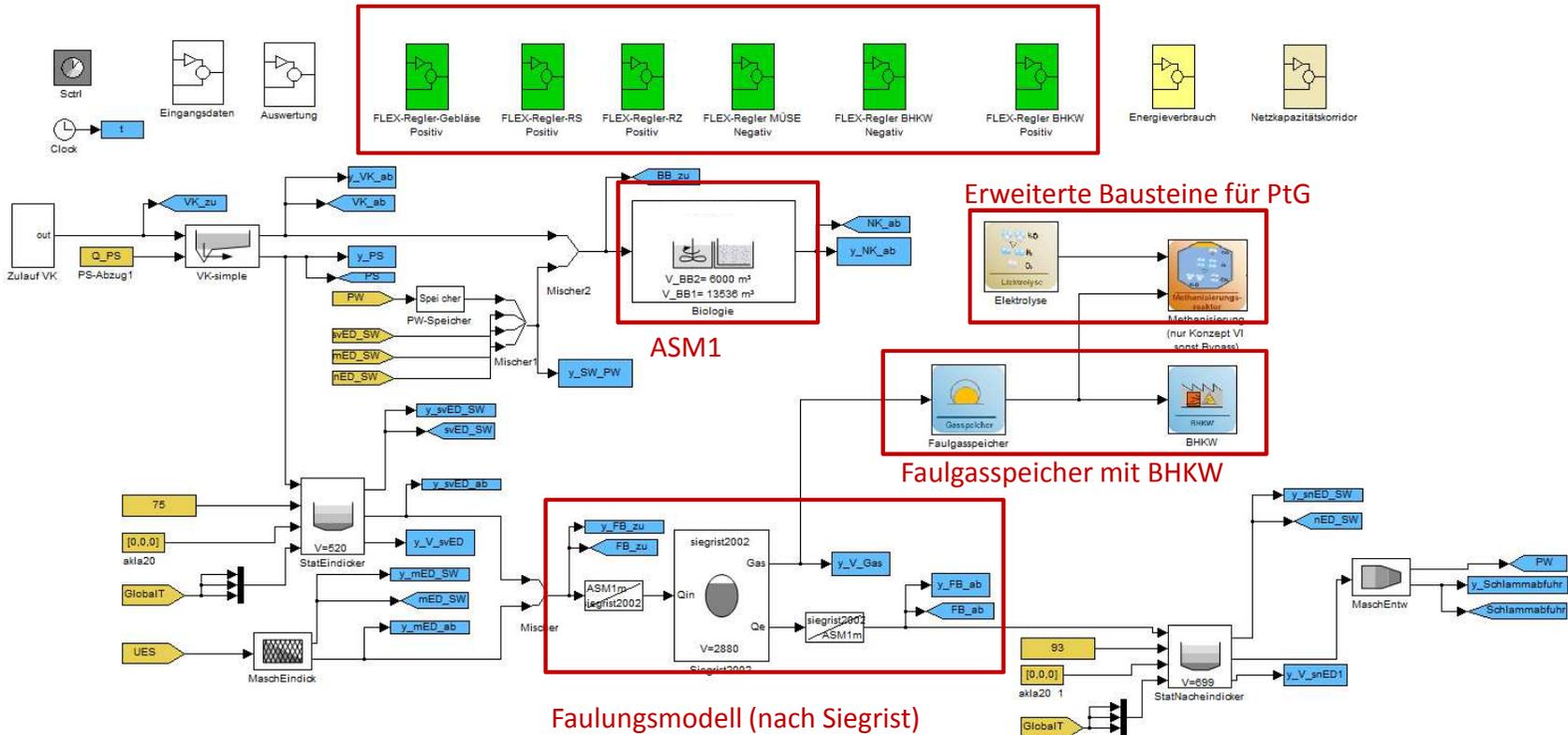
Ziel Analyse von Grenzwertverletzungen und Flex-Bedarf

Methode Lastflussberechnungen



Modellaufbau

Flexibilitätsbausteine zur Kopplung mit Markt / Netz



Verfahrenstechnische Restriktionen

REZI-PUMPEN

t_Reg: 30 min.

Rest. 1: Nitrat
 (C_{BBab,NO_3})

GEBLÄSE

t_Reg: 15 min.

t_max 120 min.

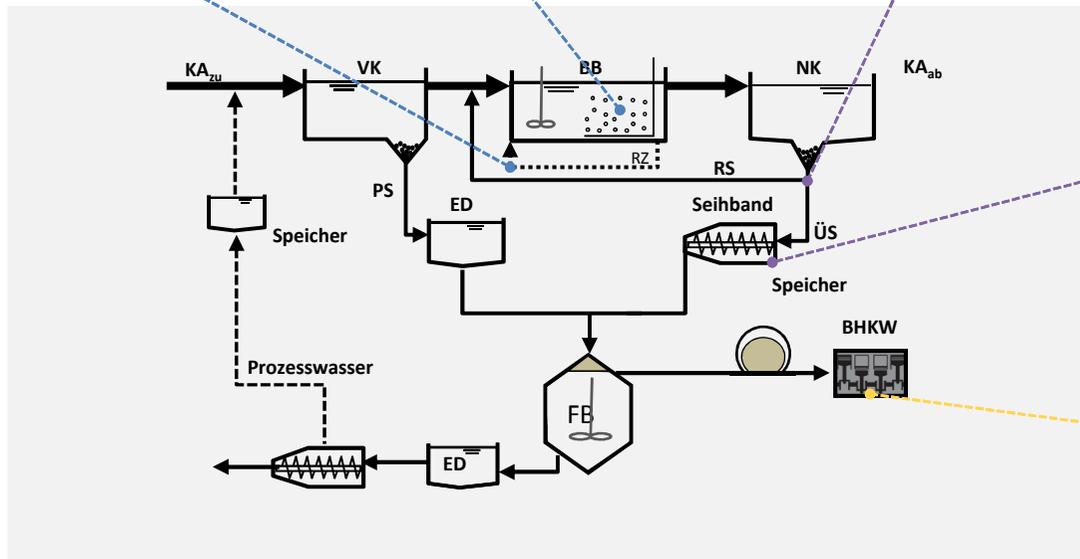
Rest. 1 Ammonium
 (C_{BBab,NH_4})

Rücklaufschlammumpen

t_Reg: 60 min.

t_max 120 min.

Rest. 1: Wassermenge



Mech. ÜSS-Eindickung

t_Reg: 15 min.

t_min 120 min.

Rest. 1: TS-Gehalt BB

Rest. 2: max. Schaltvorgänge

Rest. 2: Uhrzeit

Blockheizkraftwerk (BHKW +/-)

t_Reg: 5 / 30 min.

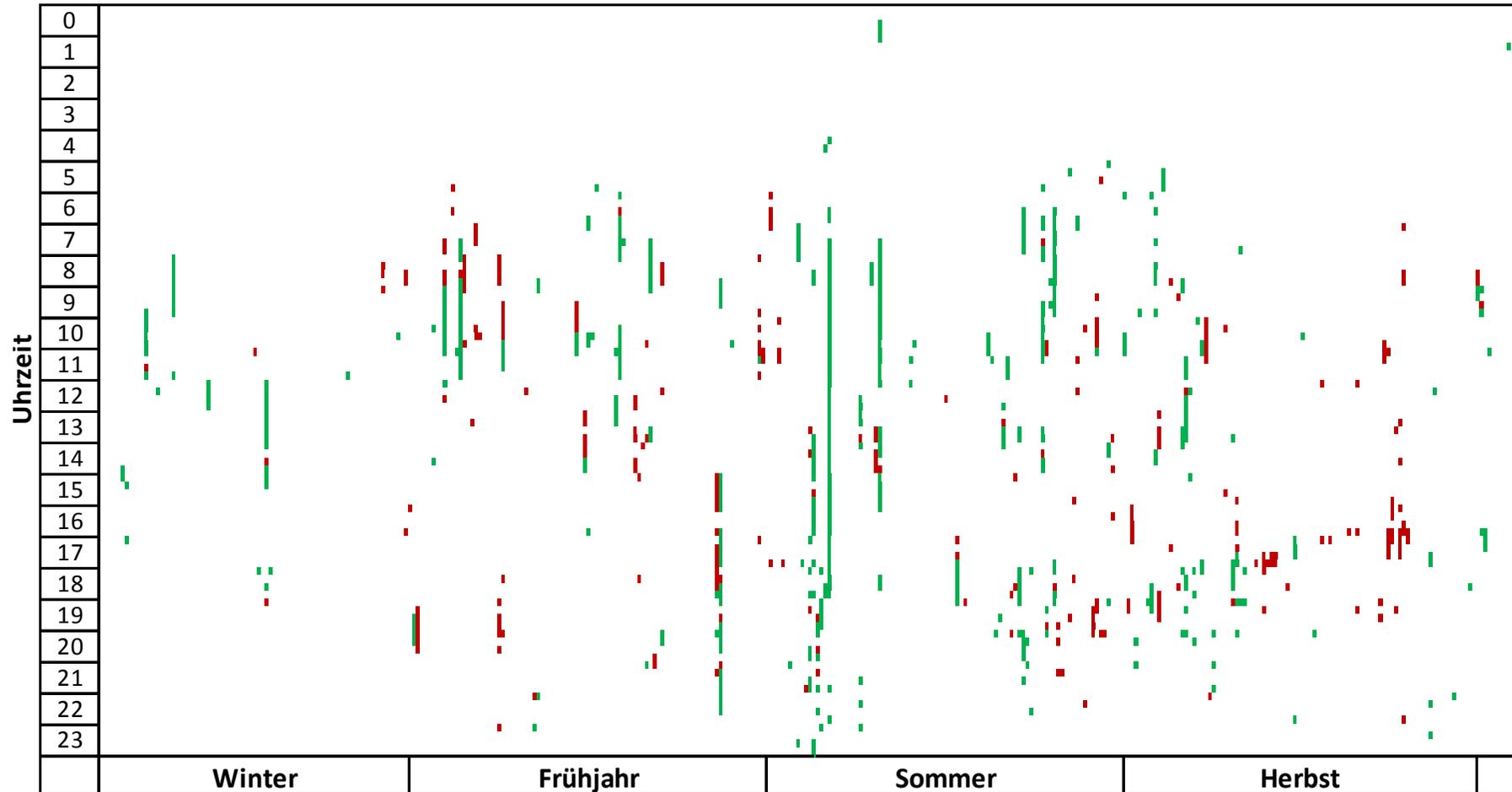
t_min 60 / 5 min.

Rest. 1: max. Füllstand Speicher

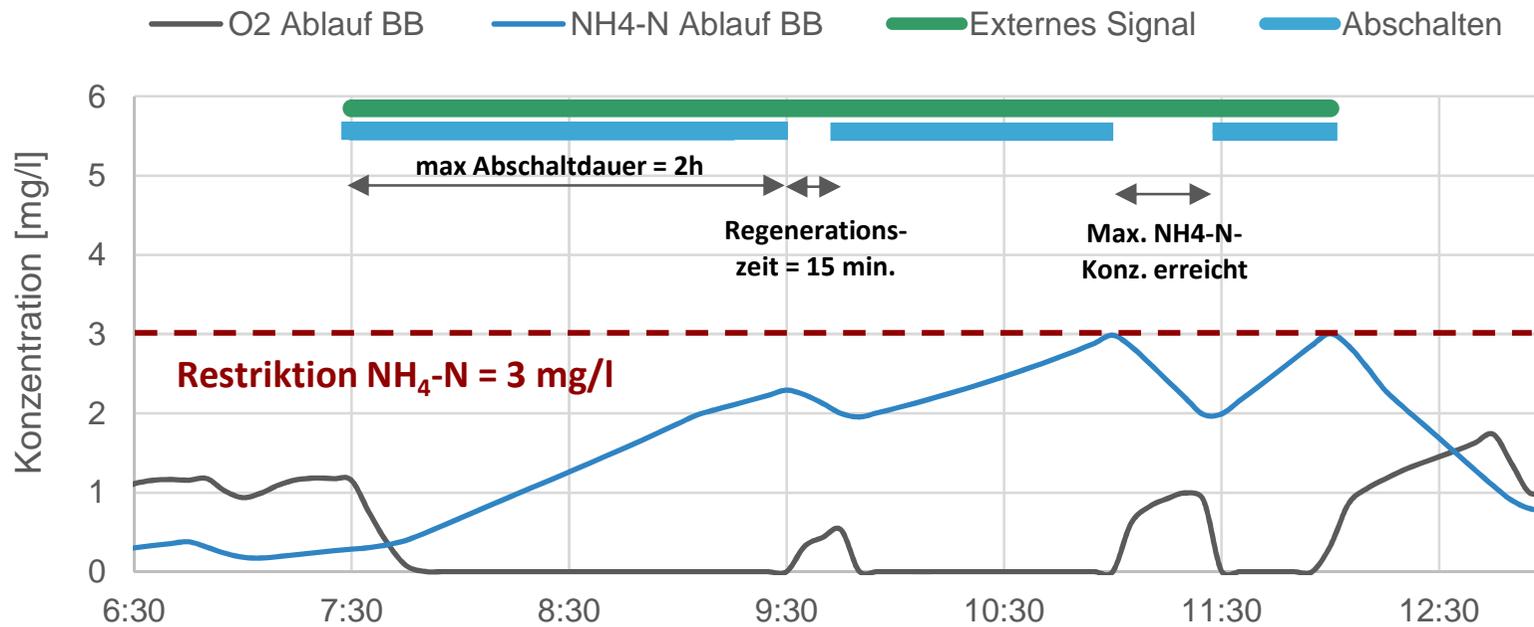
Rest. 2: min. Füllstand Speicher

Rest. 3: max. Schaltzyklen

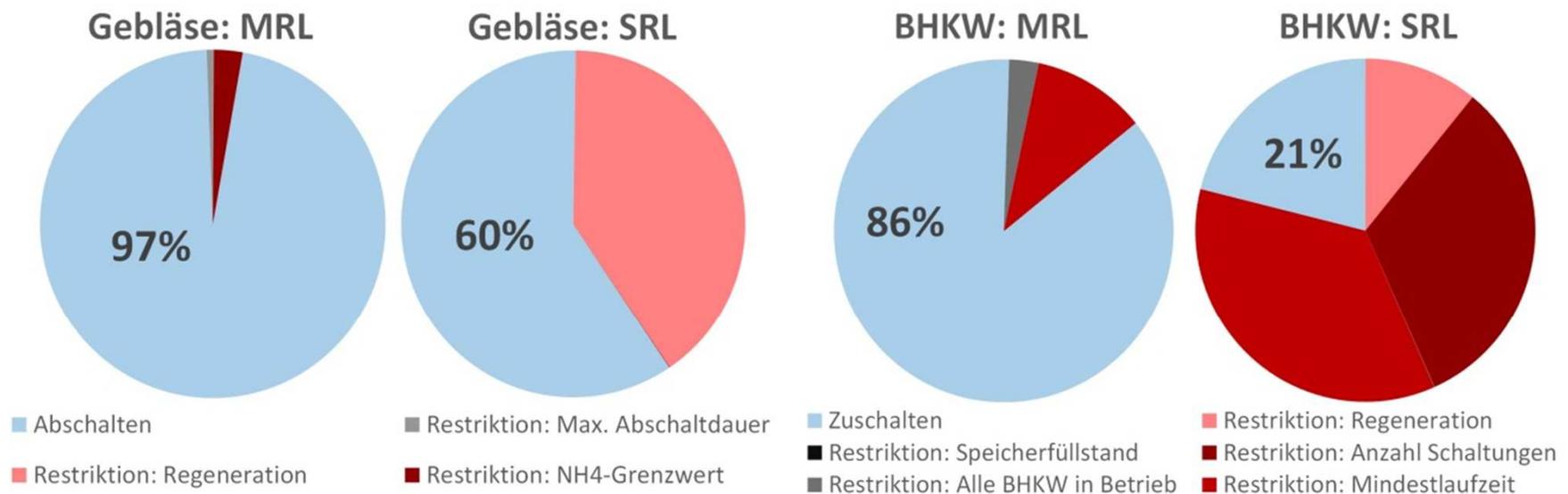
Minutenregelleistung MRL 2035 aus Marktanalyse



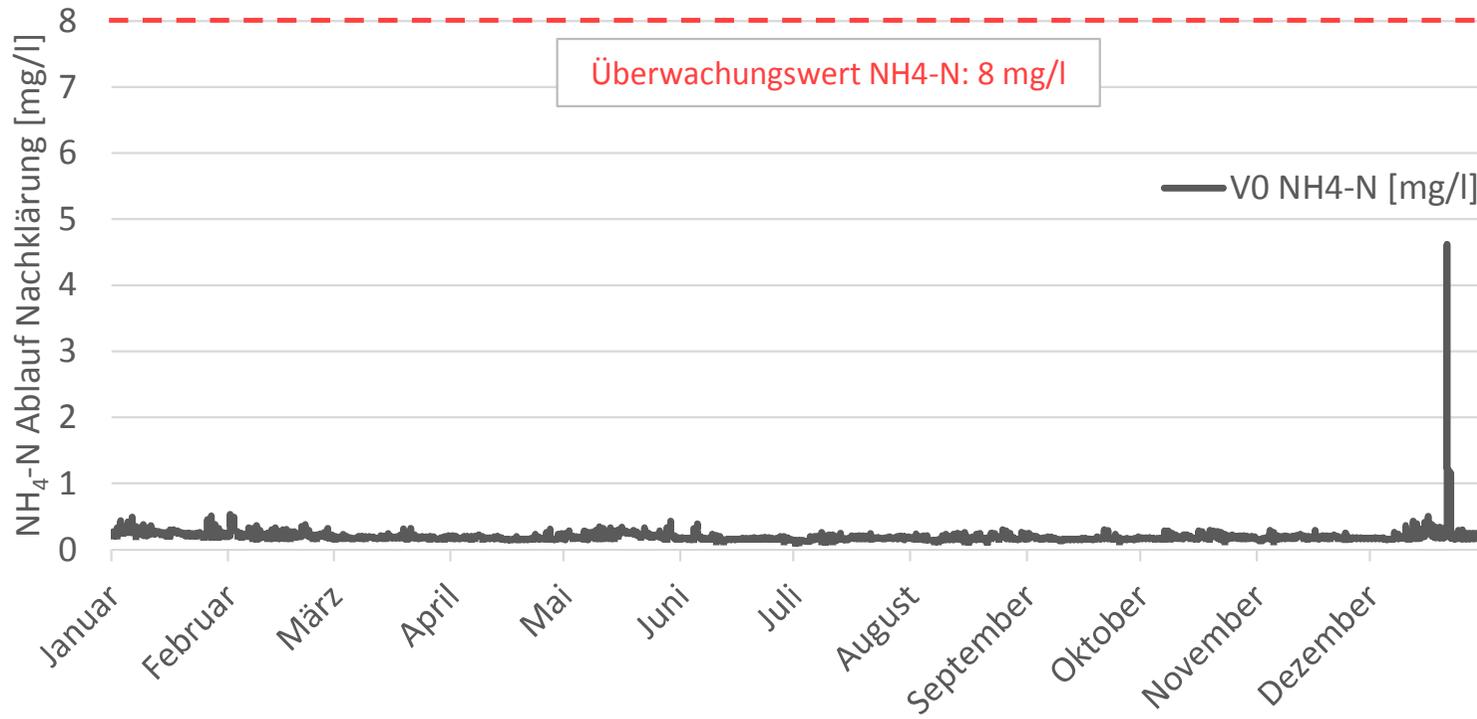
Flexibler Betrieb der Gebläse im Modell



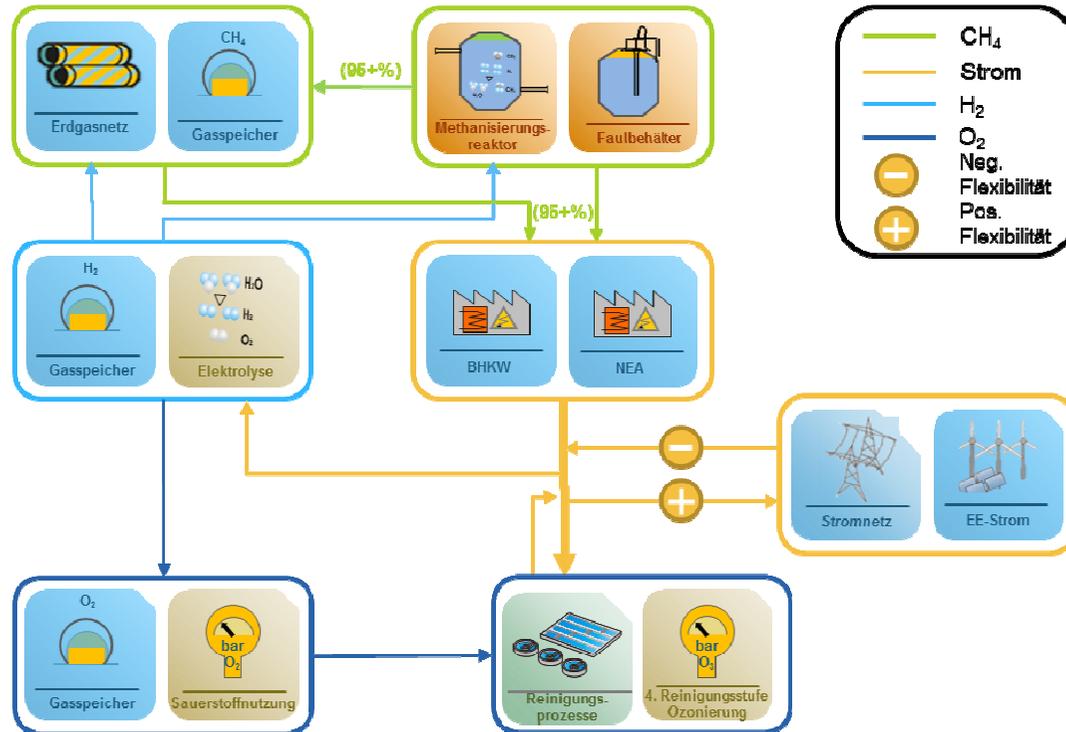
Flexibilität & Restriktionen 2035



Flexibilität & Qualität



Innovative Konzepte: Power to gas



Konzept Methanisierung:

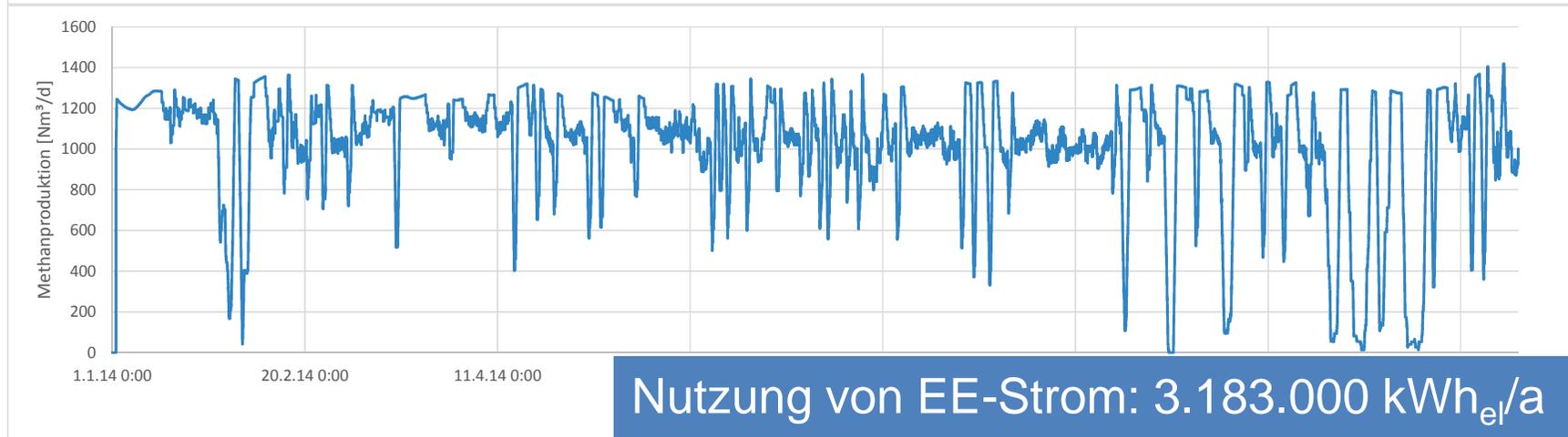
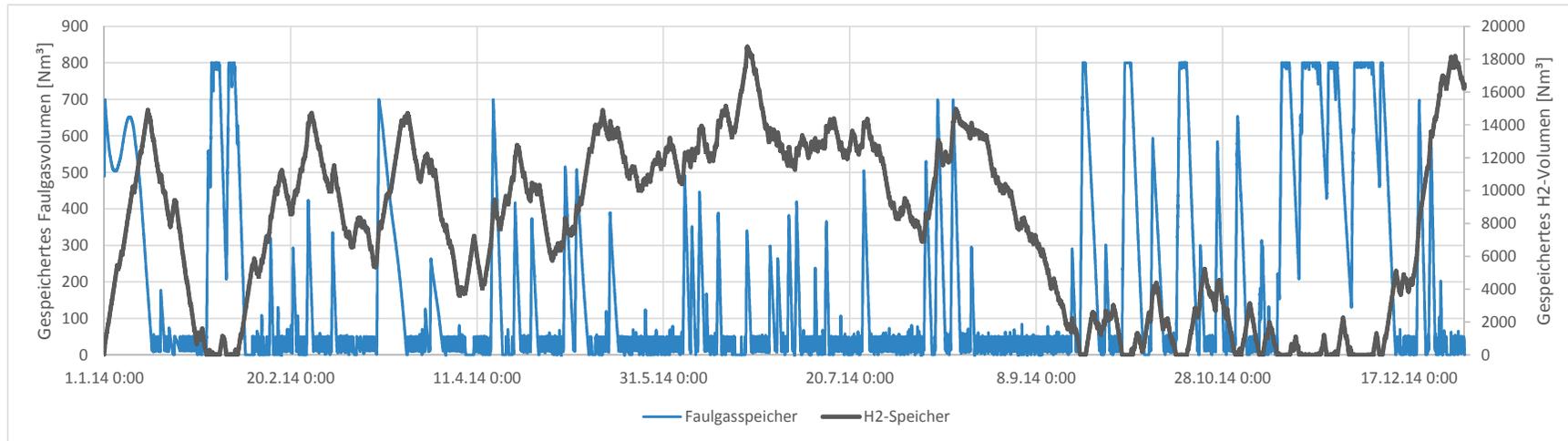
Elektrolyseleistung:
900 kW

H_2 -Produktion:
160 Nm³/h

O_2 -Produktion:
80 Nm³/h

Umsatzrate Methanisierung:
20 m³/h

Innovative Konzepte: Power to gas



Nutzung von EE-Strom: 3.183.000 kWh_{el}/a
CH₄-Einspeisung: 371.500 m³/a

Praxistests KA Radevormwald



Angeschlossene EW: 71.700 E

Aggregate im virtuellen Kraftwerk:

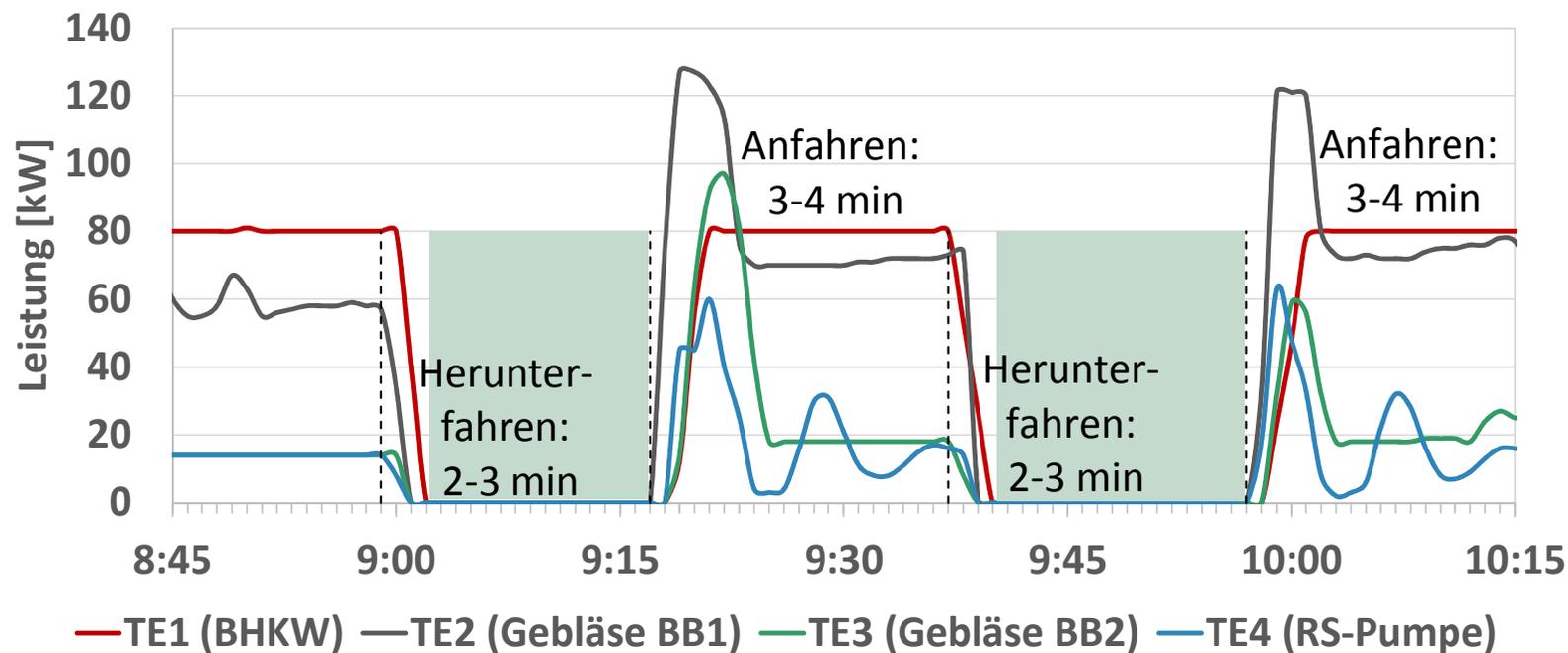
2 x BHKW (2 x 80 kW_{el})

3 x Gebläse BB 1 (55, 75, 90 kW_{el})

3 x Gebläse BB 2 (3 x 75 kW_{el})

3 x RS-Pumpen (3 x 30 kW_{el})

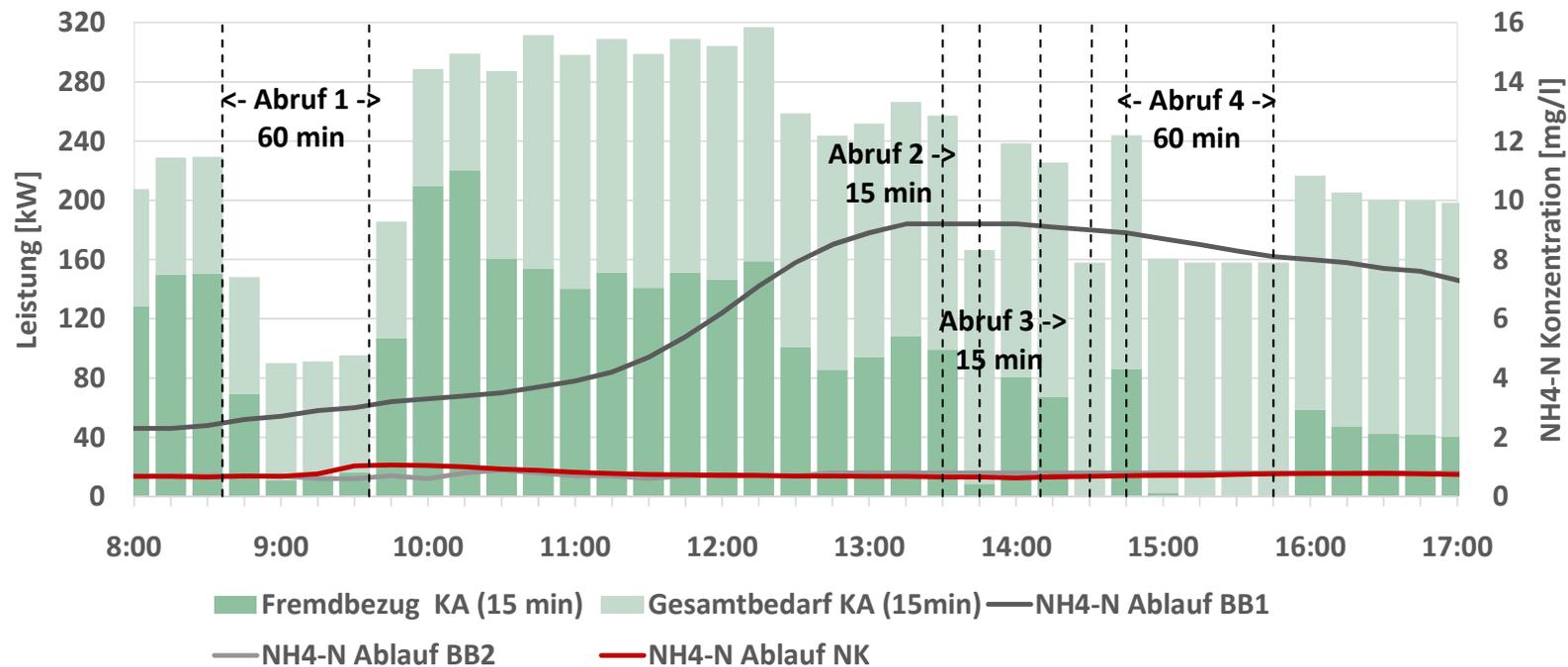
Virtuelles Kraftwerk: Präqualifikation



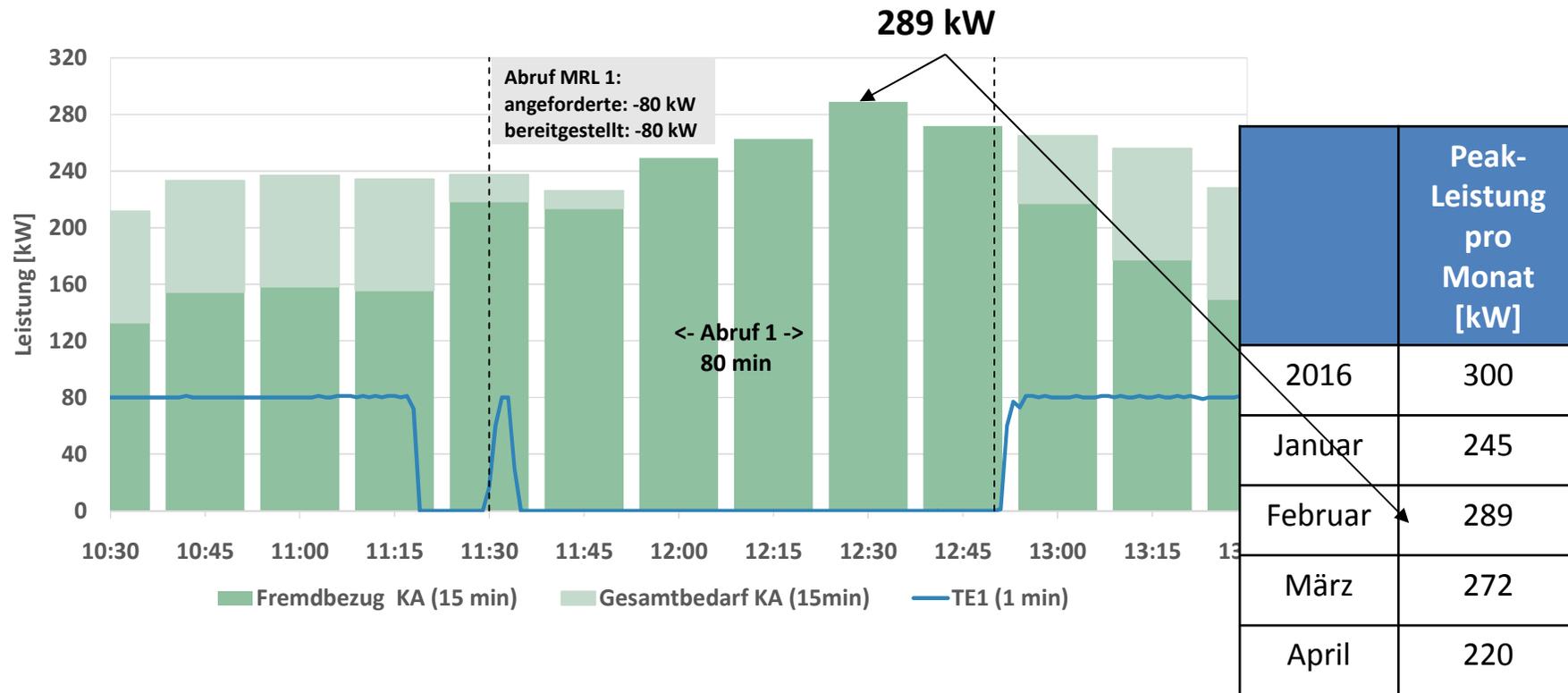
- Doppelhöckertest für alle vier technischen Einheiten erfüllen die Voraussetzungen

Virtuelles Kraftwerk: Ergebnisse

Bereitstellung von Flexibilität für Minutenregelleistung (MRL):
Gebläse BB1; Gebläse BB2; RS-Pumpen



Einfluss auf Fremdbezug

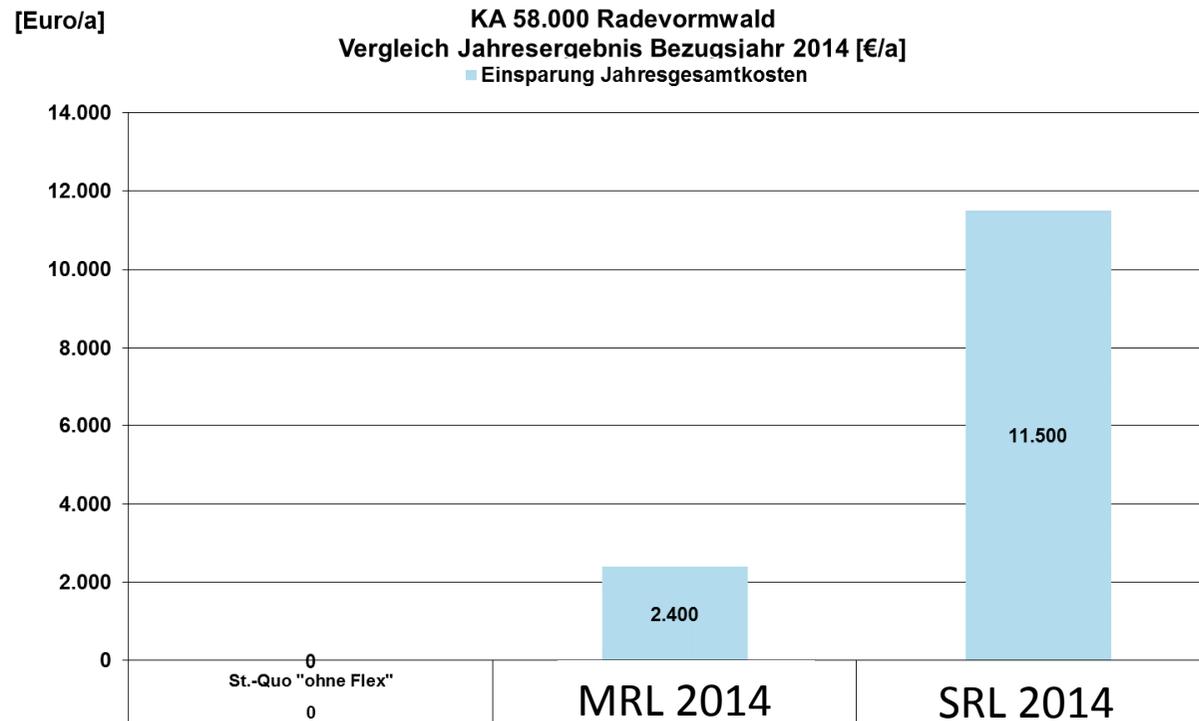


- **Entstandene Mehrkosten Stromfremdbezug:**
 $(289 \text{ kW} - 272 \text{ kW}) \cdot 64,63 \text{ €/kW} = 1.099 \text{ €}$

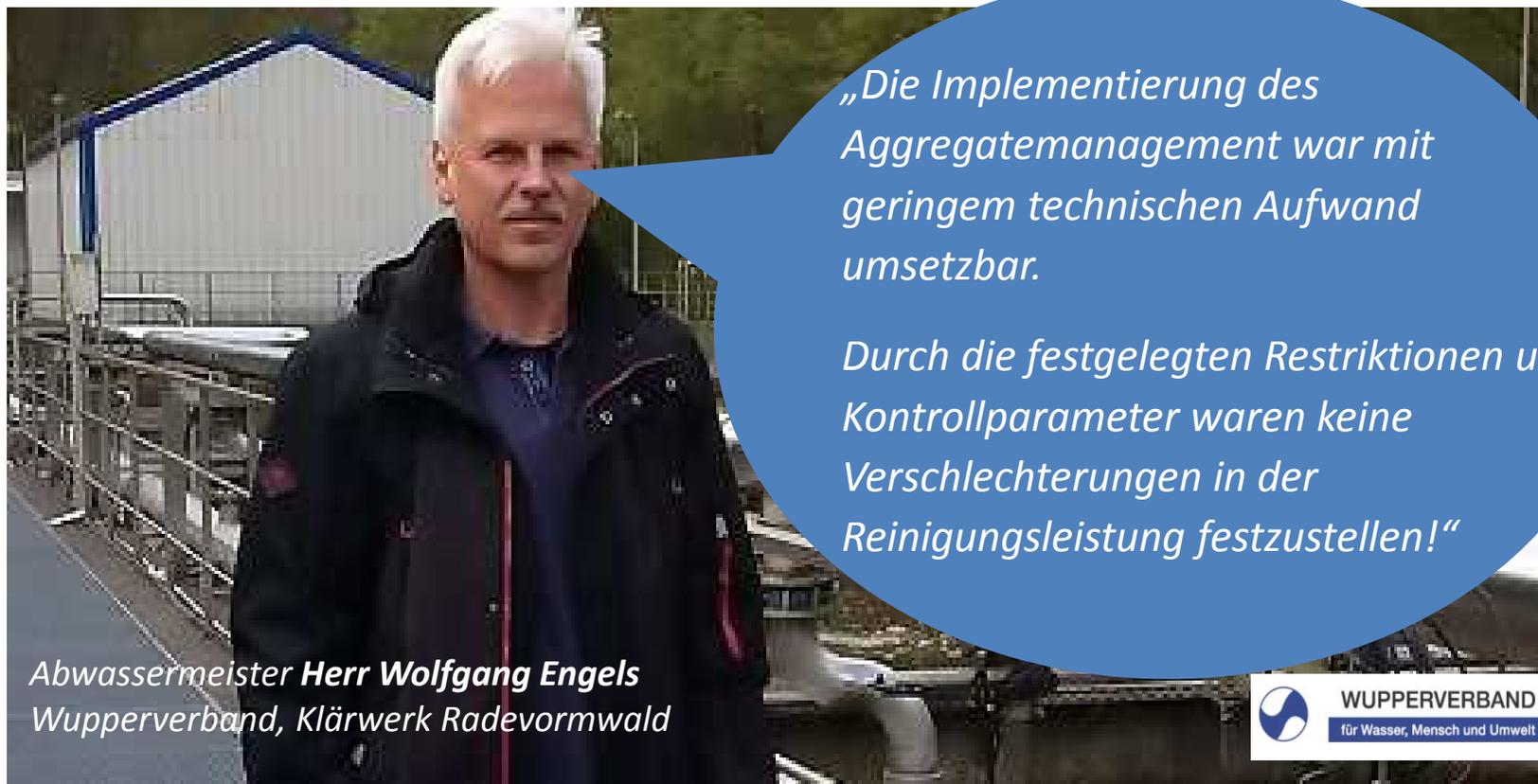


Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Marktsignalen und Marktpreise aus dem Jahr 2014



Fazit Praxistest



Zusammenfassung

- Mit der dynamischen Simulation und Praxistests konnte gezeigt werden, dass Kläranlagen in der Lage sind ihre Betriebsweise temporär anzupassen ohne den Klärprozess negativ zu beeinflussen
- Kläranlagen mit Schlammfäulung sind geeignete Standorte zur Umsetzung von Power-to-Gas-Anlagen

Voraussetzung:

Schaffung von Anreizsystemen und transparenter, lösungsorientierter (rechtlicher & politischer) Rahmenbedingungen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr.-Ing. Inka Hobus

Email: hob@wupperverband.de

