



Zukünftiges Potenzial der Kläranlage in dezentralen Infrastrukturen für Energie, Wasserstoff und Bioökonomie

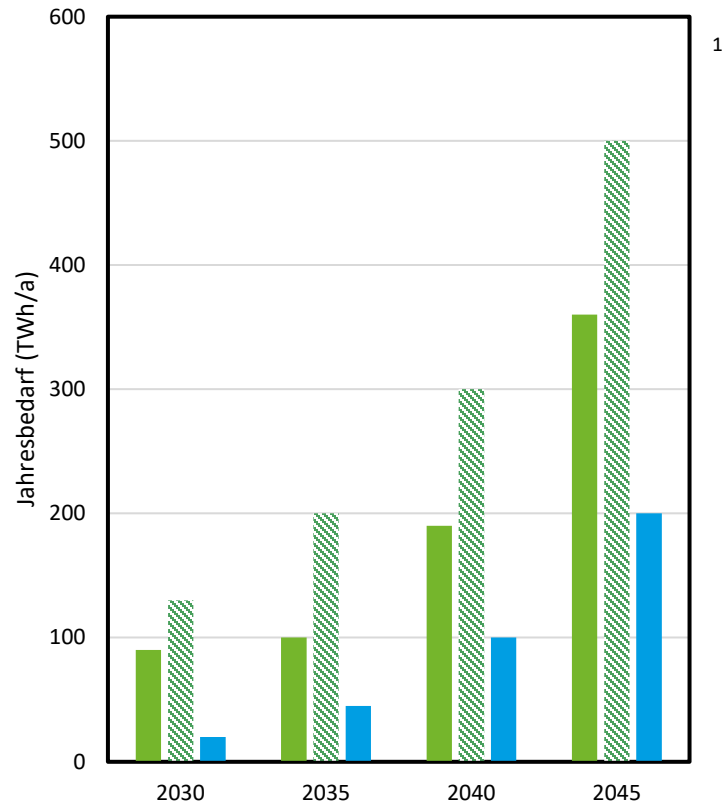
IFWW-Kolloquium 2025

Carl Fritsch
29.04.2025

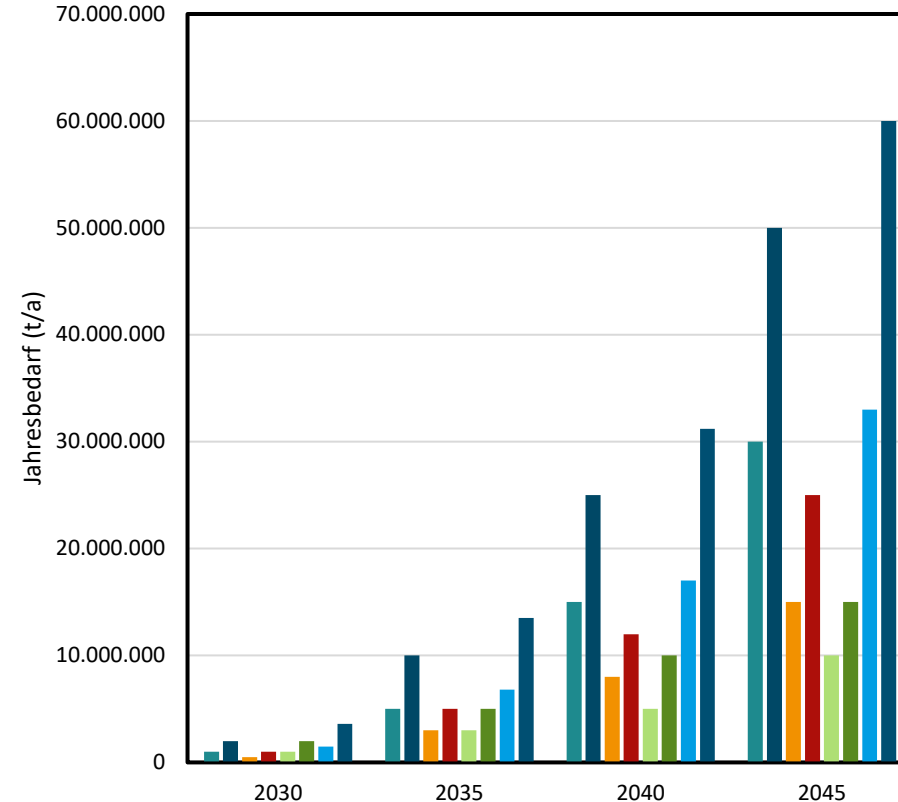
Zukünftiger Bedarf für Energieträger und bioökonomische Produkte

Drei Handlungsfelder für die Energieintegration der Kläranlage in dezentrale Infrastrukturen

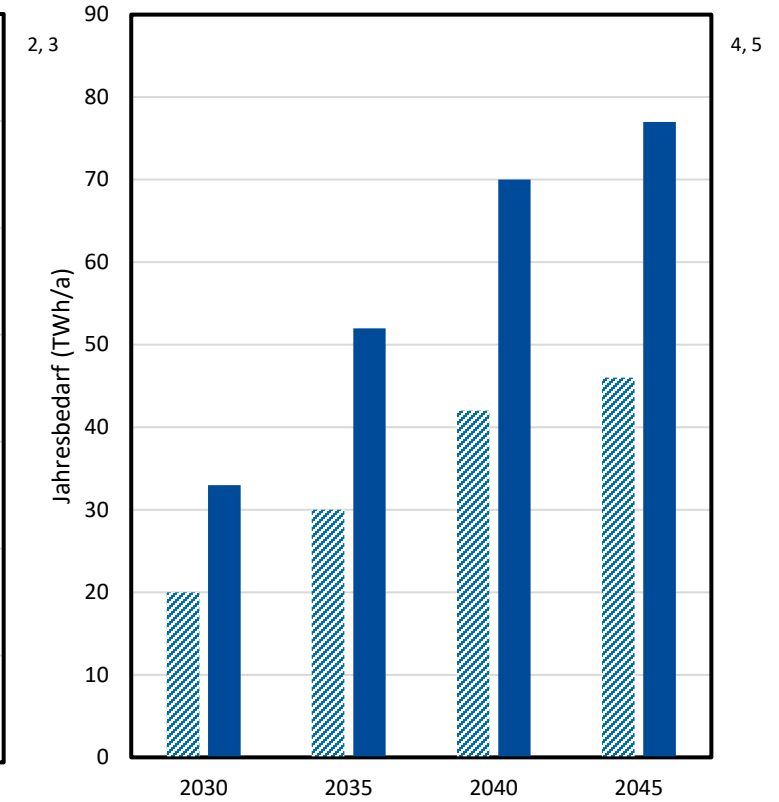
Wasserstoff



Kohlenstoff



Wärme



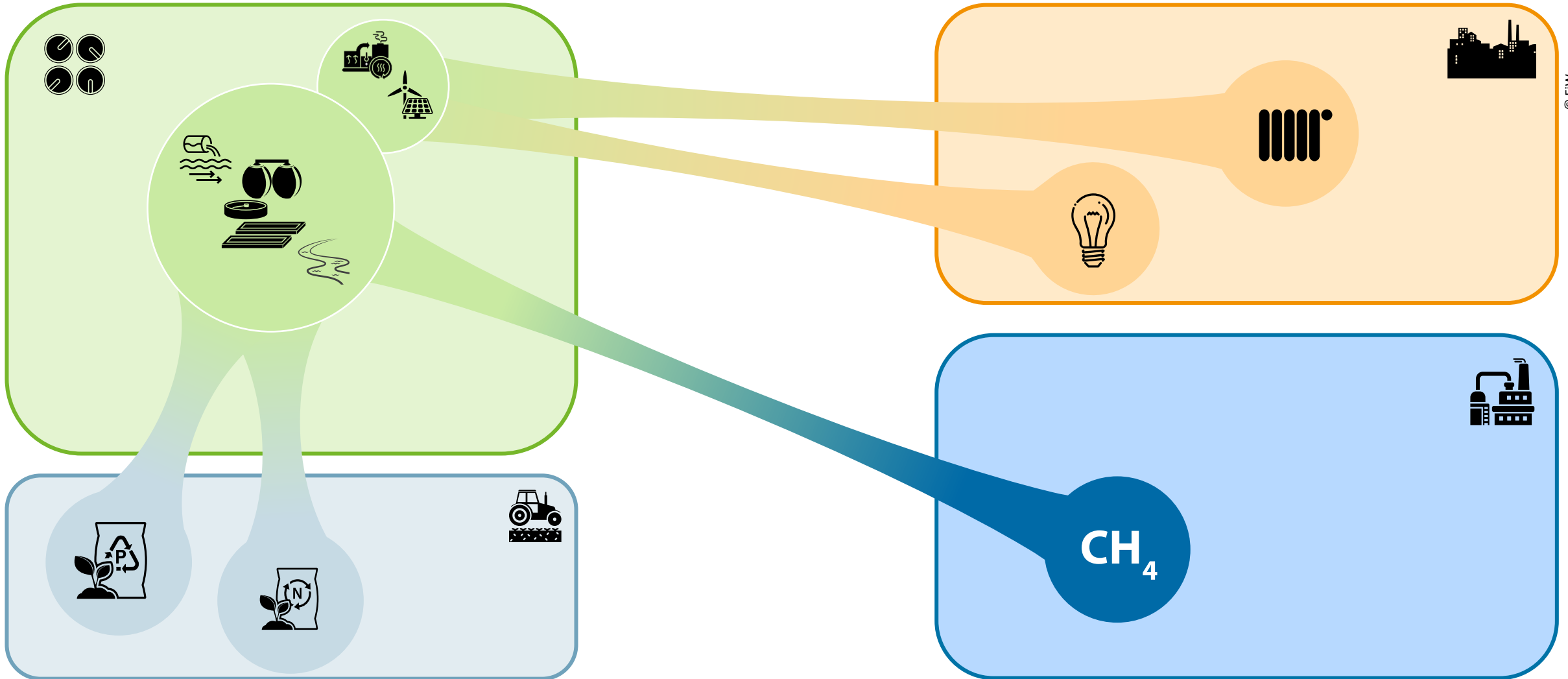
■ Min. TWh ▨ Max. TWh ■ Derivate TWh

■ Bio-/E-Methan von t ■ Bio-/E-Methan bis t
 ■ Bio-/E-Methanol von t ■ Bio-/E-Methanol bis t
 ■ Bio-Kunststoffe von t ■ Bio-Kunststoffe bis t
 ■ Regenerativer Kohlenstoff min ■ Regenerativer Kohlenstoff bis t

▨ Dezentrale Wärme / Wärmepumpenleistung TWh Min
 ■ Dezentrale Wärme / Wärmepumpenleistung TWh Max

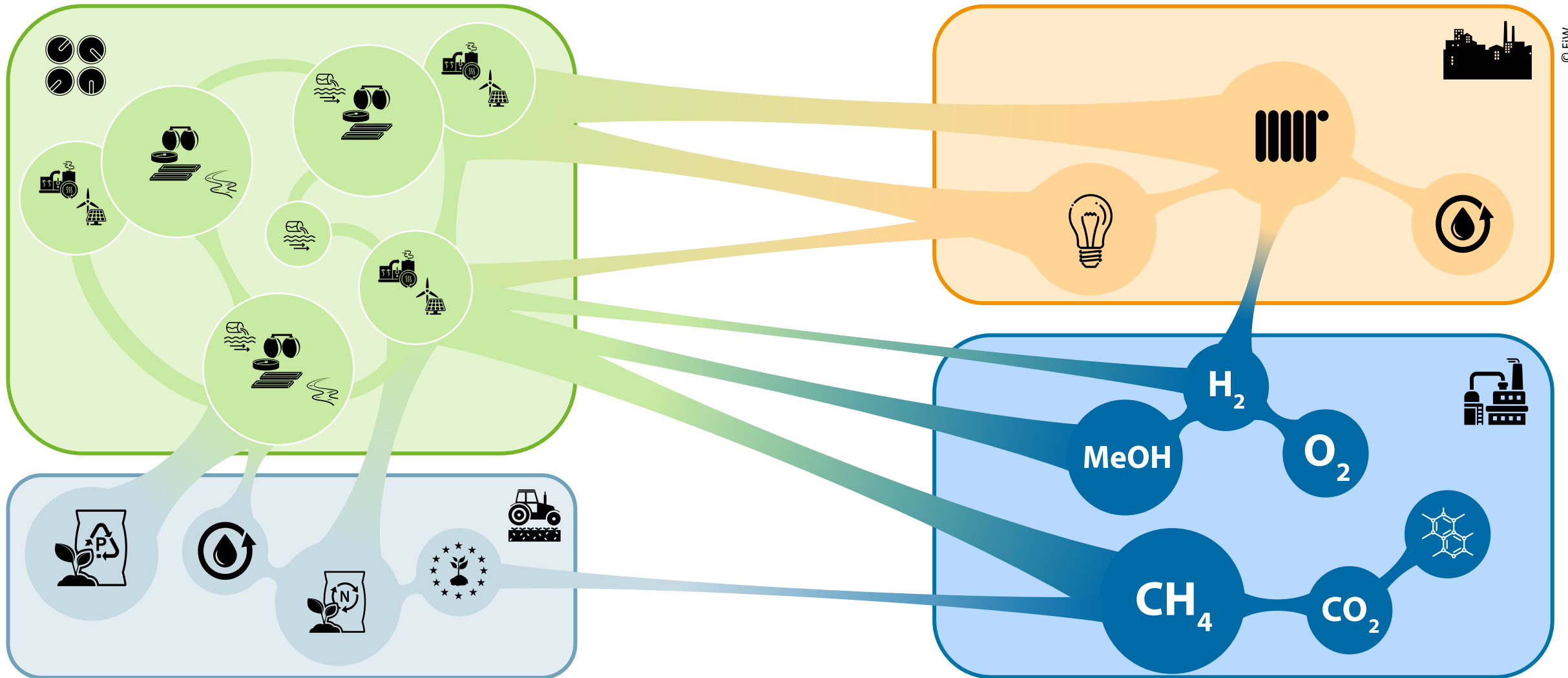
Ressourcenvielfalt Abwasserwirtschaft

Schon jetzt ein Angelpunkt der Sektorenkopplung



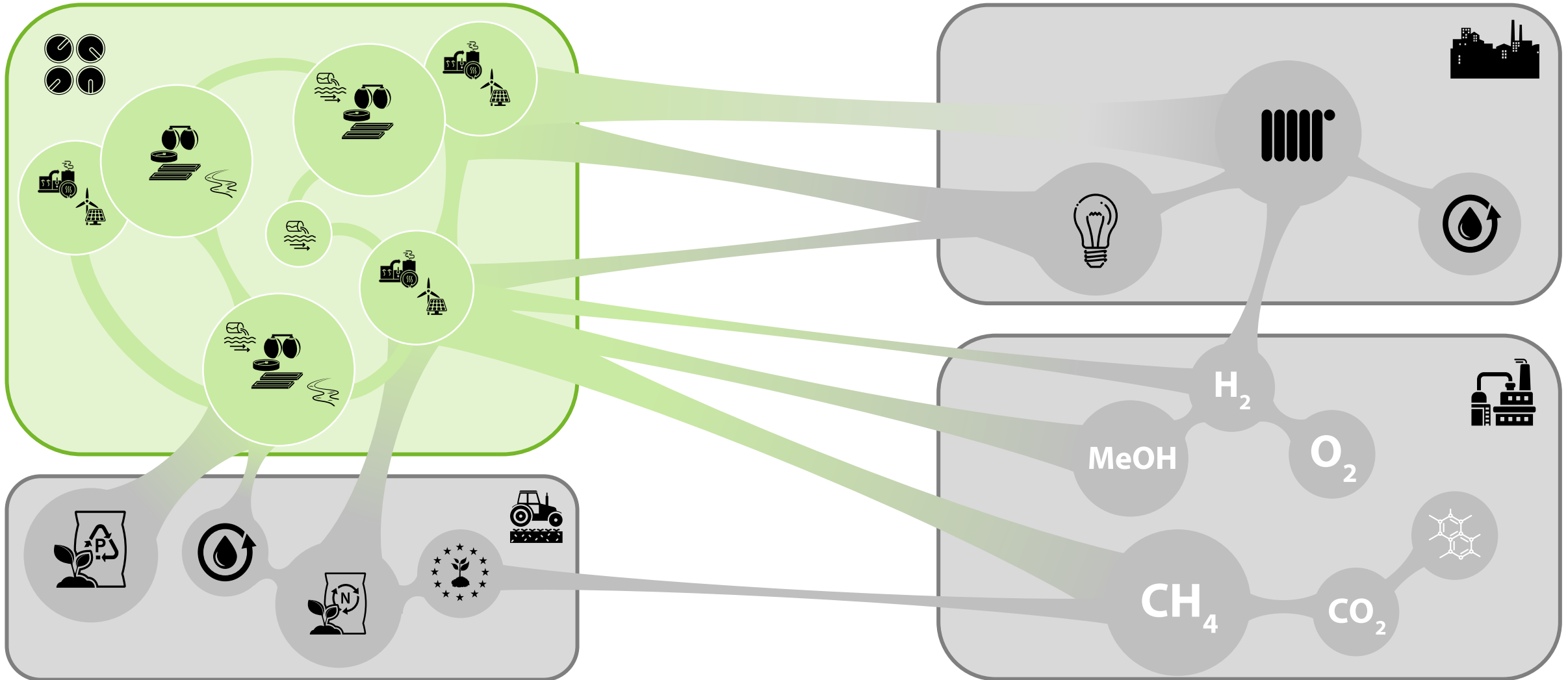
Ressourcenvielfalt Abwasserwirtschaft

Potentialvervielfältigung durch Energie- und Ressourcenneutralität



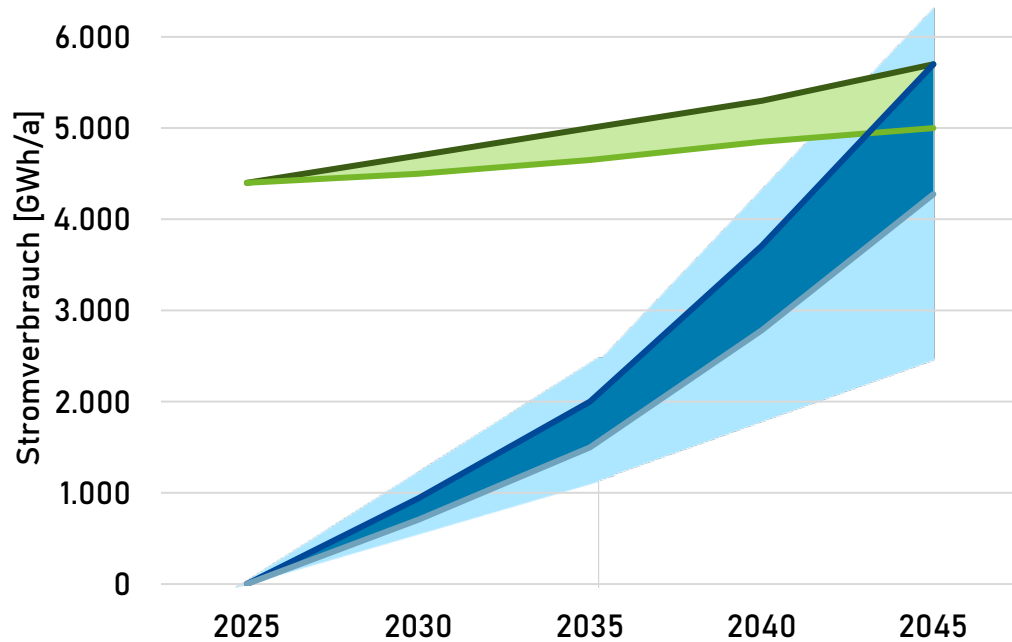
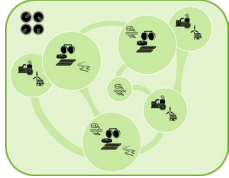
Ressourcenvielfalt Abwasserwirtschaft

Potentialvervielfältigung durch Energie- und Ressourcenneutralität



Energieerzeugung auf Kläranlagen

2045 erzeugen Abwasseranlagen jährlich bis zu 800 GWh_e Überschussleistung



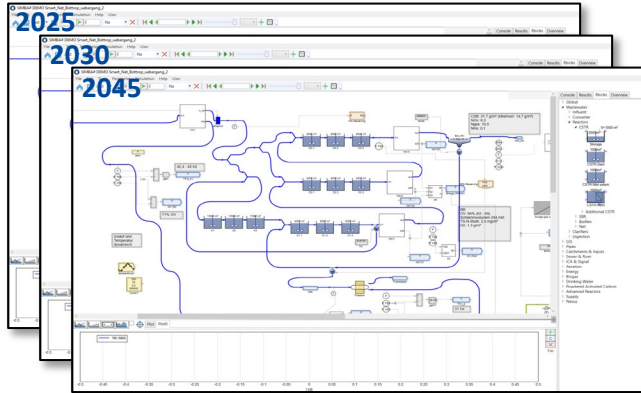
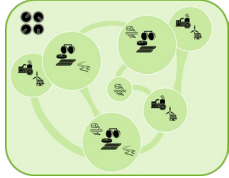
- Stromverbrauch Min
- Stromverbrauch Max
- Eigenerzeugung Max
- Eigenerzeugung Min
- Vrsl Erzeugungsschwankung

	2023	2025	2028	2030	2030
	Validierung Vorjahresdaten	aktueller Planungsstand	Wechselwirkung EE Ausbau mit Strom-mixtransformation	Wärmeszenario „Hybrid“	Wärmeszenario „All-Electric“
	BHKW, PV-Dachfläche	Inbetriebnahme KGA	Ausbau PV, WEA	Ausbau PV, WEA Ausbau KGA	Ausbau PV, WEA Ausbau KGA
	€ ↑ THG ↓	€ ↑ THG ↓	€ ↑ THG ↓	€ ↑ KARL ↓	€ ↑ KARL ↓

© FiW

Energieerzeugung auf Kläranlagen

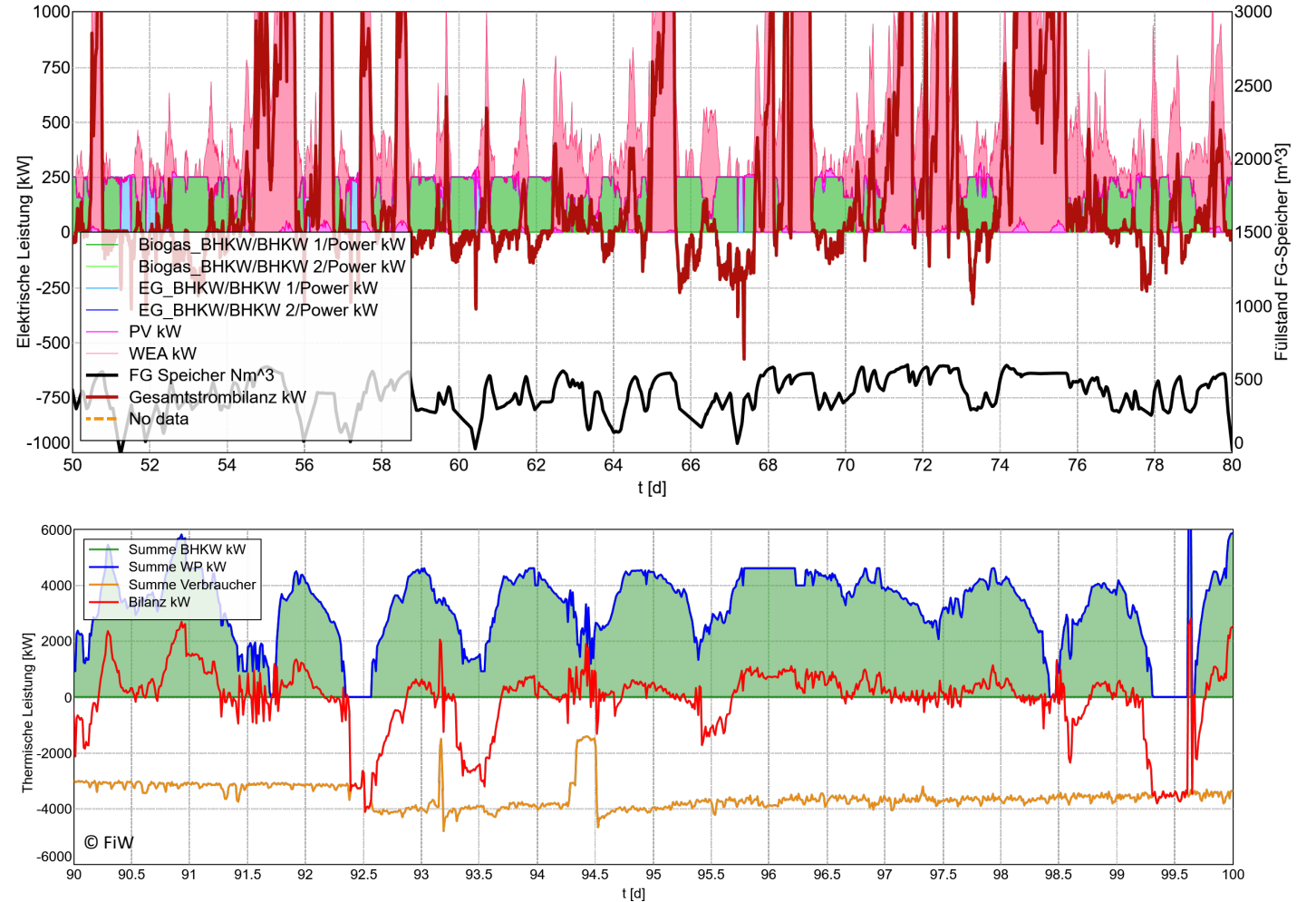
Modellierung unterstützt bei der Identifikation von Effizienzpotenzialen und der Konzeptionierung von PtX-Systemen



Dynamische Systemmodellierung

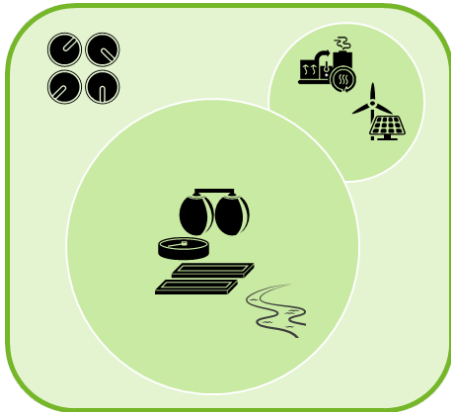
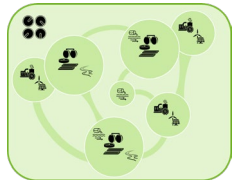
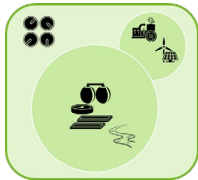


Darstellung dynamischer Anlagenbetriebsweise unter energetischer und wirtschaftlicher Randbedingungen



Energieerzeugung auf Kläranlagen

Gegenüberstellung einer 500.000 EW Systems 2025 - 2045



10 – 15 GWh/a
100% Wärmebedarf
60% Strombedarf



3 GWh_{el}/a
PV-Flächen zur Ergänzung
BHKW



7,5 GWh_{th}/a
Wärmesystem beruht
ausschließlich aus Biogas-
Verfeuerung

13,5 - 20,0 GWh/a
150% Wärmebedarf
80% Strombedarf



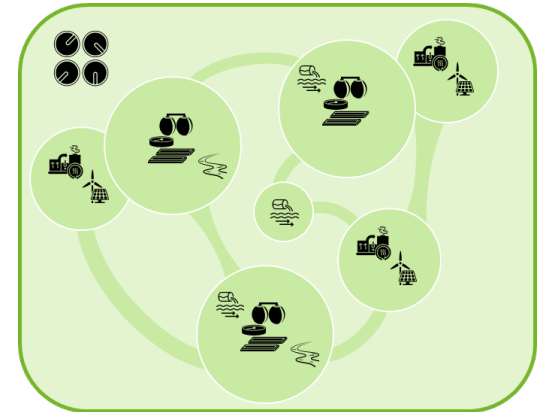
7 GWh_{el}/a

Ausgeprägtes EE-System mit
25% Überschusserzeugung



9 GWh_{th}/a

Erzeugungssystem aus
BHKW und Wärmepumpen
erzeugen mehr Wärme als
gebraucht wird

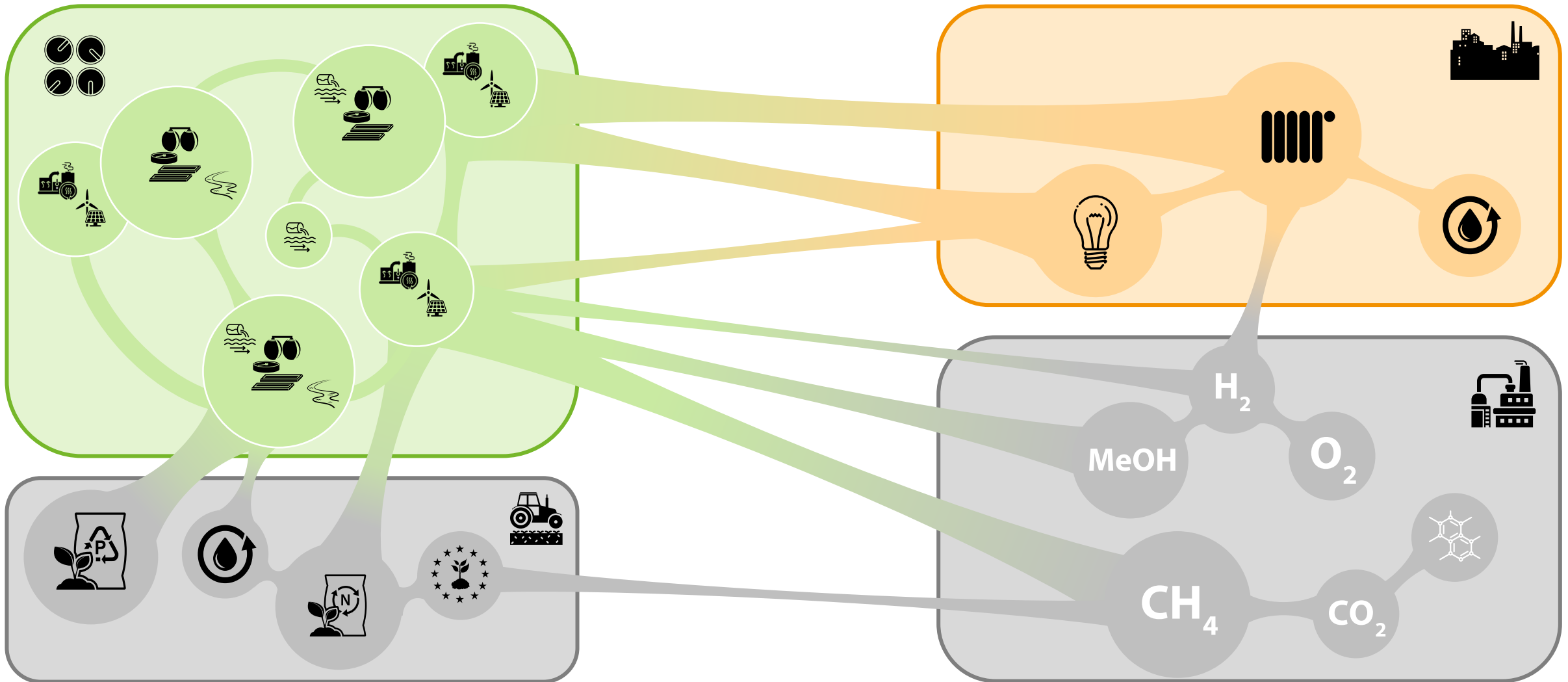


2025

2045

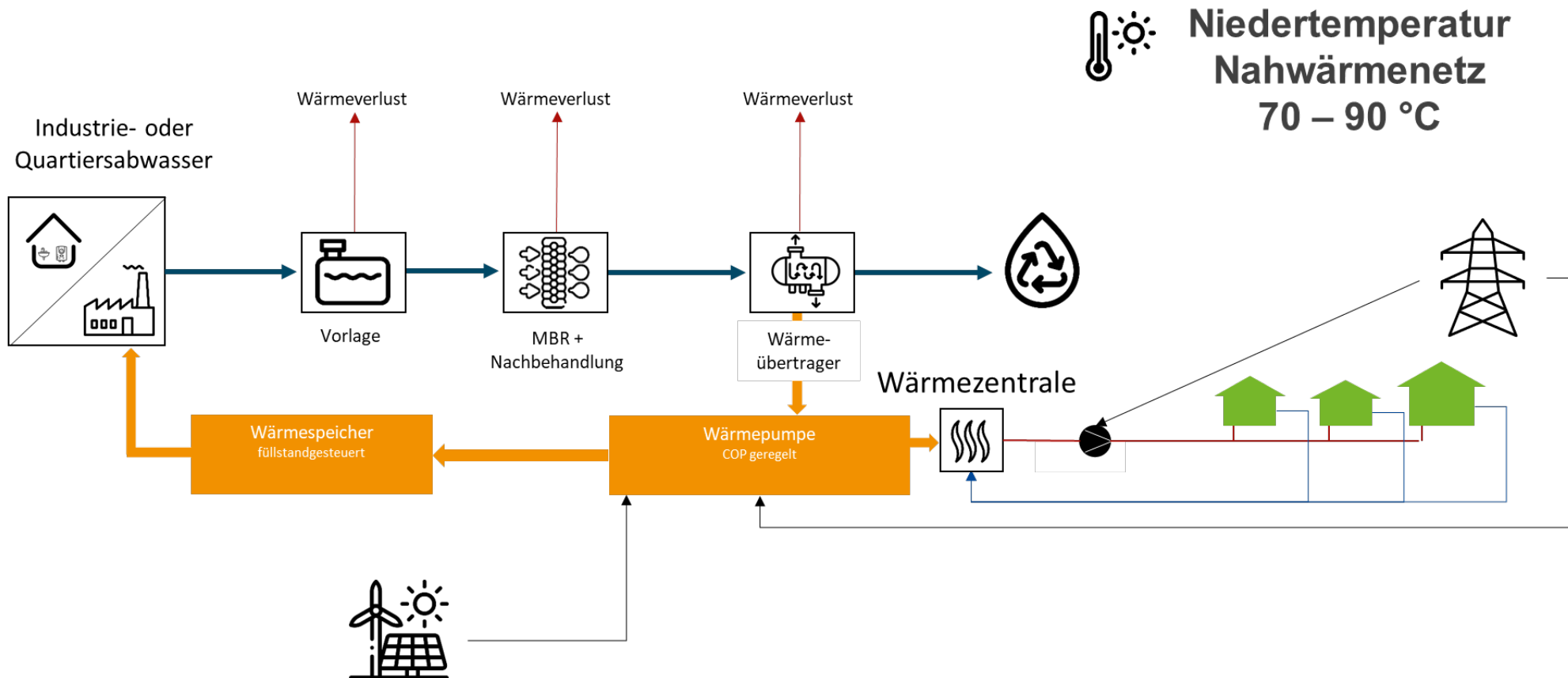
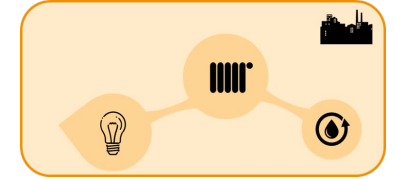
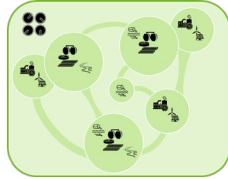
Die Kopplung der Kläranlage mit regenerativen Wärmeverbundsystemen

Stromüberschuss als Treiber erneuerbarer Wärme



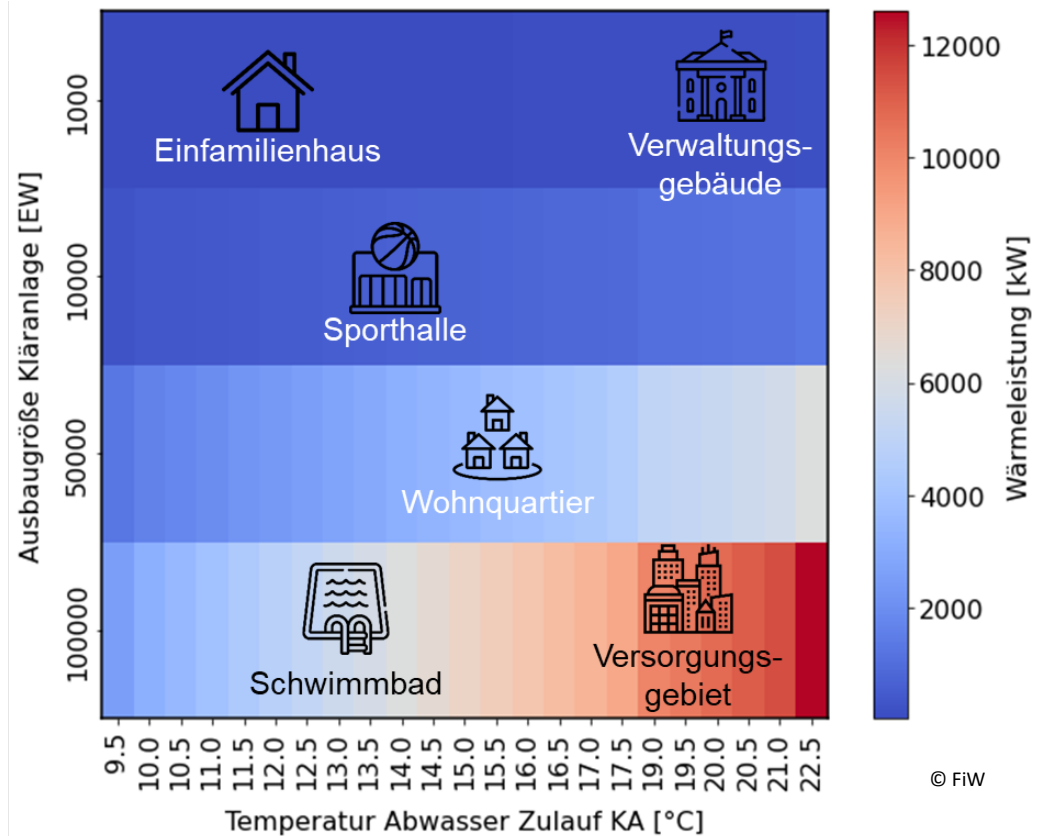
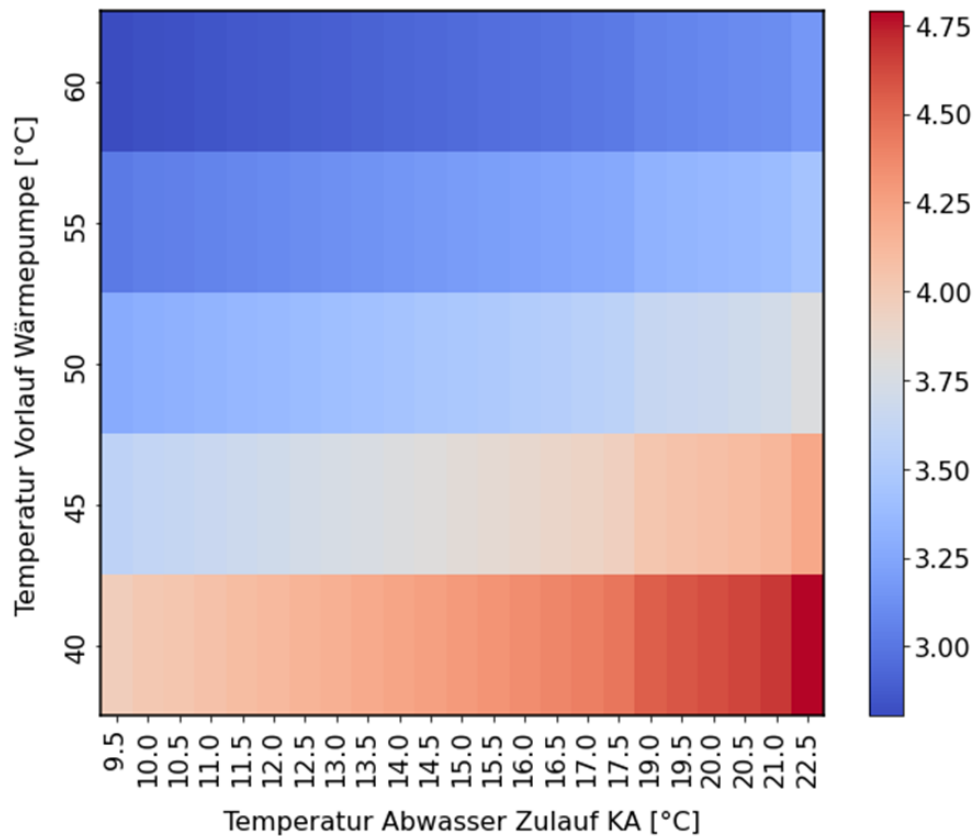
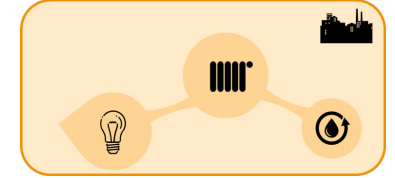
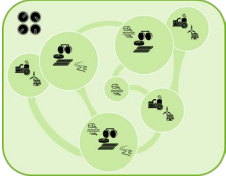
Wärmegewinnung aus Abwasser

In NRW hat Abwasser ein Wärmepotenzial von über 13 TWh/a



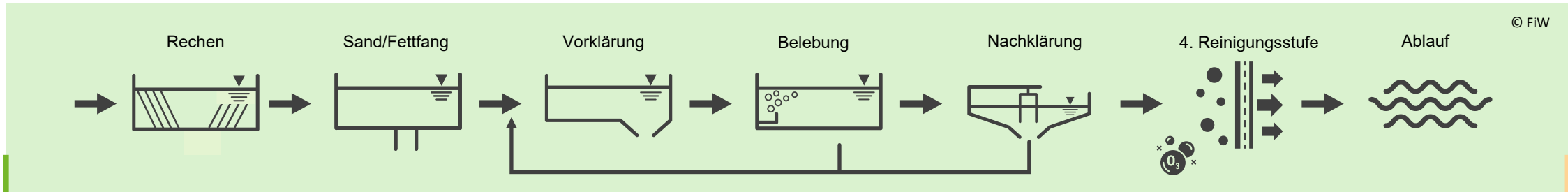
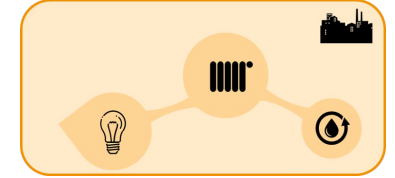
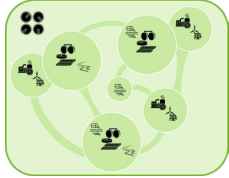
Wärmegewinnung aus Abwasser

Power-to-Heat-Anwendung für dezentrale Abwasseraufbereitung



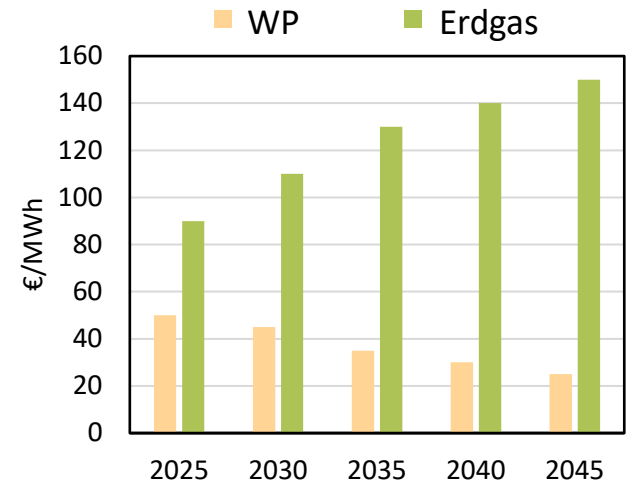
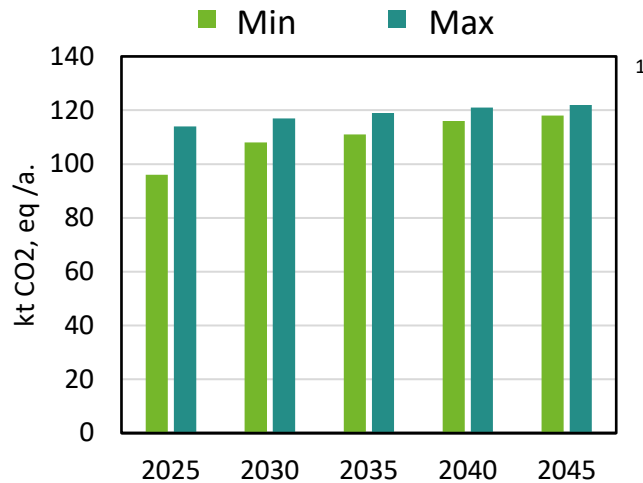
Wärmegewinnung aus Abwasser

Power-to-Heat-Anwendung für dezentrale Abwasseraufbereitung

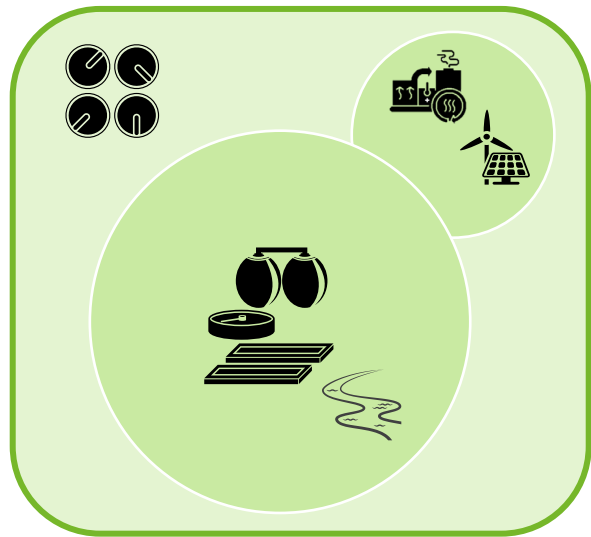
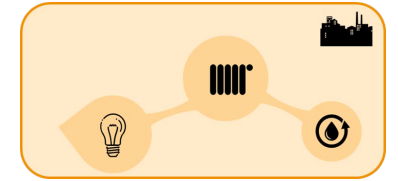
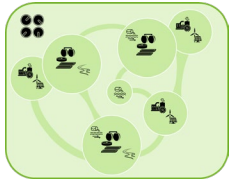


12-14 °C Winter
 17-22 °C Sommer
 35-80 MW_{th}
 Leistung möglich

9-15 °C
 12-40 MW_{th}
 Leistung möglich



Die Kläranlage der Zukunft im dezentralen Energiesystem Wärme Potenzialabschätzung für das Beispielsystem



10 – 15 GWh/a
100% Wärmebedarf
60% Strombedarf



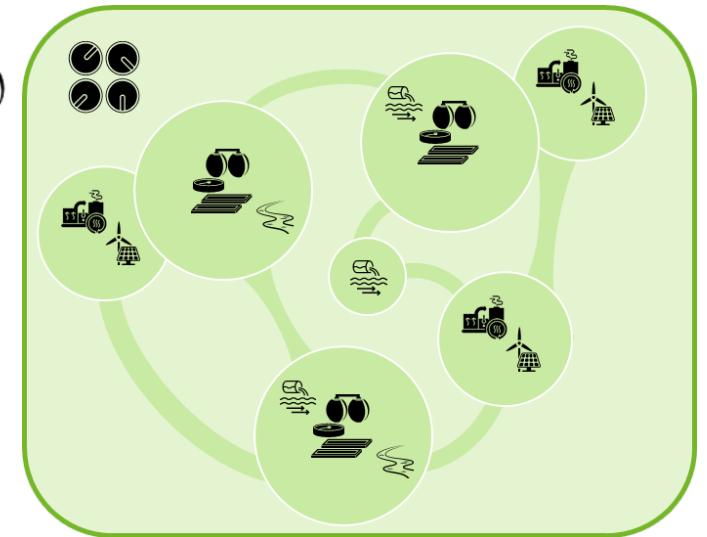
7,5 GWh_{th}/a
Eigenwärmebedarf wird über BHKW-Betrieb gedeckt. Es wird keine zusätzliche Wärme produziert oder genutzt. Abwasserwärme genutzt für Temperatur der Biologie.

13,5 - 20,0 GWh/a
150% Wärmebedarf
80% Strombedarf



40 MW

Wärmepumpe im Ablauf der Kläranlagen versorgt Stadtteil mit rund 175 GWh_{th}/a. Rund 10.000 Haushalte

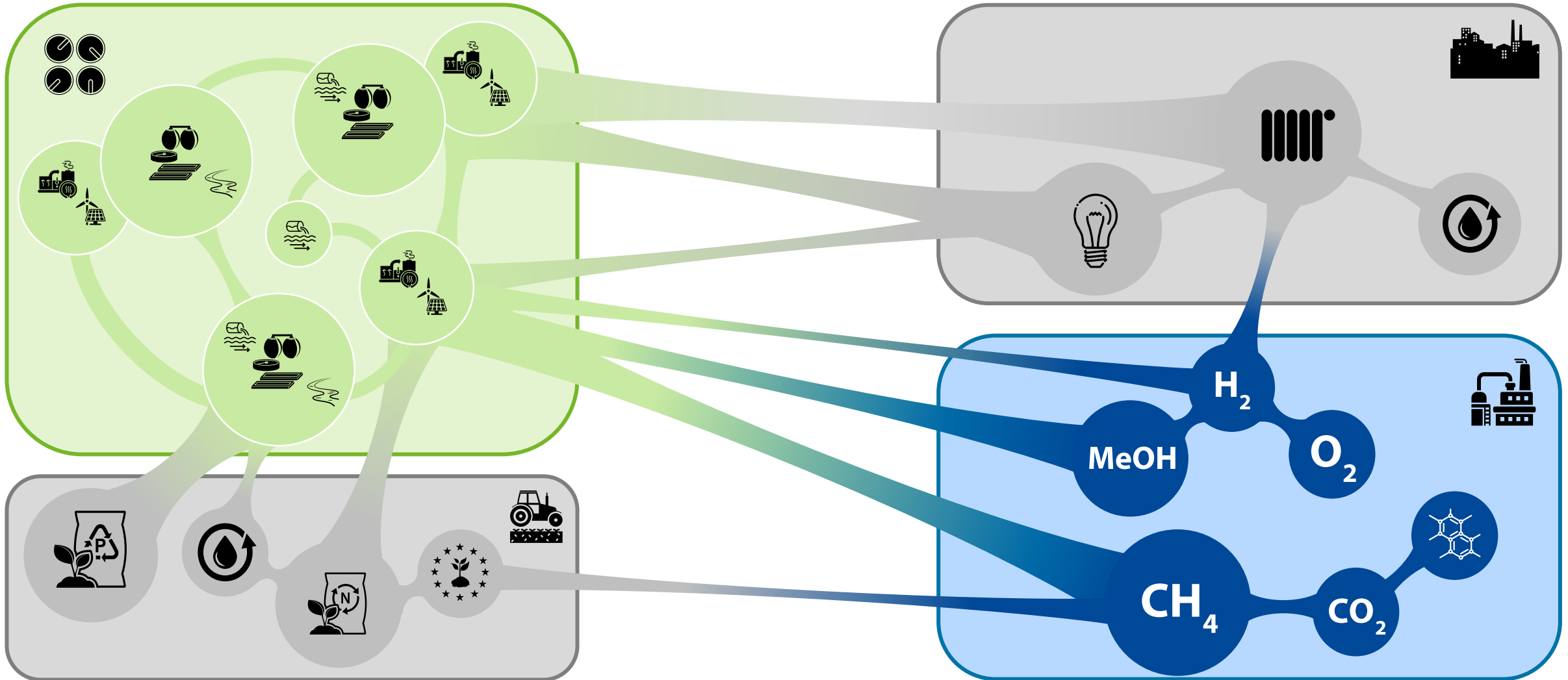


2025

2045

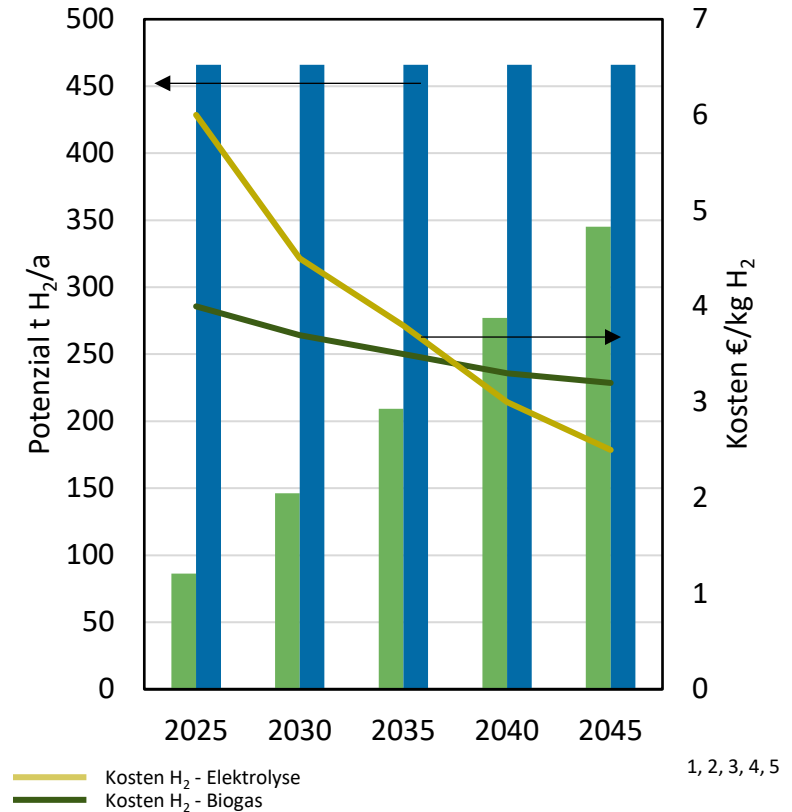
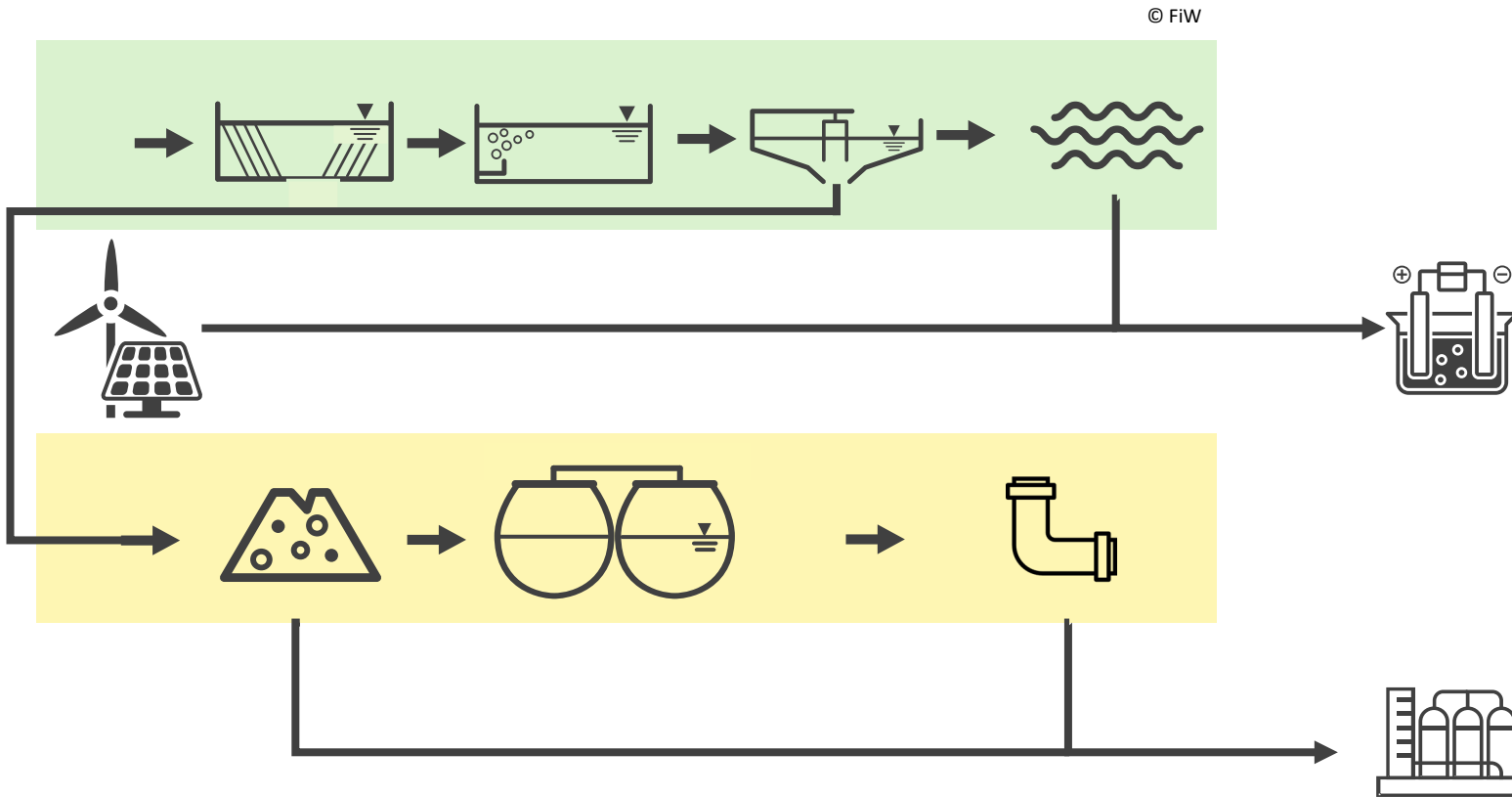
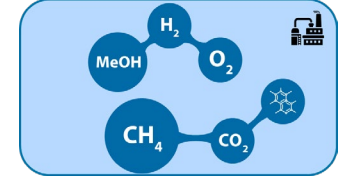
Ressourcenvielfalt Abwasserwirtschaft

Potentialvervielfältigung durch Energie- und Ressourcenneutralität



Wasserstoff und seine Derivate auf Kläranlagen

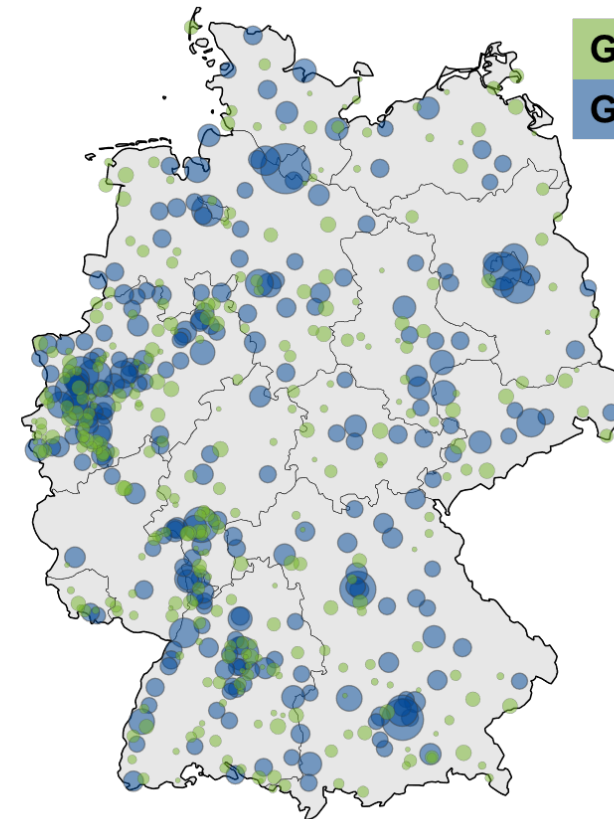
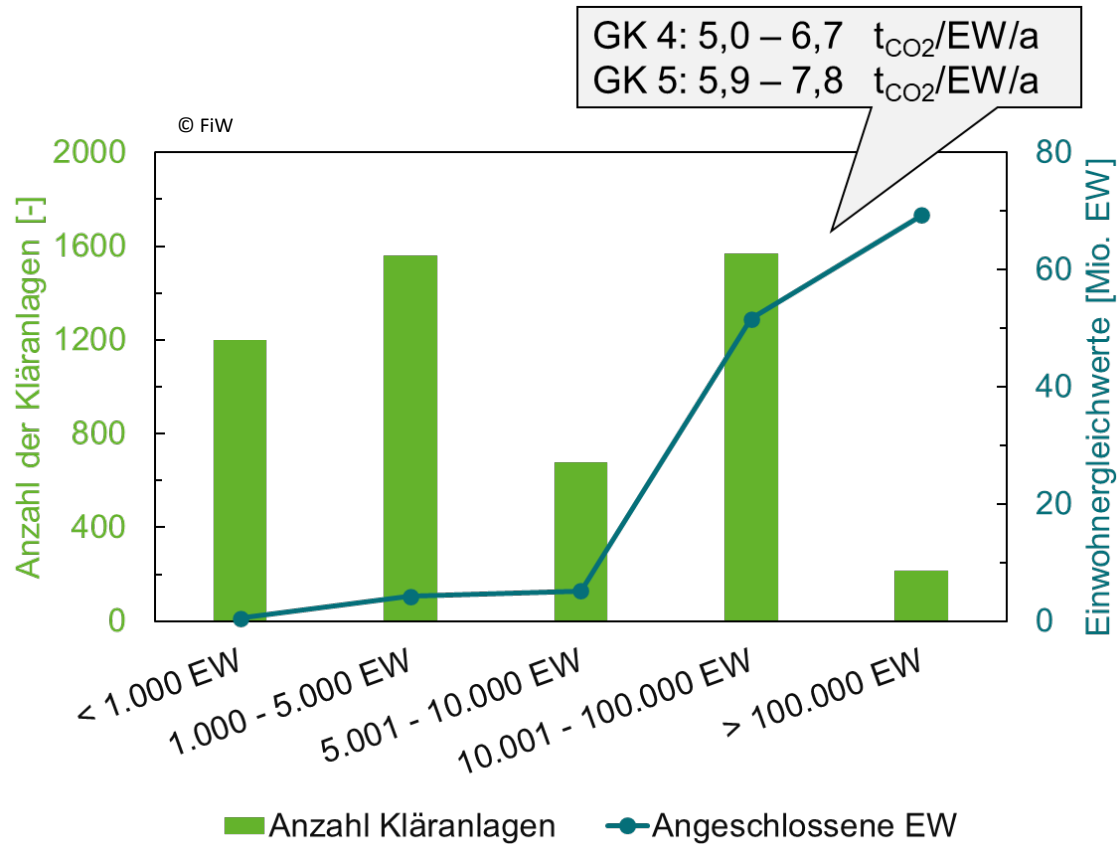
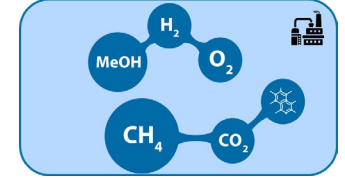
PtX als Schlüssel zur Erschließung der regenerativen Kohlenstoffquellen



1 – Fraunhofer IGB – Energy-efficient wastewater treatment and Biogas Plants, 2022; 2 European Biogas Association - The role of Biogas production from industrial wastewaters in reaching climate neutrality by 2050, 2050; 3 – Bioeconomy Baden-Württemberg – Biogas potential from Sewage Sludge in Baden-Württemberg, 2022; Grün, Teichgräber – Hydrogen production as Part of a Sustainable Use of Energy in Wastewater Treatment Plants; 5 – Merabet et al. -Hydrogen production from wastewater: A comprehensive review of conventional and solar powered technologies, 2024

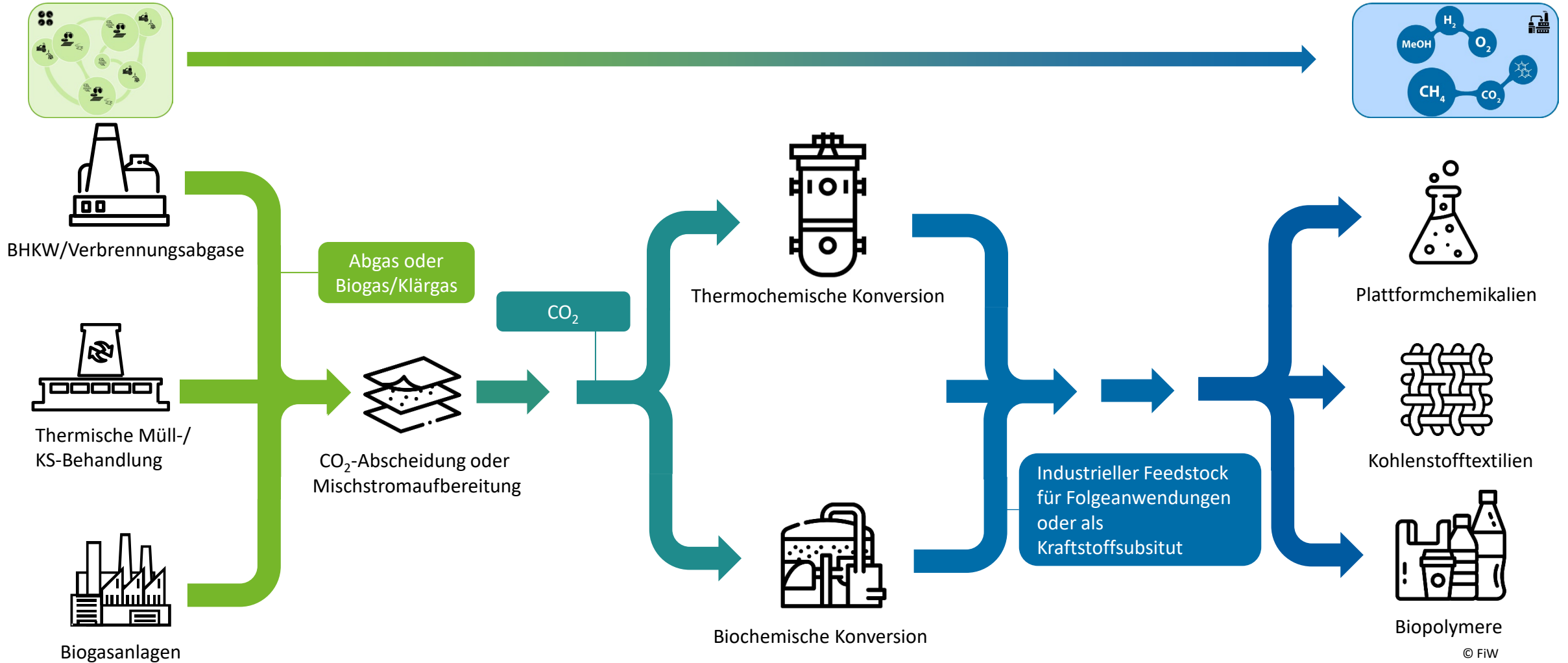
Wasserstoff und seine Derivate auf Kläranlagen

PtX als Schlüssel zur Erschließung der regenerativen Kohlenstoffquellen



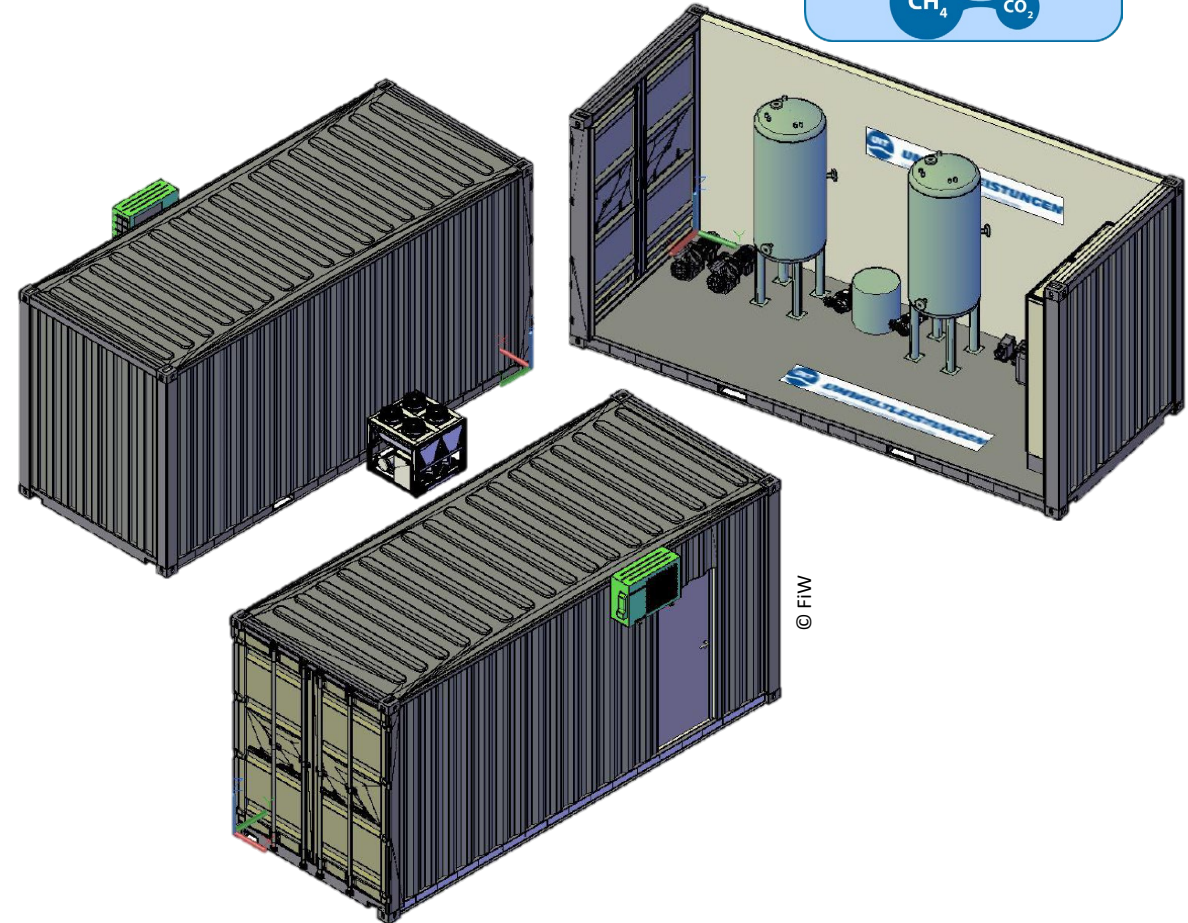
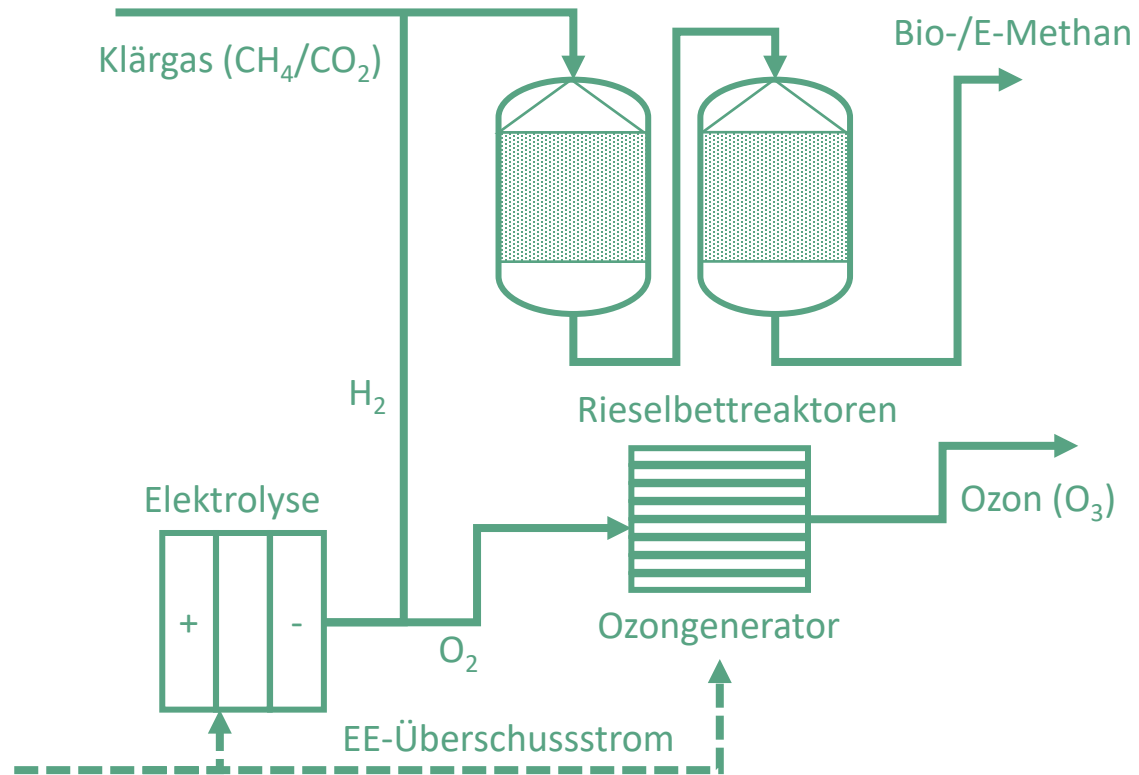
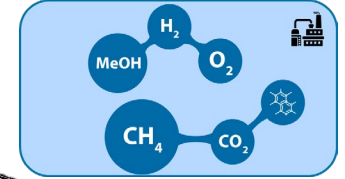
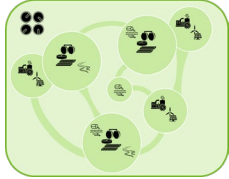
Wasserstoff und seine Derivate auf Kläranlagen

Nutzungsansätze für regenerativen Kohlenstoff



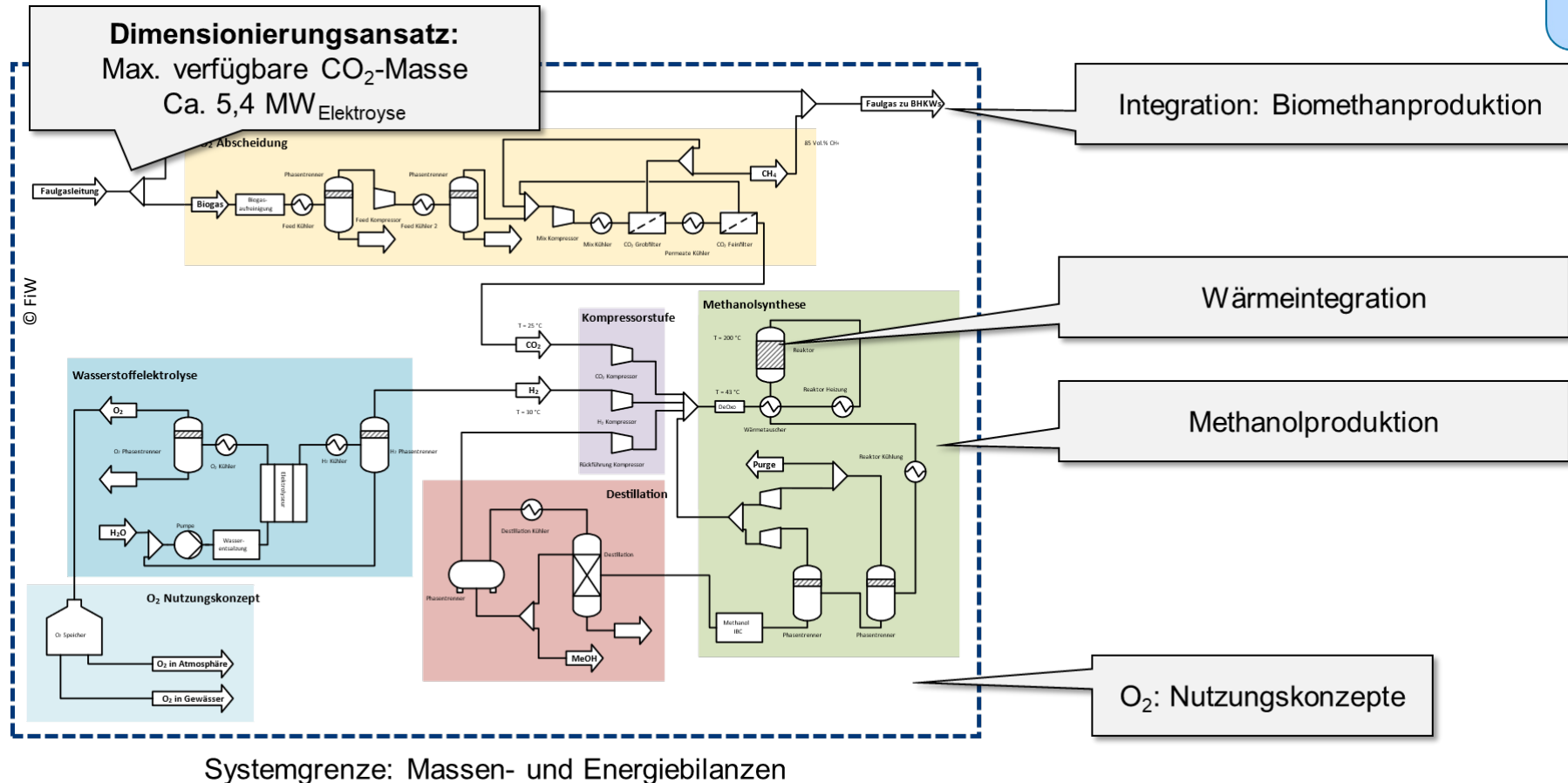
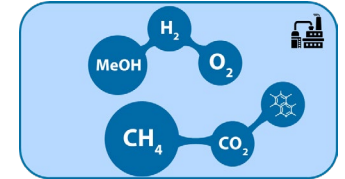
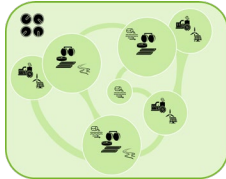
Das Projekt E-MetO

Verfahren zu biologischen Hochdruck-Methanisierung von CO₂



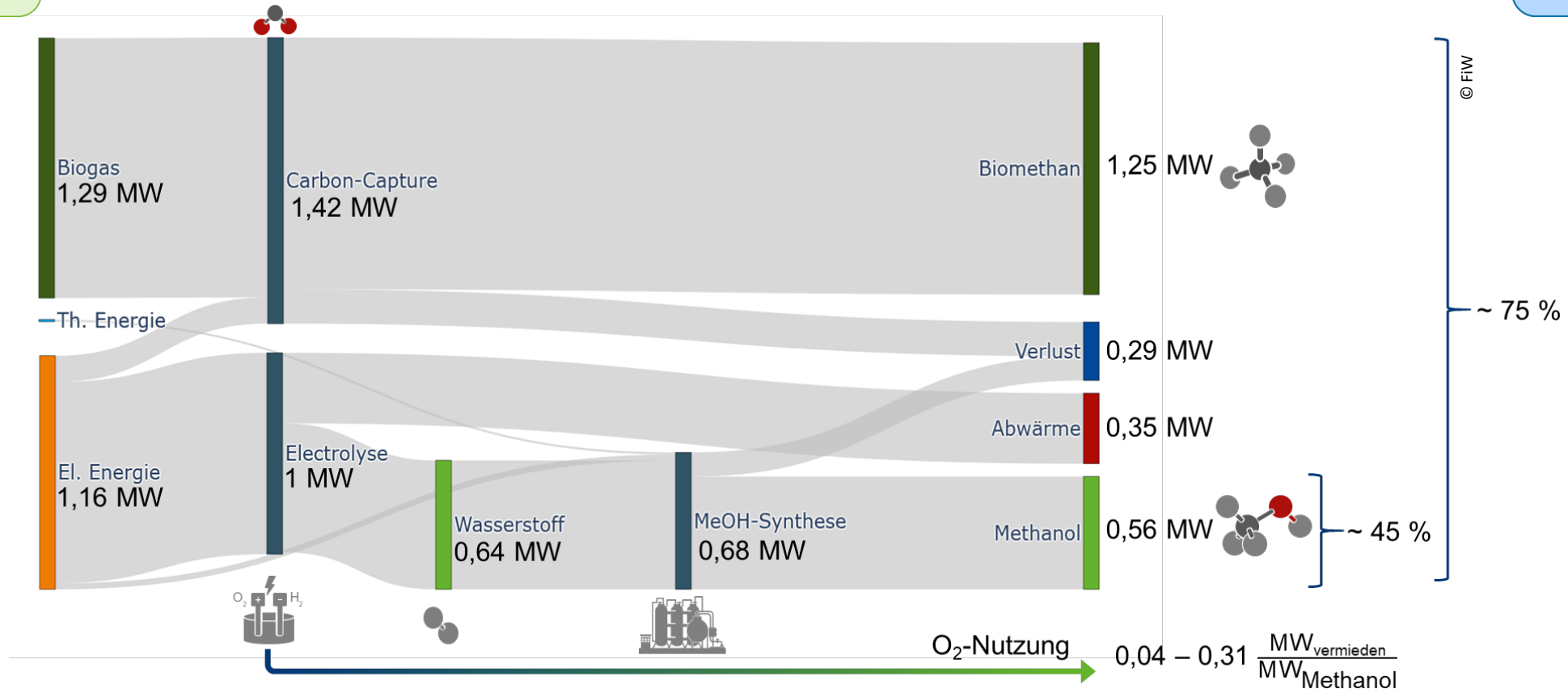
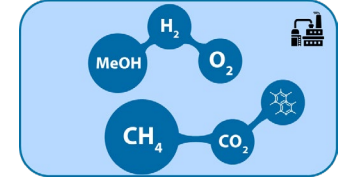
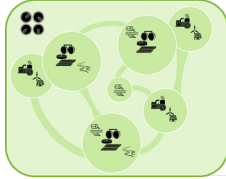
Das Projekt E-BO₂t

Erzeugung von Methanol als Wasserstoffderivat und alternativer Kraftstoff



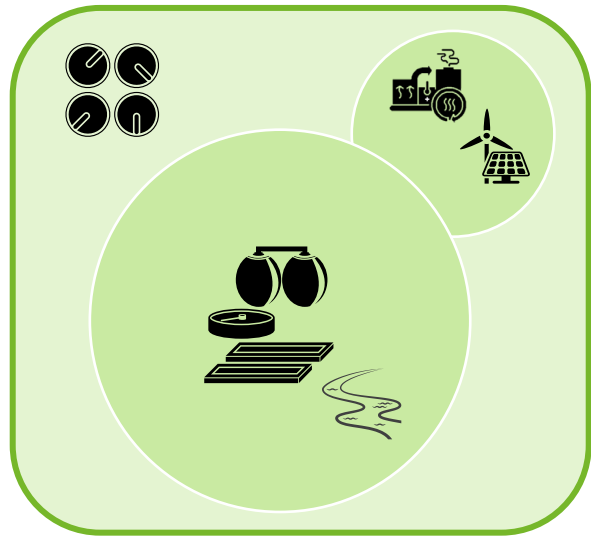
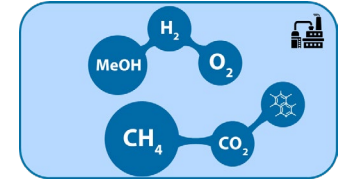
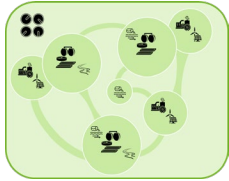
Das Projekt E-BO₂t

Systemintegration und Gesamtwirkungsgradoptimierung



Die Kläranlage der Zukunft als interagierende Bioraffinerie

Wasserstoff und seine Derivate in der Abwasserbehandlung



10 – 15 GWh/a
Einsatz für Strom- und
Wärmeerzeugung



3 GWh_{el}/a
PV-Flächen zur
Ergänzung BHKW

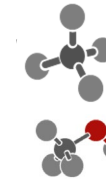
15 – 20 GWh/a
150% Wärmebedarf
80% Strombedarf



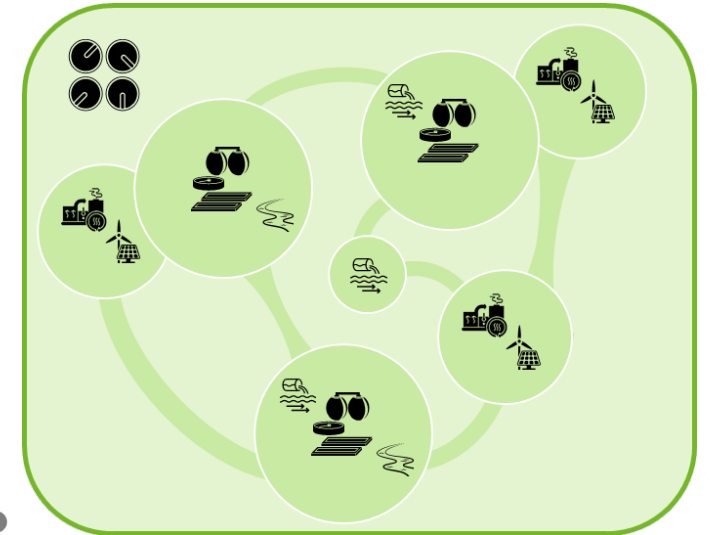
6 - 8 GWh_{el}/a
Ausgeprägtes EE-System mit
25% Überschusserzeugung



400.000m³/1.500t
E-Methan oder E-
Methanolproduktion für
dezentrale
Derivatinfrastrukturen



350-450t H₂
PtX-Wasserstoff für den
industriellen Wasserstoffbedarf



2025

2045

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft
und Klimazukunft an der RWTH Aachen e. V.
An der Ölmühle 4 / 52074 Aachen
www.fiw.rwth-aachen.de

Carl Fritsch
Fon +49 241 80 2 39 55
fritsch@fiw.rwth-aachen.de