

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

UNTERSTÜTZER

TEAM
ENERGIEWENDE
BAYERN

Methanol aus Biogas - BMWF-Projekt „BioMeSyn“

Hanik, L.; Gradel, A.
BtX energy GmbH

Agenda



Wer sind wir?



Technologie



Vorgehensweise im Projekt BioMeSyn



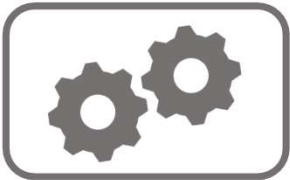
Aktueller Stand und Ergebnisse



Fazit & Ausblick



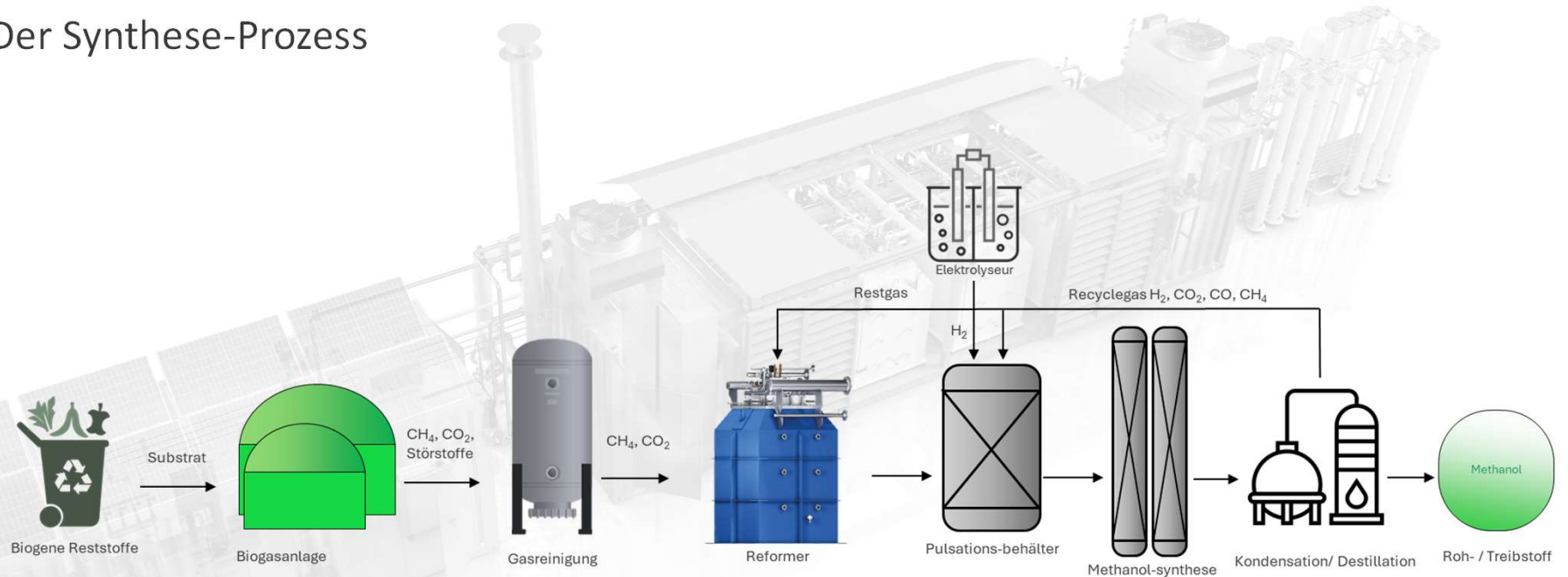
Wer sind wir?



- **WS Wärmeprozessstechnik GmbH**
- Gegründet 1982
- Erfinder der FLOX®-Technologie
- Industriebrennertechnik
- **WS Reformer GmbH**
- 2003 aus der WS ausgegründet
- Reformertechnologien
- **e-flox GmbH**
- 2006 aus der WS ausgegründet
- Anlagenbau
- **BtX energy GmbH**
- 2020 aus der WS ausgegründet
- Projektplanung

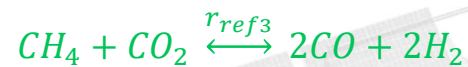
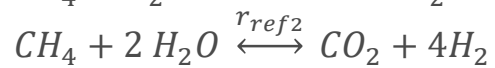
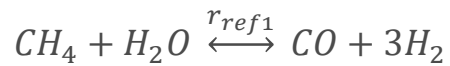


Der Synthese-Prozess

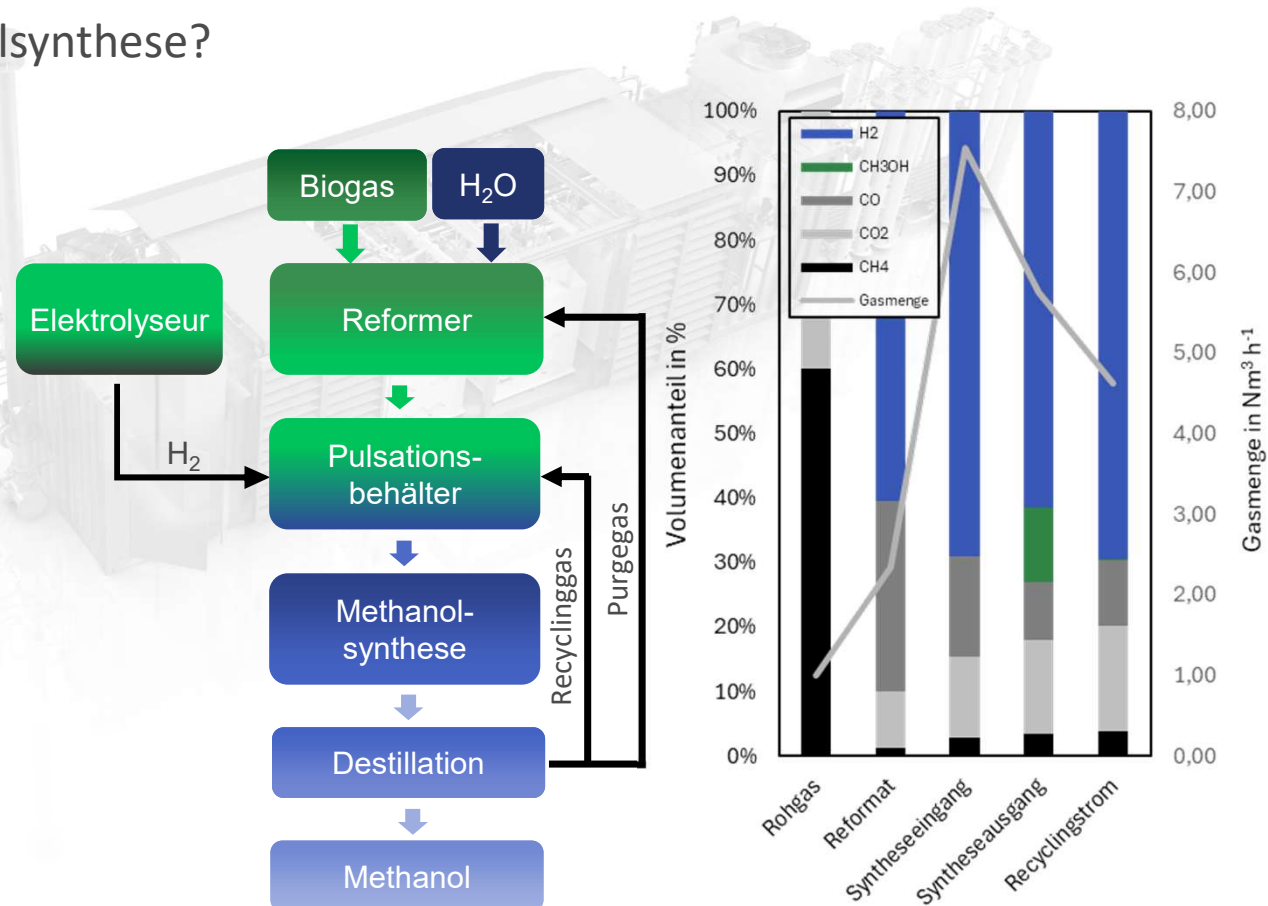
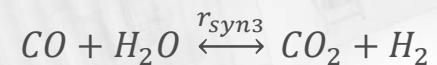
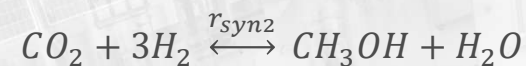
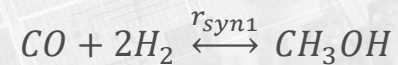


Wie funktioniert die Methanolsynthese?

- Methanreformierung aus Biogas

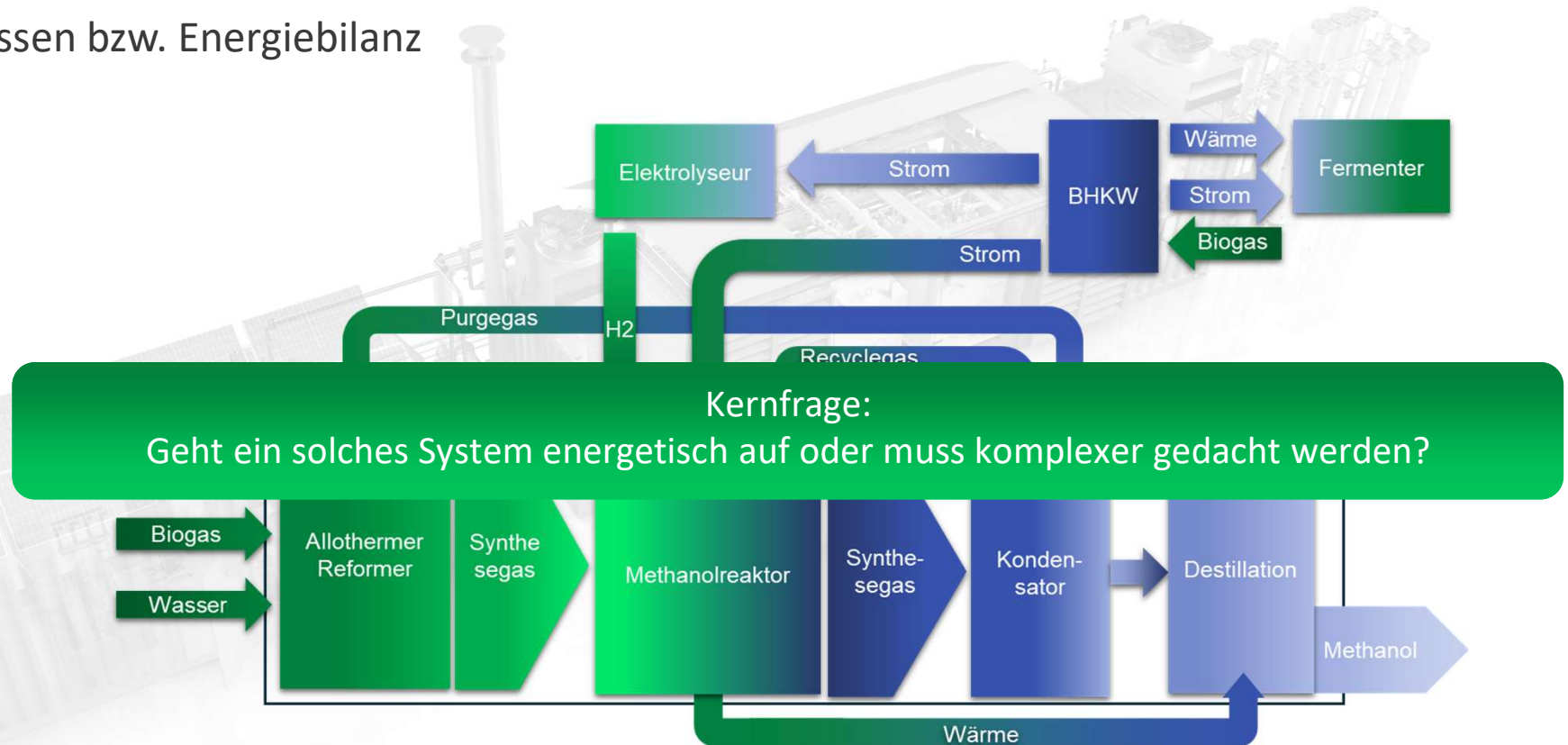


- Methanolsynthese



Recyclinggas und Purgegas haben dieselbe Zusammensetzung

Massen bzw. Energiebilanz



Vorgehensweise im Projekt BioMeSyn

Ziel: Dimensionierung, Skalierung und anschließend wirtschaftliche Bewertung der Technologie im industriellen Produktionsmaßstab

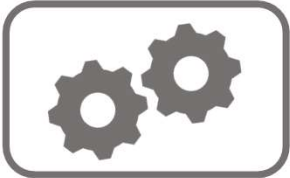
Arbeitspakete

1 Erfassung der Technoökonomischen Ausgangssituation

2 Konzeptionierung, Dimensionierung und Systemintegration

3 Optimierung des flexiblen Anlagenbetriebs

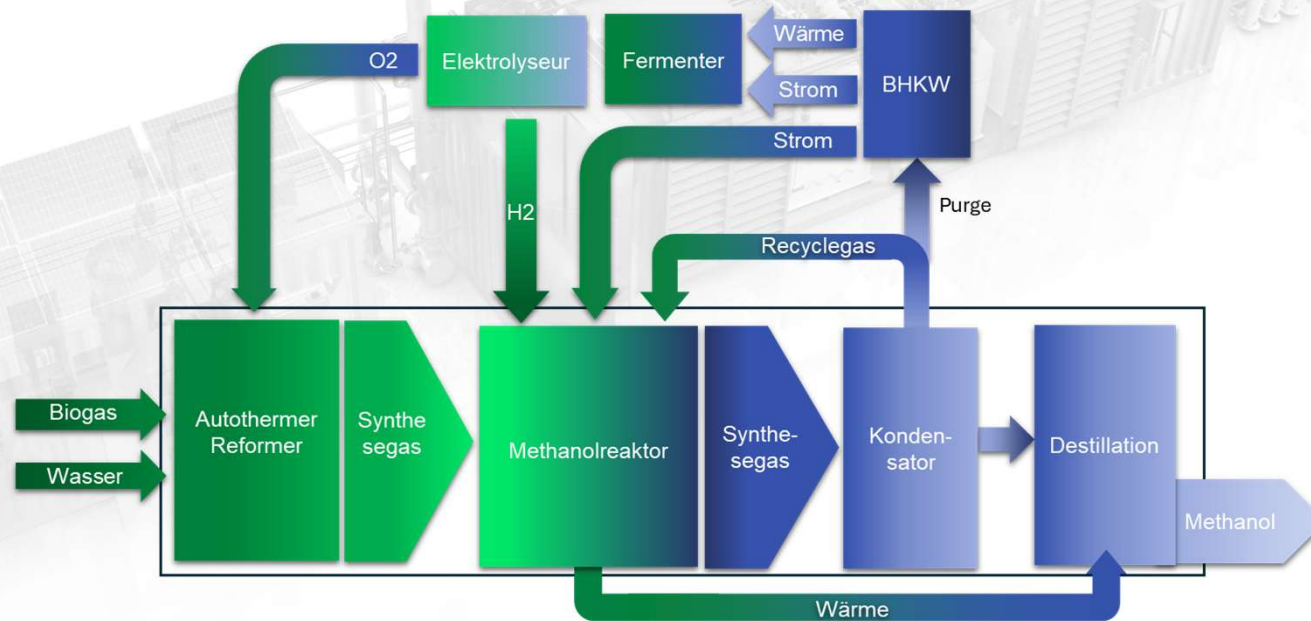
4 Conceptual Design und Basic Engineering



Vorgehensweise im Projekt BioMeSyn

Entwicklung verschiedener Szenarien

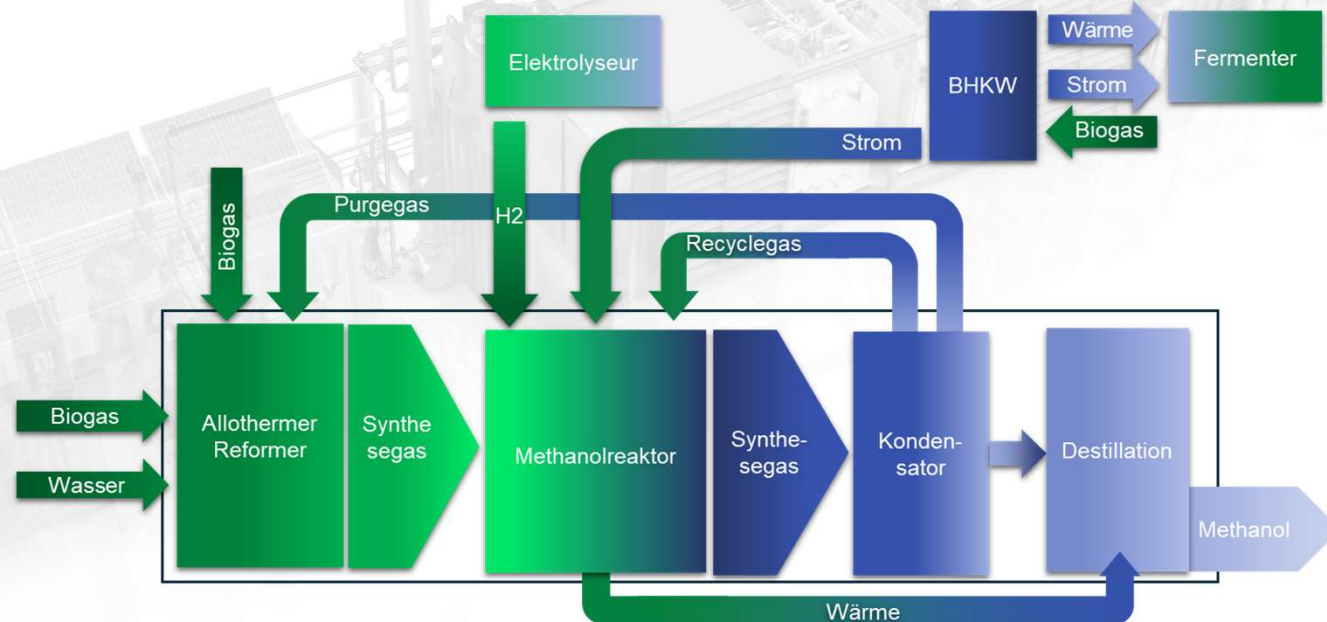
- Szenario 1 – Autothermer Reformer mit Purgegasnutzung im BHKW



Vorgehensweise im Projekt BioMeSyn

Entwicklung verschiedener Szenarien

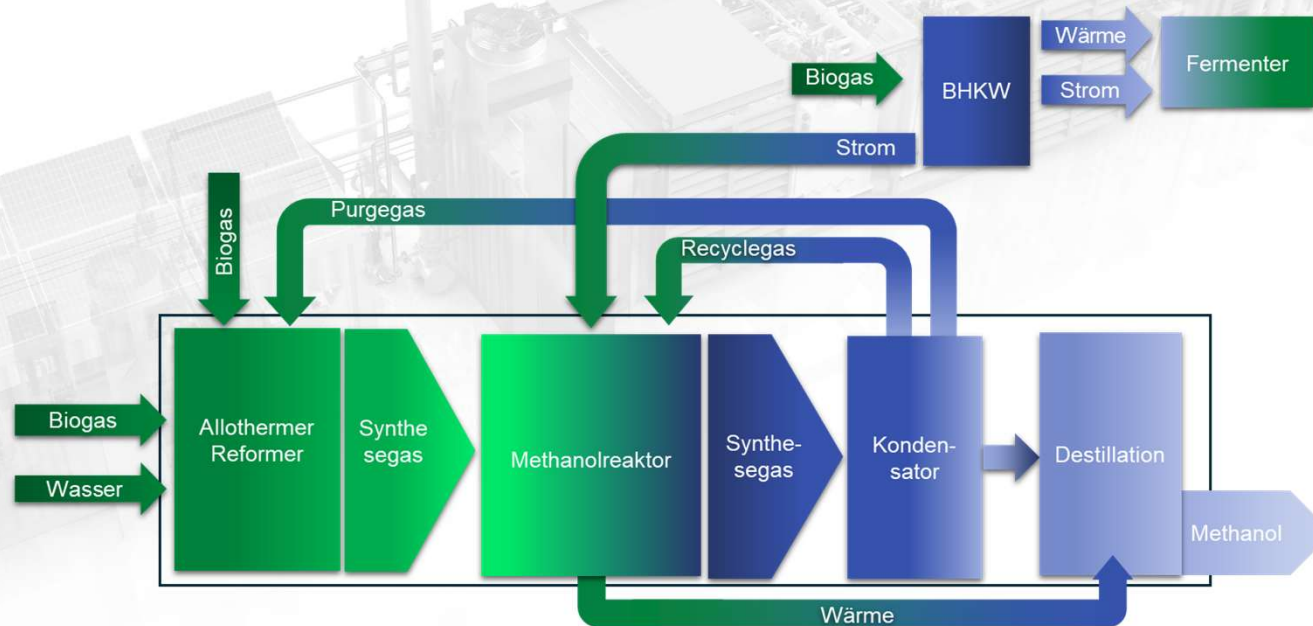
- Szenario 2 – Allothermer Reformer mit Purgegasnutzung im Brenner und Elektrolyseur



Vorgehensweise im Projekt BioMeSyn

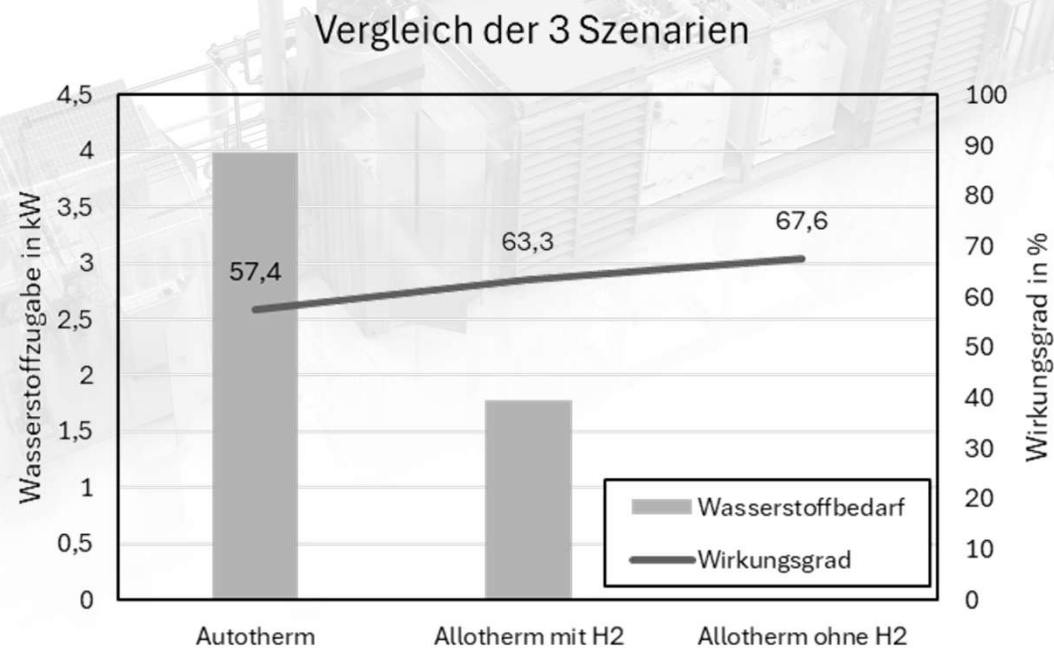
Entwicklung verschiedener Szenarien

- Szenario 3 – Allothermer Reformer mit Purgegasnutzung im Brenner, ohne Elektrolyseur



Simulationsmodell - Ergebnisse

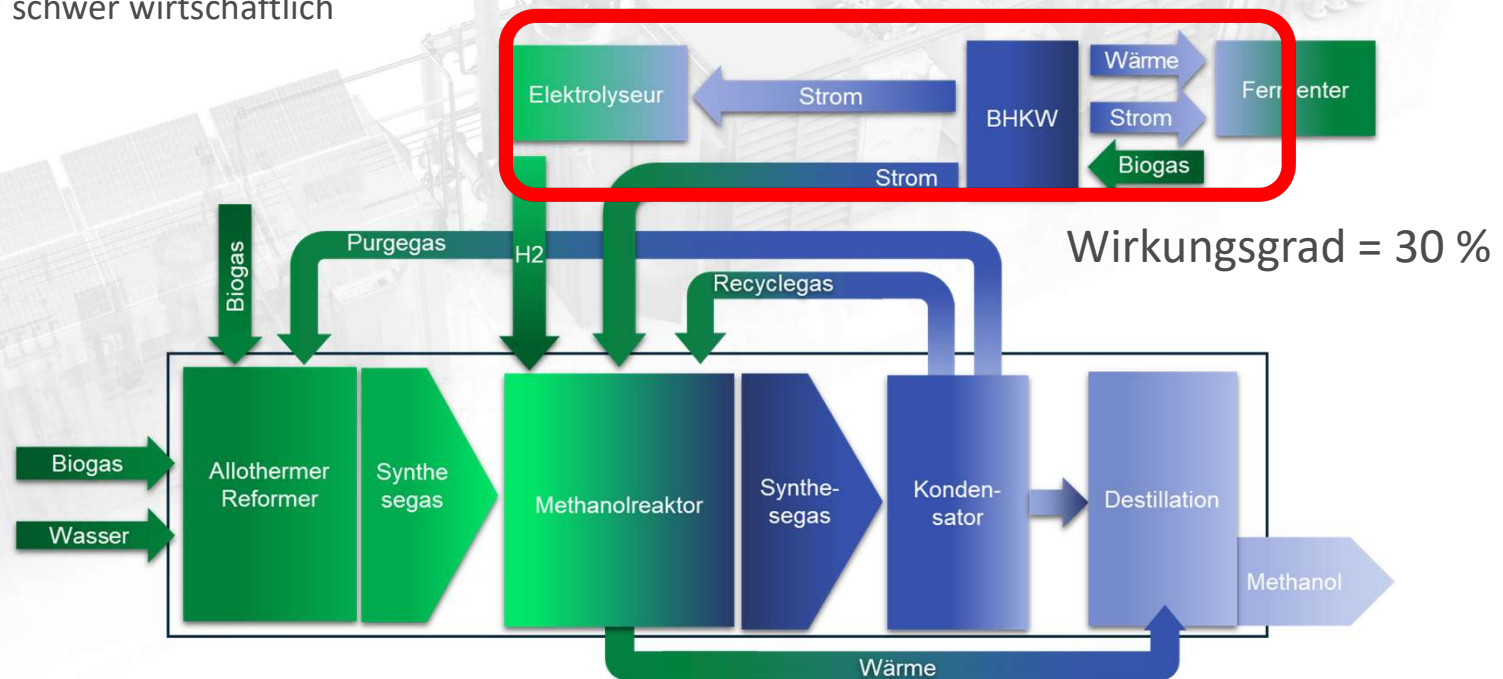
- Vergleich der 3 Szenarien mit Betrachtung des chemischen Wirkungsgrades



Aktueller Stand und Ergebnisse

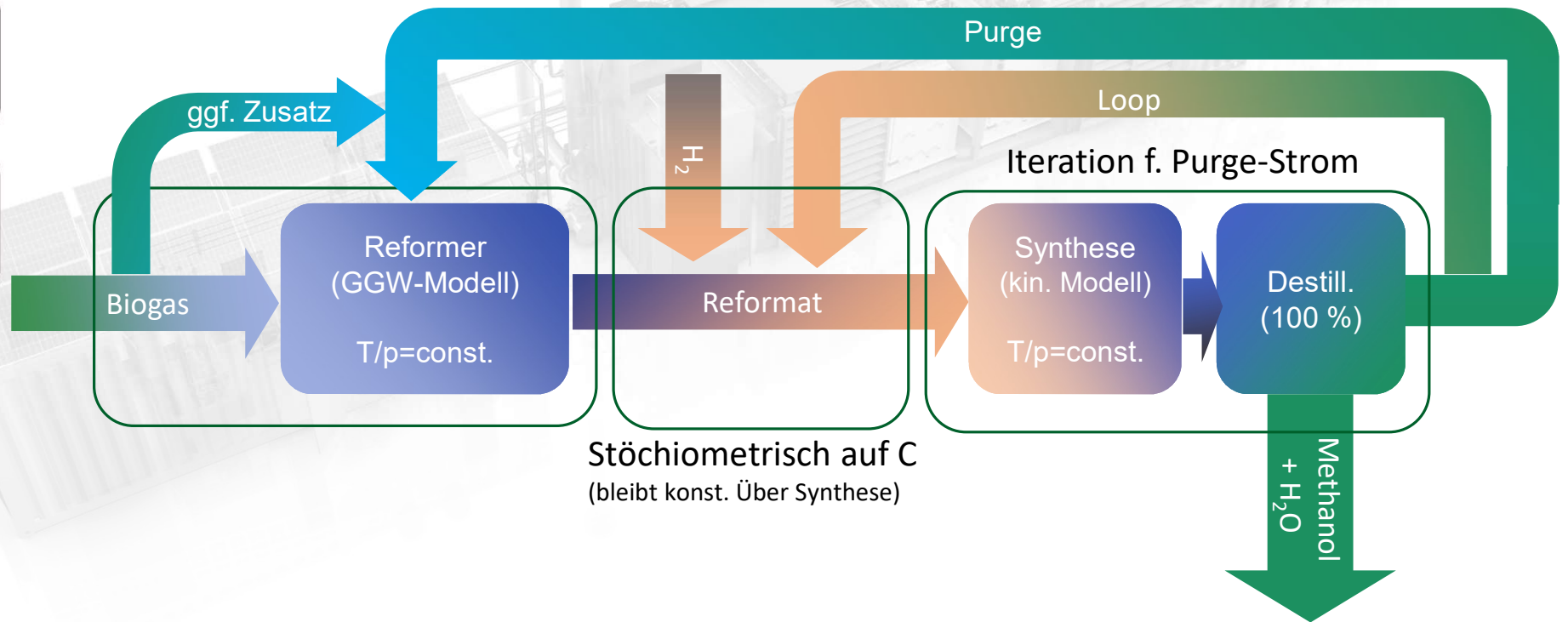
Simulationsmodell - Ergebnisse

- Genauere Betrachtung von Variante 2 (Allothermer Reformer mit Purgegasnutzung im Brenner)
- Überlegung: Wasserstoffproduktion über zusätzlichen BHKW-Strom (günstig)
→ schwer wirtschaftlich



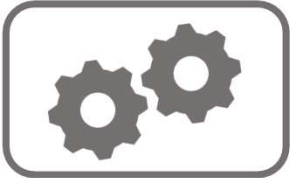
Aktueller Stand und Ergebnisse

Simulationsmodell - Aufbau



Simulationsmodell - Ergebnisse

- Simulation mit Scilab und Python
- Verschiedene Modelle für die Kinetik in der Synthese getestet (u.a. Graaf, Nestler)
- Parameterstudie mit der Kinetik nach F. Nestler durchgeführt (MegaMax 800)
- für Syntheseeingangstemperaturen von 220, 230 und 240 °C, einem konstanten Synthesedruck von 50 bar und einer konstanten Reformertemperatur von 900 °C
- Variation von
 - S/C im Reformer (zwischen 1 und 2,5)
 - Menge des Katalysators in der Synthese (zwischen 0,5 und 2,5 kg/Nm³ Biogasinput)
 - unterschiedliche Stöchiometriezahlen (zwischen 2 und 4) pro Durchlauf



Aktueller Stand und Ergebnisse

Parameterstudie - Ergebnisse

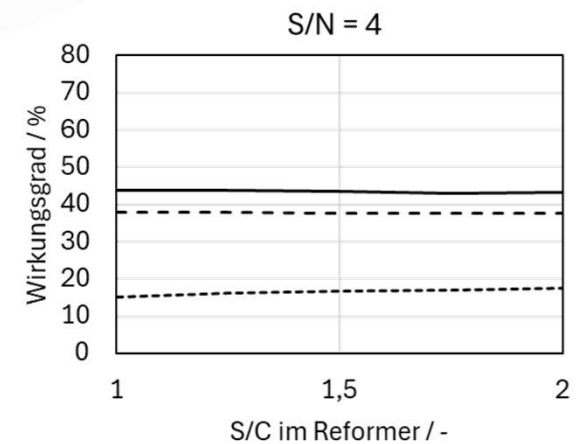
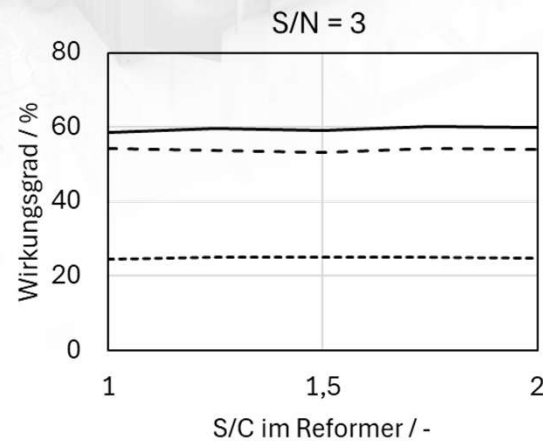
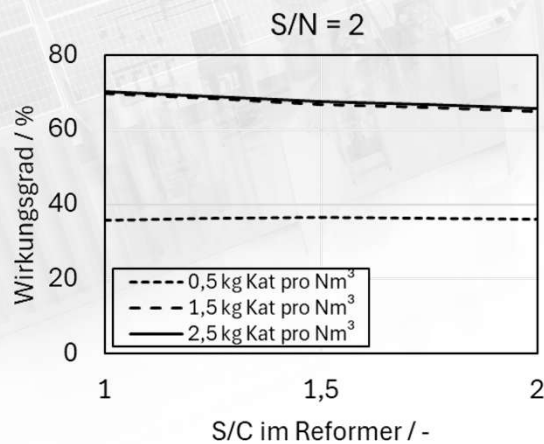
- Vergleich der Parameter für die verschiedenen Szenarien

Szenarien	1	2	3	3 mit CO ₂ -Abscheidung	
	Autotherm	Allotherm			
	mit H ₂	mit H ₂	ohne H ₂	CO ₂ -Abscheidung	Einheit
Verfügbares Biogas	350	350	350	263	Nm ³ /h
Biogas für Brenner	0	20	45	13	Nm ³ /h
Wasserzugabe	277	261	242	198	l/h
Biogasinput für Synthese	350	330	305	249	Nm ³ /h
Wasserstoffzugabe	465	208	0	0	Nm ³ /h
Stöchiometriezahl (SN)	2	2	1,4	2	-
Wirkungsgrad	57	63	68	65	%
Methanolausbeute	455	391	322	309	l/h
Kompressorenleistung	140	133	107	98	kW

Aktueller Stand und Ergebnisse

Parameterstudie - Ergebnisse

- Festlegung auf Szenario 2 – Allothermer Reformer mit H₂-Zugabe
- Verfeinerung des Modells
- Synthesetemperatur von 220 °C, Druck von 50 bar, S/C von 1
- Durchläufe mit verschiedenen Stöchiometriezahlen



Aktueller Stand und Ergebnisse

Simulationsmodell - Ergebnisse

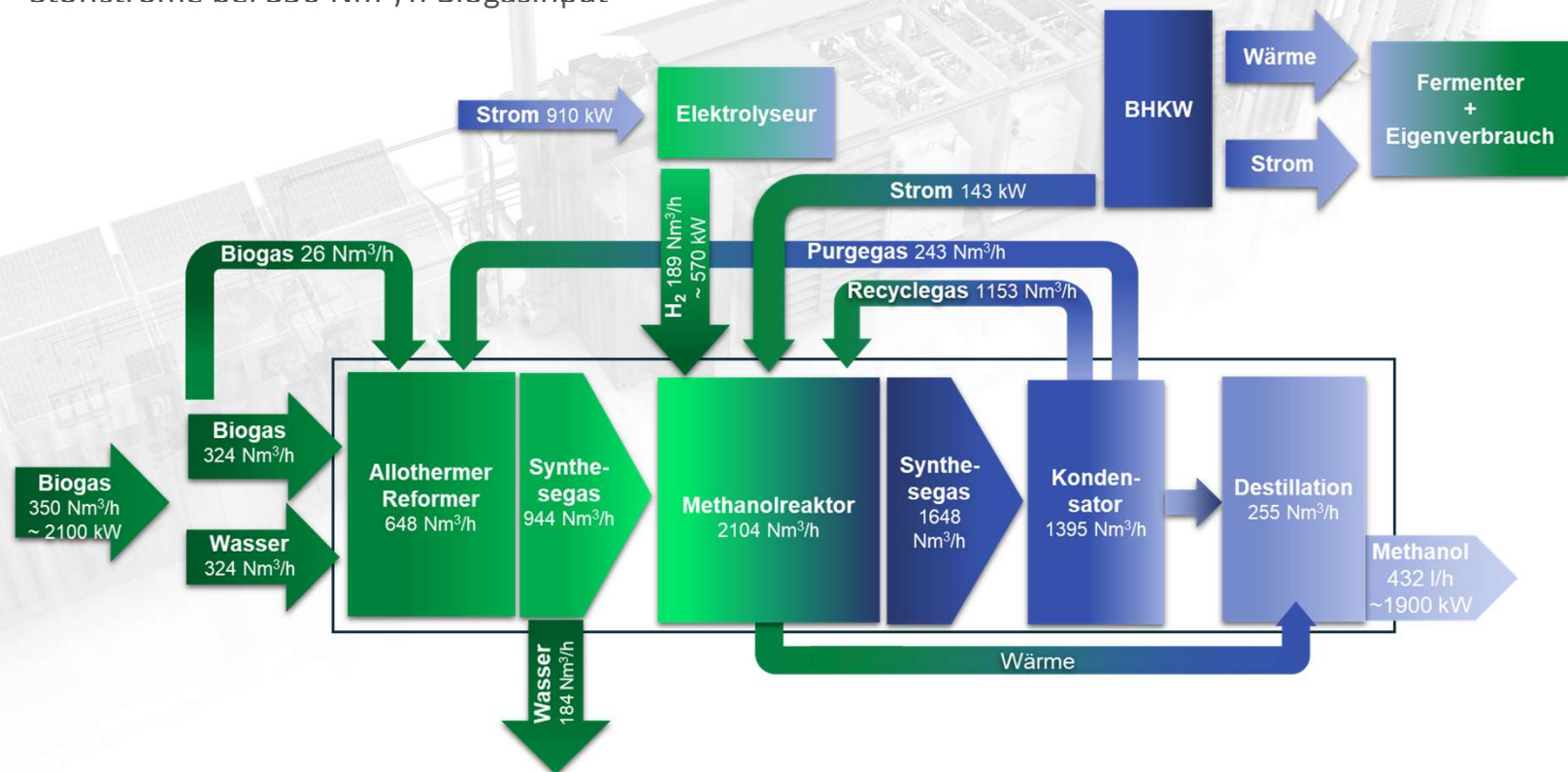
- Besten Ergebnisse bei $S/N = 2$ mit Wirkungsgrad von 70 %, Methanolausbeute von 432 l/h
- Wirtschaftlichster Betriebspunkt :
 - 220 °C Synthesetemperatur
 - 50 bar Synthesedruck
 - S/C von 1
 - Stöchiometriezahl $SN = 2$
 - Katalysatormasse von 30 kg je Röhre

Szenario 2		
	Allotherm	
	mit H ₂	Einheit
Verfügbares Biogas	350	Nm ³ /h
Biogas für Brenner	26	Nm ³ /h
Biogas für H ₂	0	Nm ³ /h
Biogas für Reformier	324	
Wasserzugabe	257	l/h
Biogasinput für Synthese	324	Nm ³ /h
Wasserstoffzugabe	189	Nm ³ /h
Stöchiometriezahl (SN)	2	-
Wirkungsgrad	70	%
Methanolausbeute	432	l/h
Kompressorenleistung	143	kW

Aktueller Stand und Ergebnisse

Simulationsmodell - Ergebnisse

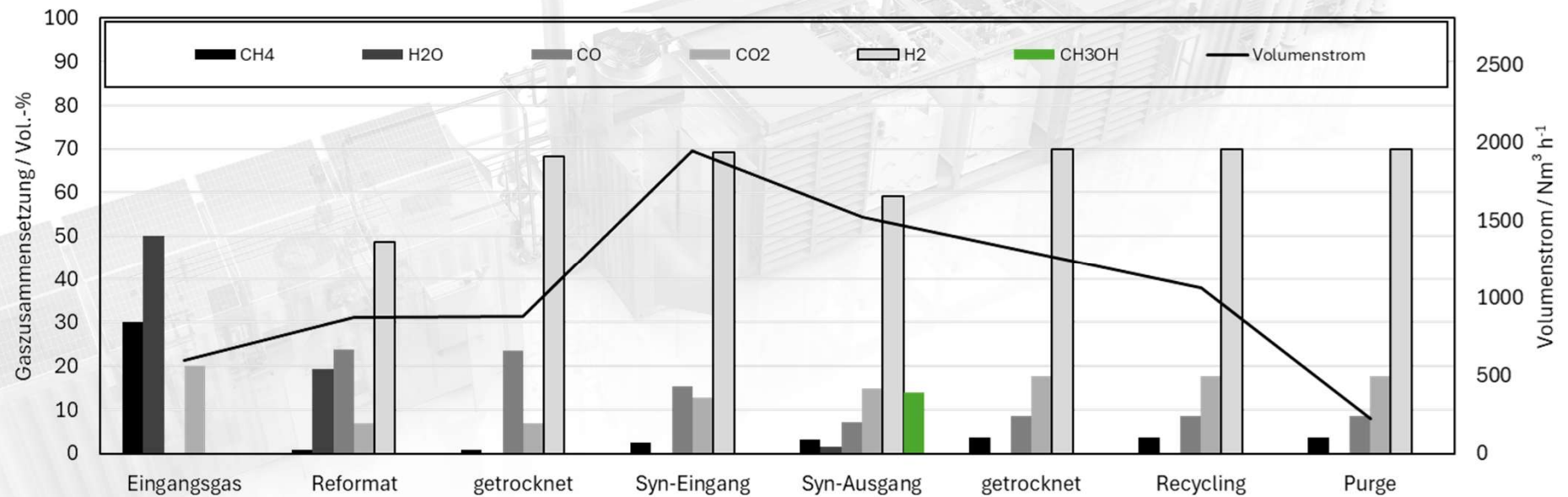
- Stoffströme bei 350 Nm³/h Biogasinput



Aktueller Stand und Ergebnisse

Simulationsmodell - Ergebnisse

- Allothermer Reformer mit H₂-Zugabe

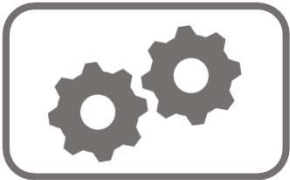
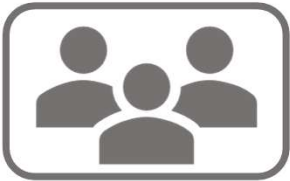
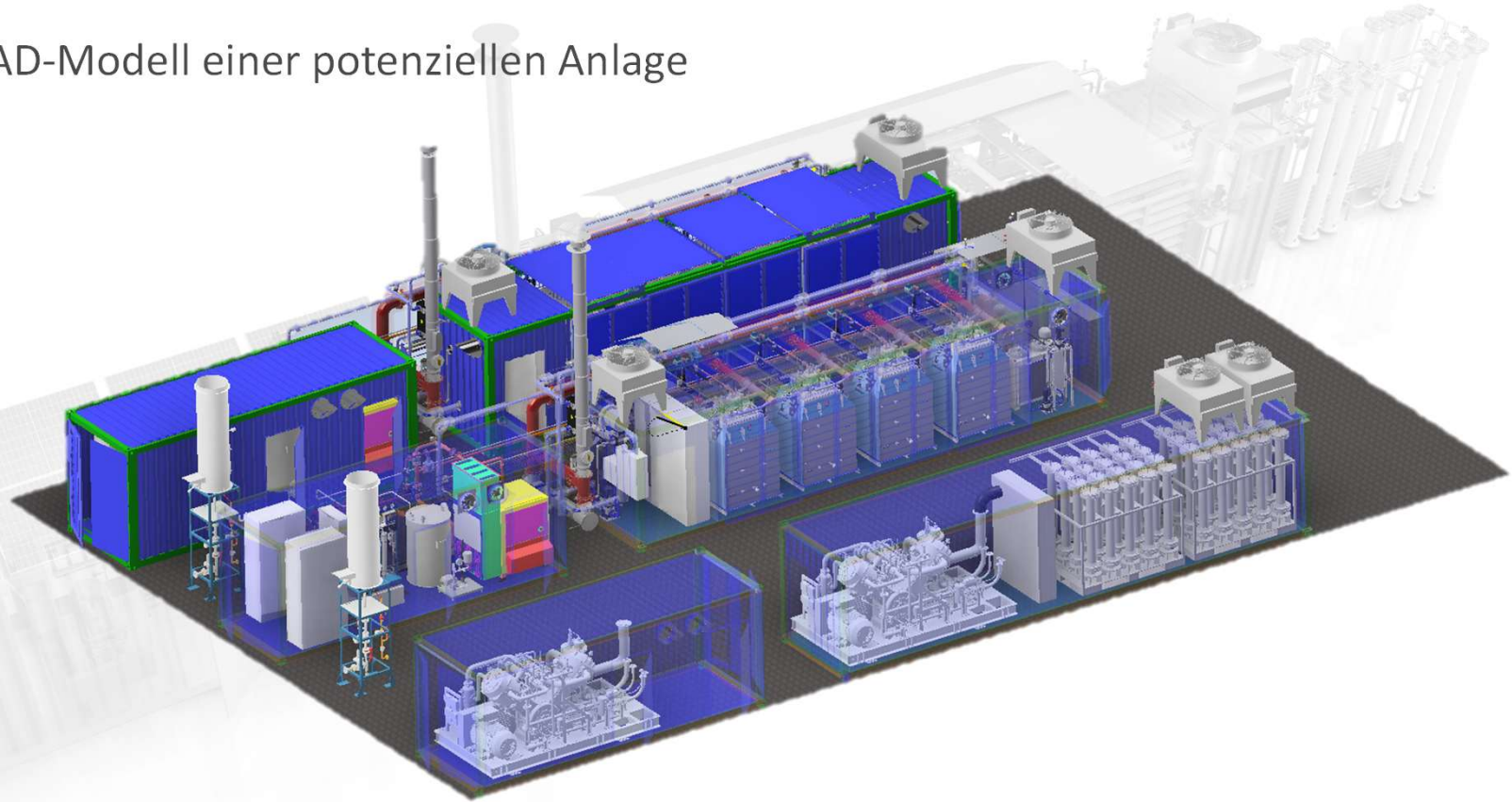


60 Vol.-% CH₄, T_{ref} = 900 °C, S/C = 1, SN = 2, T_{syn} = 220 °C, p_{syn} = 50 bar,

Kaltgaswirkungsgrad 70 % (!)

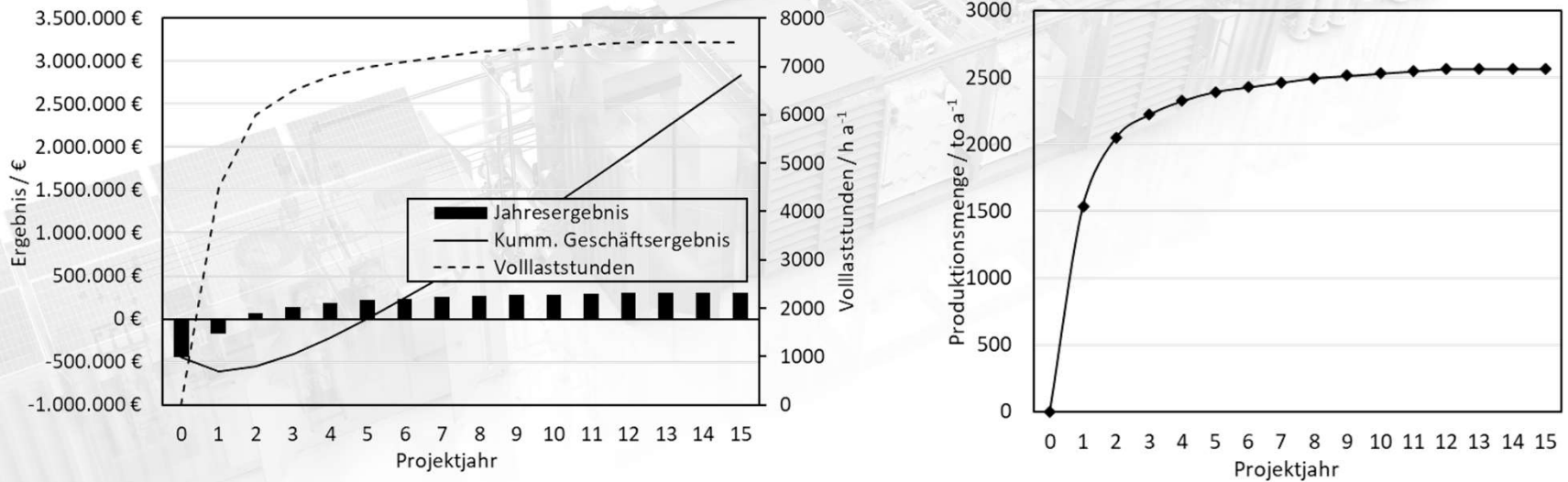
Aktueller Stand und Ergebnisse

CAD-Modell einer potenziellen Anlage

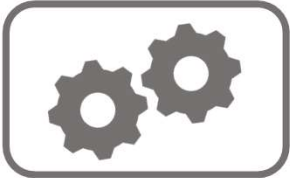
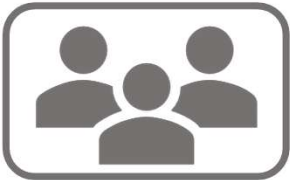


Aktueller Stand und Ergebnisse

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung



Annahmen: Investitionssumme 9 Mio €, Einnahmen: 1 €/kg Methanol, Durchschnittliche Volllaststunden 7000 h/a, Strompreis 7 ct/kWh (PPA)



Aktueller Stand

- Ein Python-Modell zur Simulation und Analyse der Energiebedarfe, Stoffströme und Prozessparameter wurde entwickelt
- Unterschiedliche Umsetzungsvarianten wurden überprüft
- Festlegung auf ein Szenario
- Fließschemen und Kalkulation der Stoff- und Energieströme wurden erstellt
- Erster Wirtschaftlichkeitsüberschlag wurde durchgeführt

Offene Fragen

- Bekommen wir Zusatz-Überschussstrom für Wasserstoff günstig, weil Biogas keine anwendbare Quelle ist?
- Ist eine unterstöchiometrische Synthese ohne Schädigung des Katalysators möglich, um Kosten beim Elektrolyseur einzusparen?

Kontaktdaten



Lena Hanik, B. Eng.
Projektingenieurin

BtX energy GmbH
Esbachgraben 1
95463 Bindlach

Tel.: 0176 1050 8775
E-Mail: lena.hanik@btx-energy.de

UNTERSTÜTZER

TEAM
ENERGIEWENDE
BAYERN

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages