

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

UNTERSTÜTZER

TEAM
ENERGIEWENDE
BAYERN

Methanol aus Biogas - BMWK-Projekt „BioMeSyn“

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

Agenda



Wer sind wir?



Technologie



Vorgehensweise im Projekt BioMeSyn



Aktueller Stand und Ergebnisse



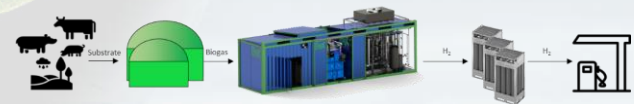
Fazit & Ausblick



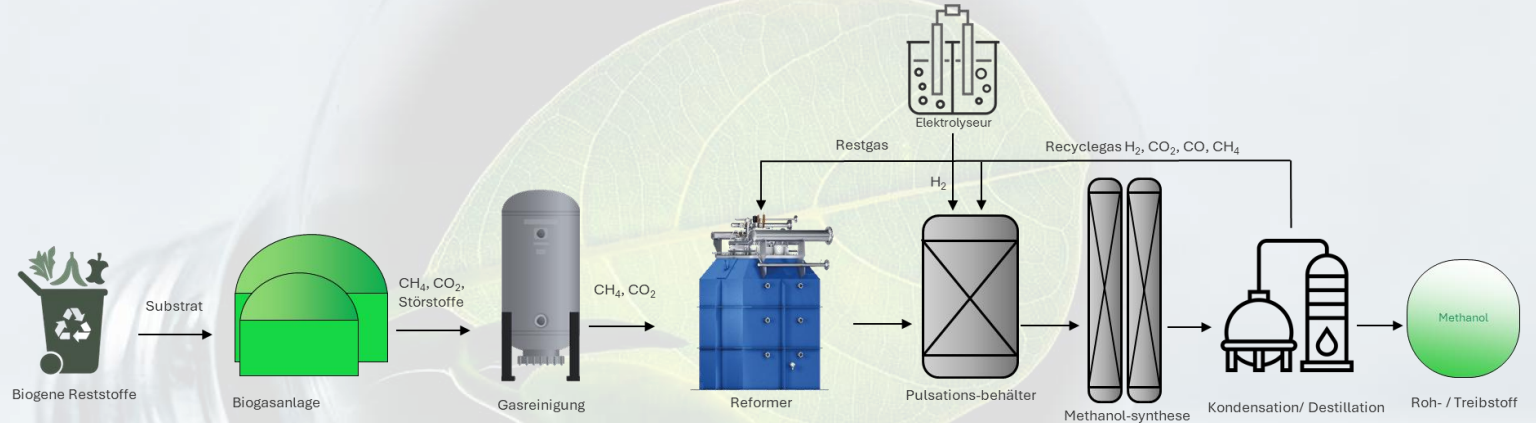
Wer sind wir?



- **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

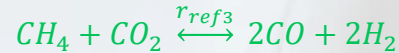
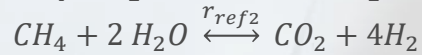
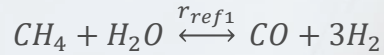


Der Synthese-Prozess

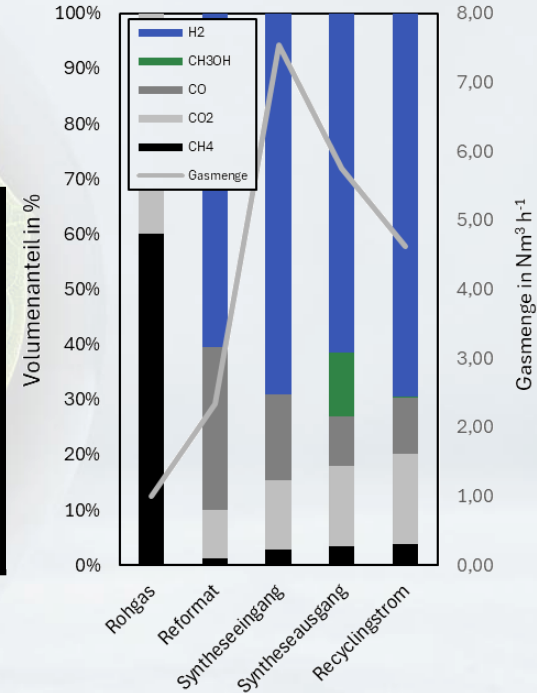
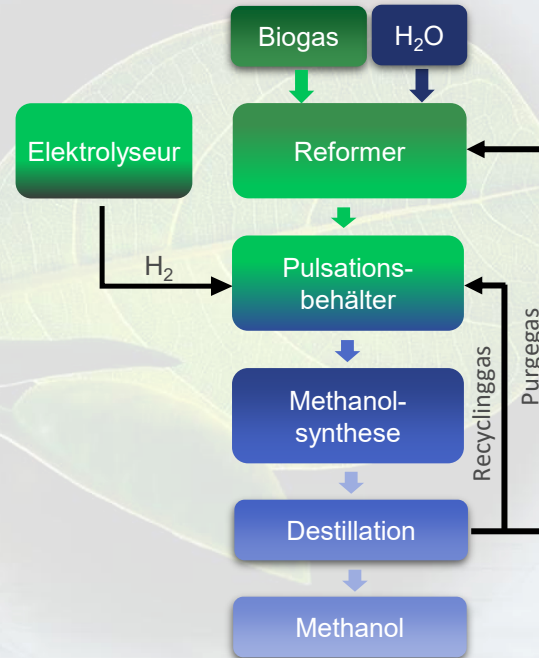
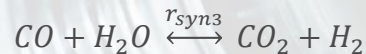
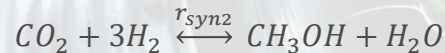
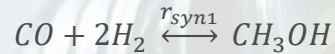


Wie funktioniert die Methanolsynthese?

- Methanreformierung aus Biogas

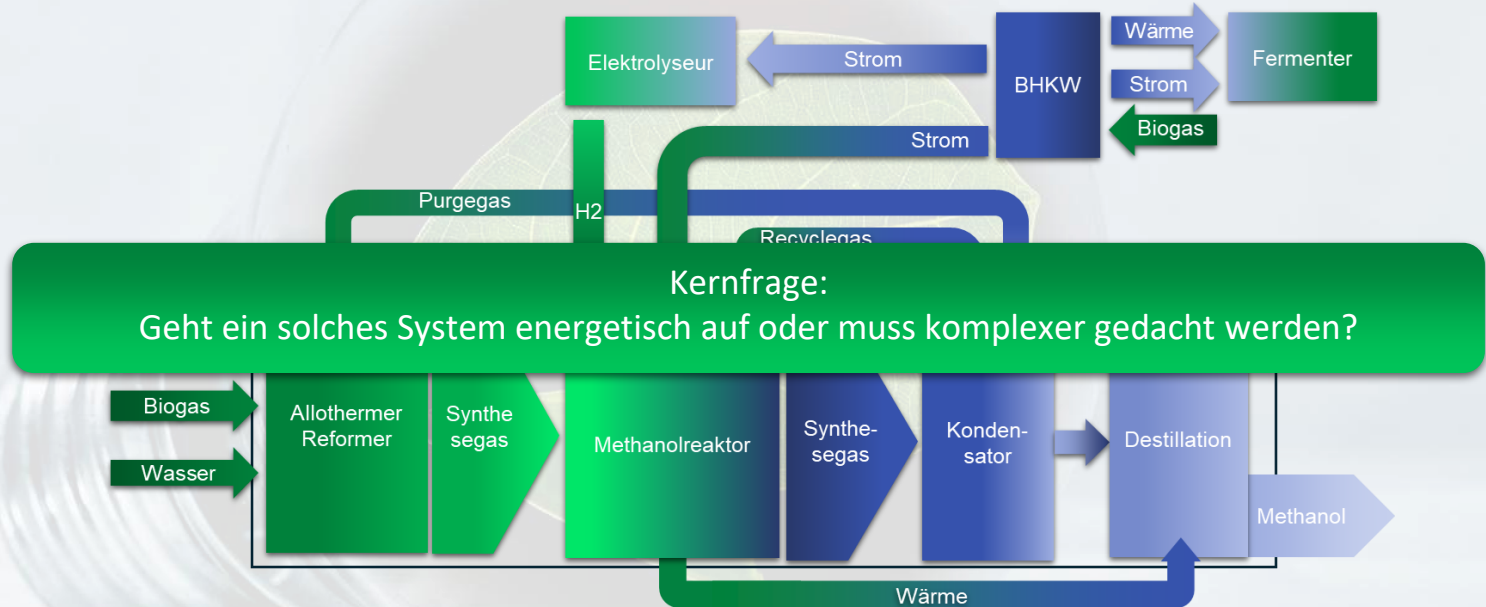


- Methanolsynthese



Recyclinggas und Purgegas haben dieselbe Zusammensetzung

Massen bzw. Energiebilanz





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

Arbeitspakete



1 Erfassung der Technoökonomischen Ausgangssituation



2 Konzeptionierung, Dimensionierung und Systemintegration



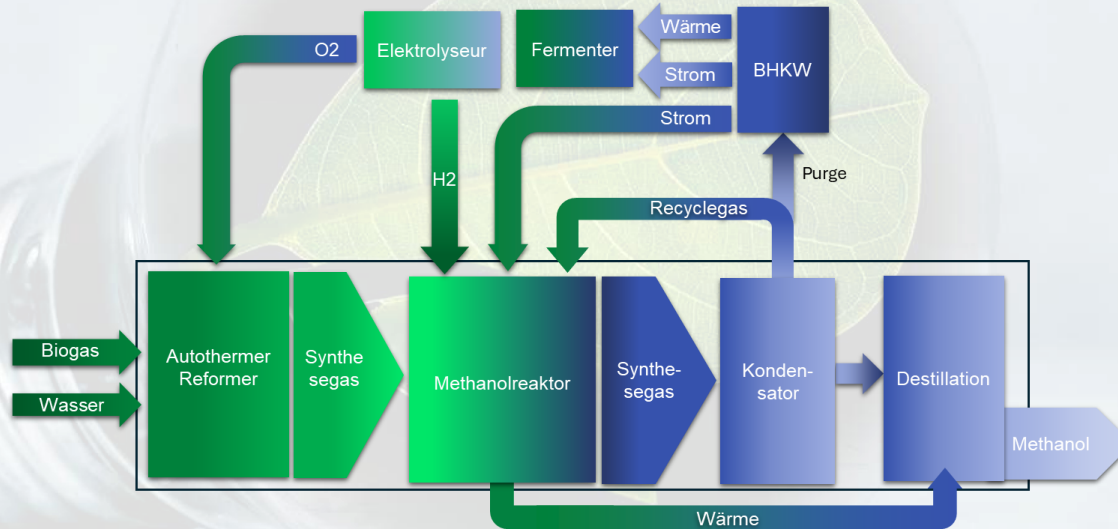
3 Optimierung des flexiblen Anlagenbetriebs



4 Conceptual Design und Basic Engineering

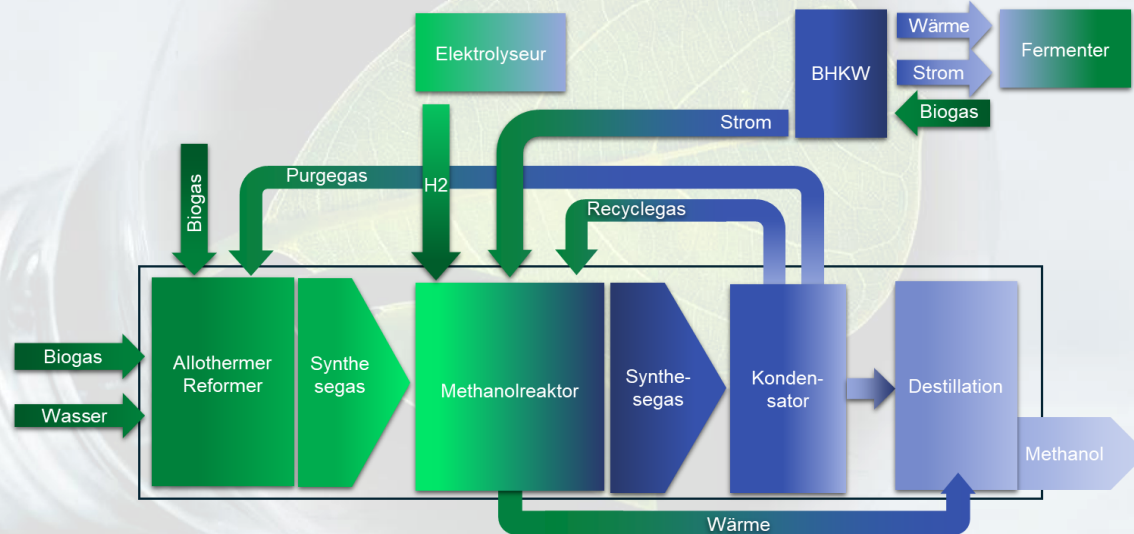
Entwicklung verschiedener Szenarien

- Szenario 1 – Autothermer Reformer mit Purgegasnutzung im BHKW



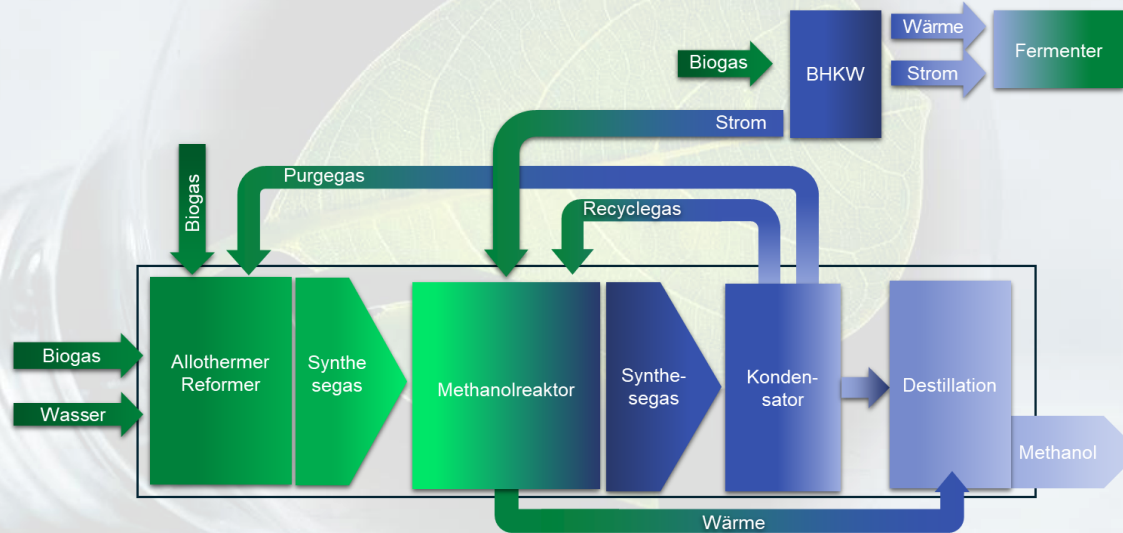
Entwicklung verschiedener Szenarien

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



Entwicklung verschiedener Szenarien

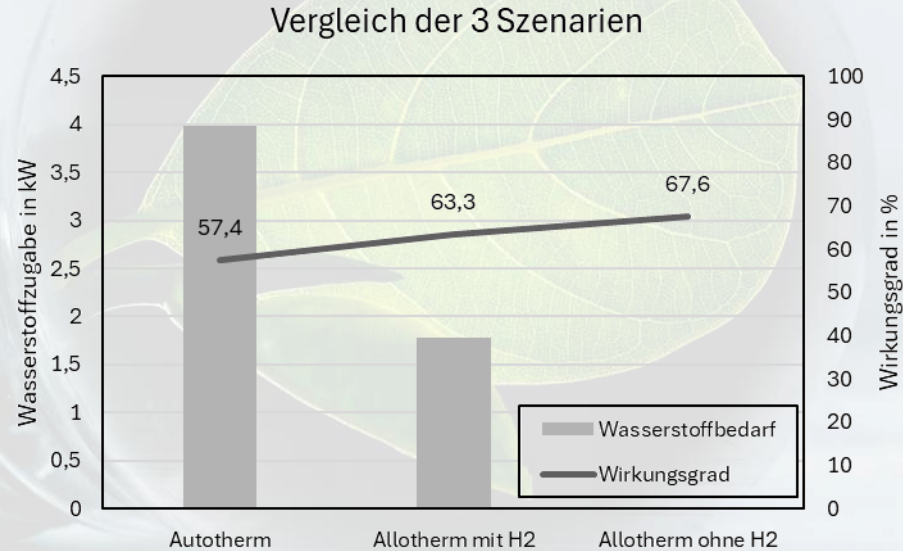
- Szenario 3 – Allothermer Reformer mit Purgegasnutzung im Brenner, ohne Elektrolyseur





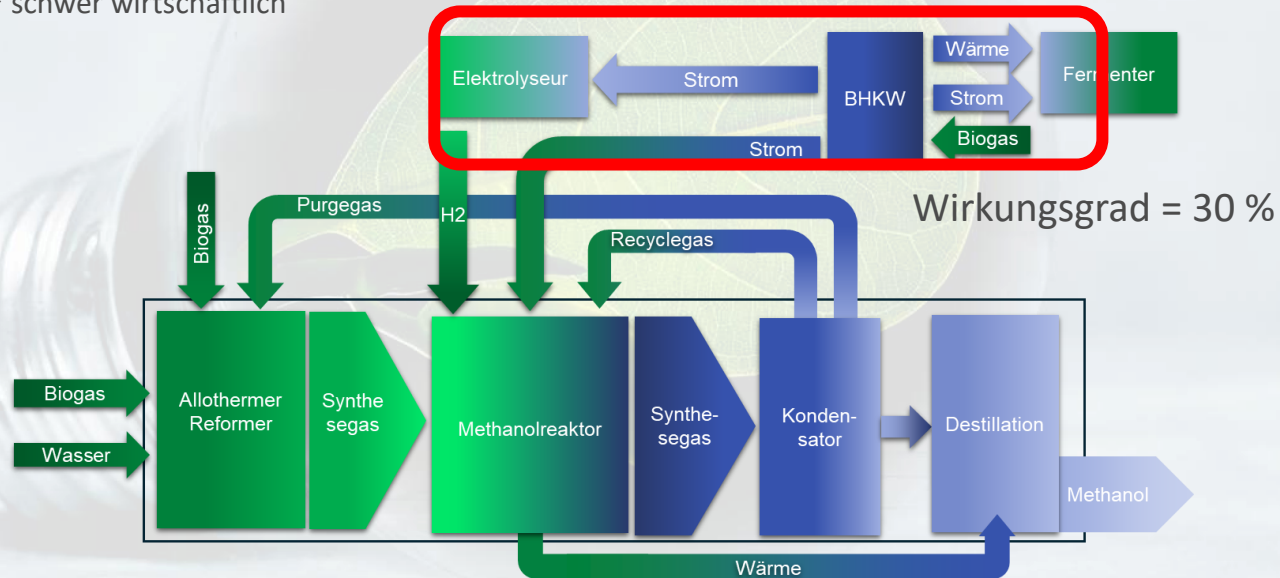
Simulationsmodell - Ergebnisse

- Vergleich der 3 Szenarien mit Betrachtung des chemischen Wirkungsgrades



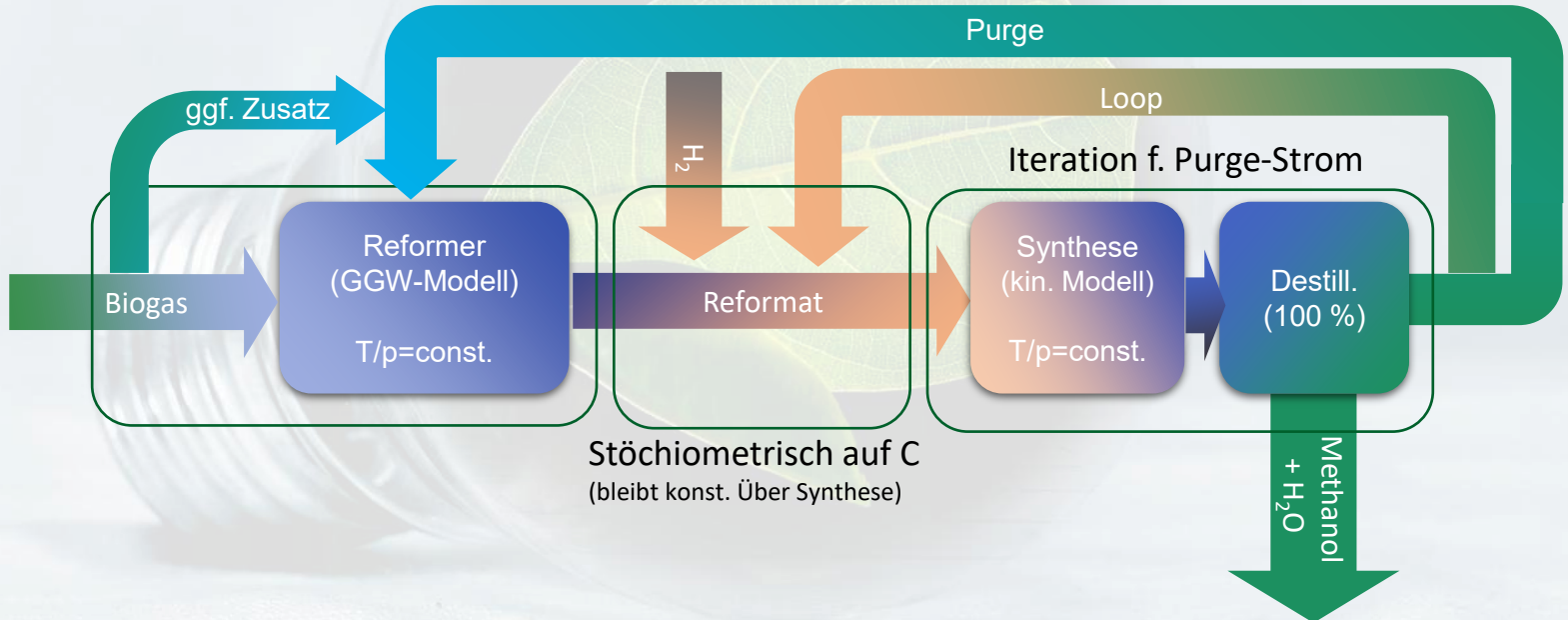
Simulationsmodell - Ergebnisse

- 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 Synthesetemperaturen 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 Stöchiometrien (zwischen 1 und 2) pro Durchlauf

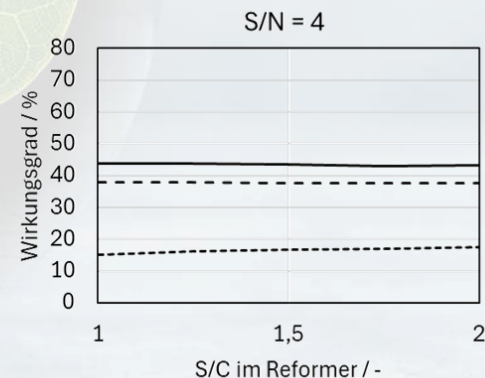
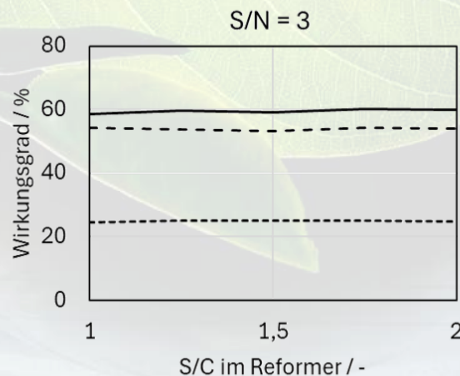
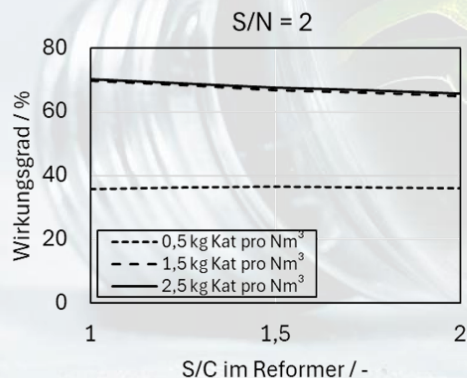
Parameterstudie - Ergebnisse

- 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	262,5	Nm ³ /h
Biogas für Brenner	0	20,3	44,8	13,39	Nm ³ /h
Wasserzugabe	277,49	261,40	241,97	197,51	l/h
Biogasinput für Synthese	350	329,7	305,2	249,11	Nm ³ /h
Wasserstoffzugabe	465,03	207,55	0	0	Nm ³ /h
Stöchiometrie	1	1	0,7	1	-
Wirkungsgrad	57,4	63,3	67,6	65,00	%
Methanolausbeute	455	390,81	321,7	309,0	l/h
Kompressorenleistung	140,35	133,0	106,75	97,65	kW

Parameterstudie - Ergebnisse

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





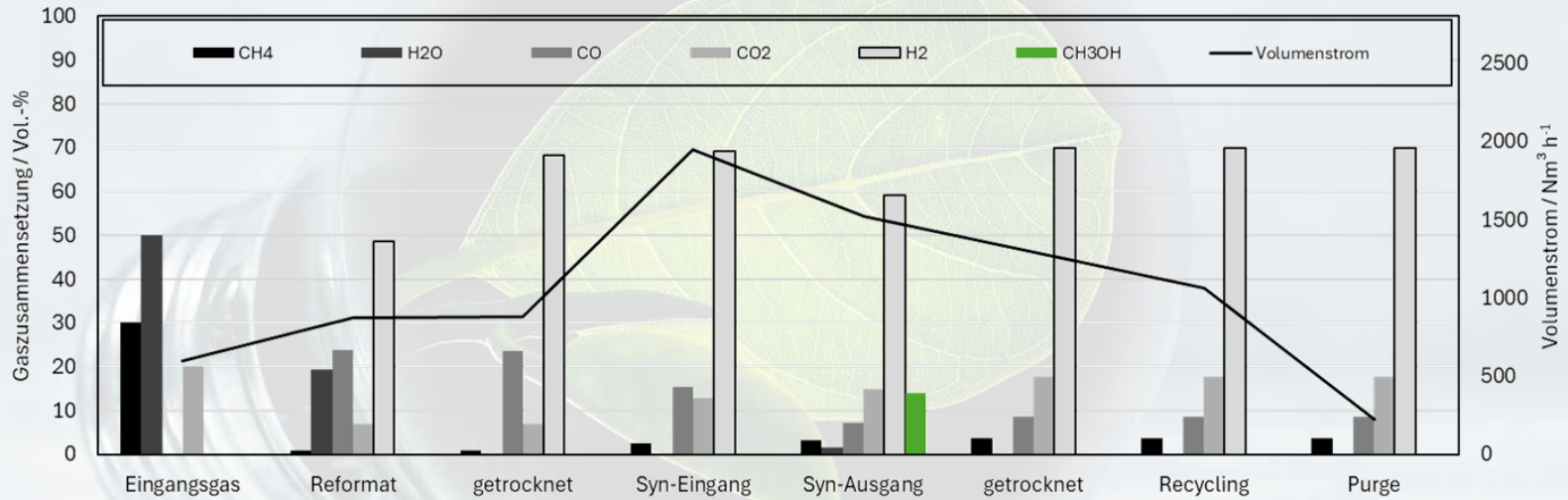
Simulationsmodell - Ergebnisse

- 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
 - Stöchiometrie von 1 (entspricht $S/N = 2$)
 - 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
Stöchiometrie	1	-
Wirkungsgrad	70	%
Methanolausbeute	432	l/h
Kompressorenleistung	143	kW

Simulationsmodell - Ergebnisse

- Allothermer Reformer mit H₂-Zugabe

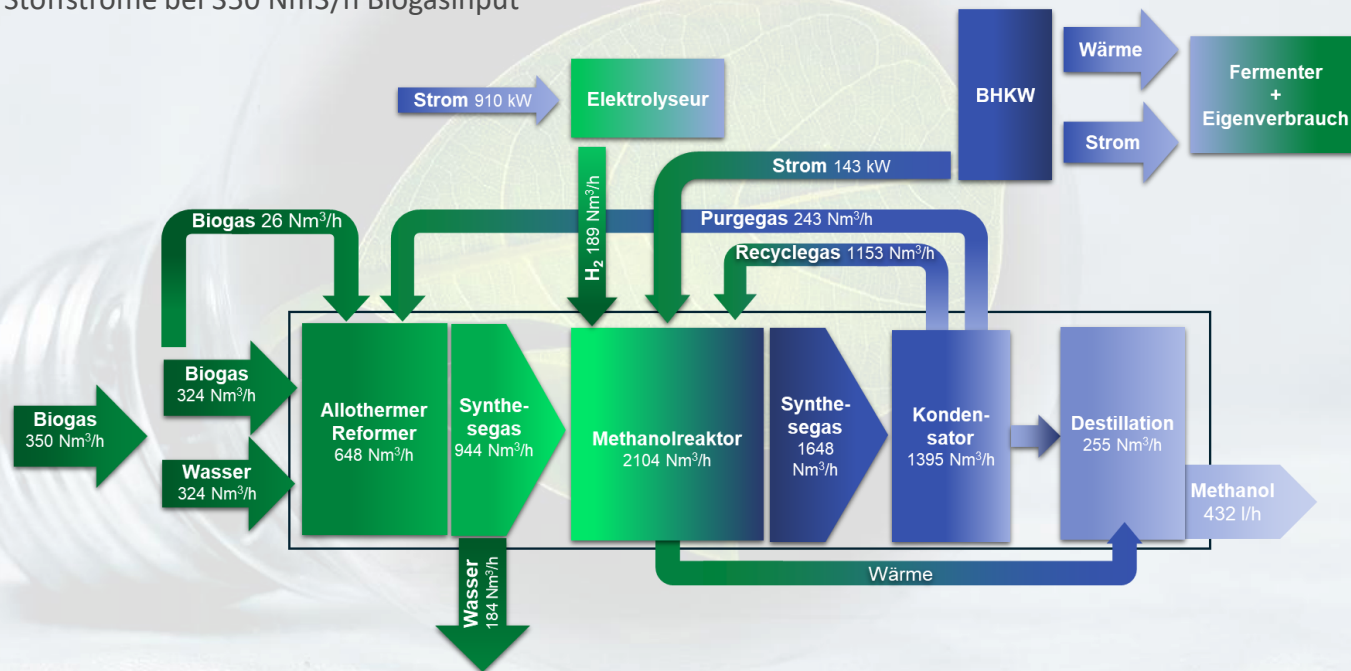


60 Vol.-% CH₄, T_{ref} = 900 °C, S/C = 1, Stöch.(H₂) = 1, T_{syn} = 220 °C, p_{syn} = 50 bar,

Wirkungsgrad (chemisch) 70 % (!)

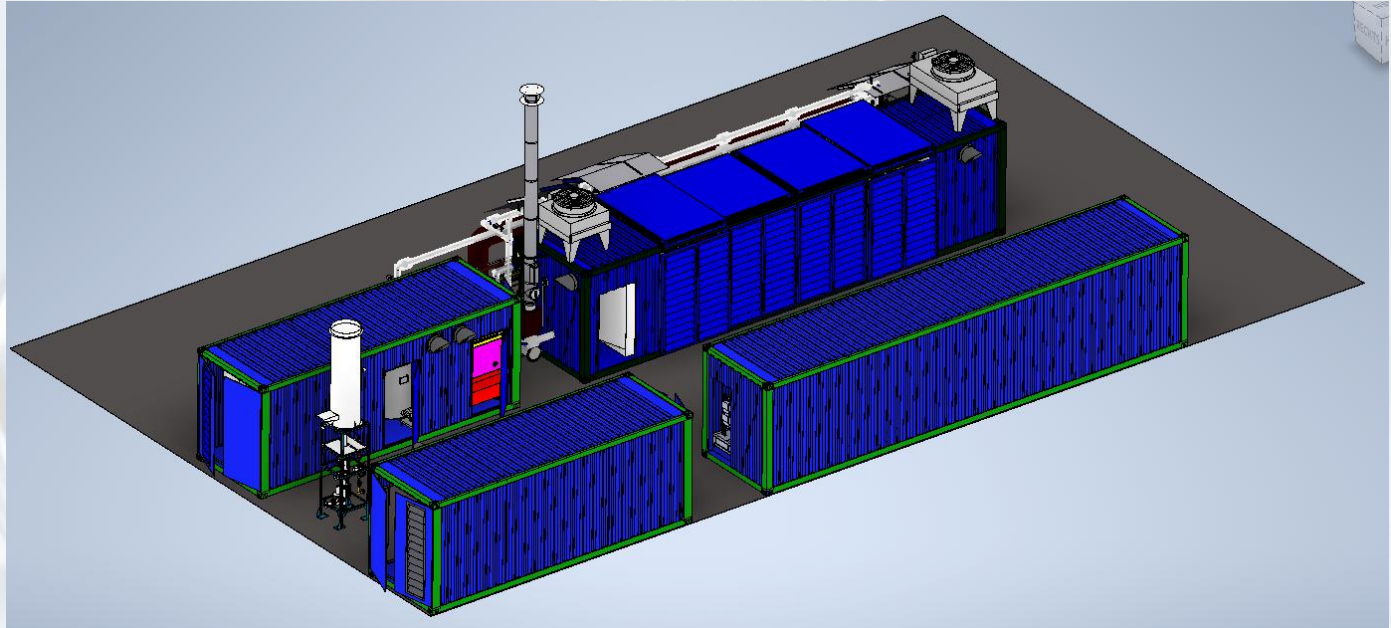
Simulationsmodell - Ergebnisse

- Stoffströme bei 350 Nm³/h Biogasinput

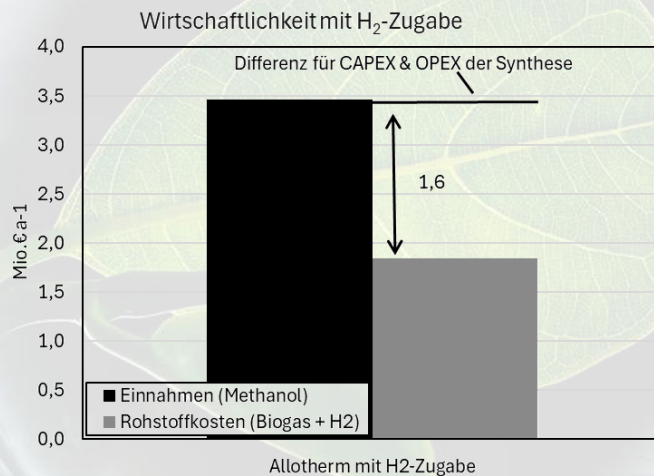




CAD-Modell einer potenziellen Anlage



Wirtschaftlichkeitsüberschlag auf Basis der Ergebnisse



Annahmen: 8000 Vollaststunden, 11 € Wasserstoffpreis (20 ct/kWh Netzstrom), Methanolpreis 1 €/l



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?

Kontakt Daten



Dr.-Ing. Andy Gradel
Geschäftsführer

BtX energy GmbH
Esbachgraben 1
95463 Bindlach

Tel.: 0171/264-2839
E-Mail: andy.gradel@btX-energy.de



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 Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages