

Renewable Gasfield

Österreichs erste Power-to-Gas Anlage

Dipl.-Ing. Katrin Salbrechter

Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes

Montanuniversität Leoben, Österreich

VTiU

MONTAN
UNIVERSITÄT
LEOBEN

Renewable Gasfield

...

#mission2030 – Österreichs Klima- und Energiestrategie verfolgt ambitionierten Dekarbonisierungspfad

- Ausbau von PV und Windkraft zur Deckung des Gesamtstrombedarfes (100% EE)
- (Langzeit-)Speicherung der fluktuierenden Energiequellen
- Grüne Gas: **H₂** und **synthetisches CH₄**

- Kombination der Prozesse: Elektrolyse und katalytische/biologische Methanisierung
→ Umwandlung von kohlenstoffhaltigen (Ab)Gasen zu Methan (Sabatier-Reaktion)



- **“Power-to-Gas”** (elektrische → chemische Energie)

Renewable Gasfield

...

Eckdaten des Projektes:

- Projektlaufzeit 4 Jahre (Ende Mai 2023)
- Investment 10 Mio €
- Standort Gemeinde Gabersdorf (Südsteiermark)

- PV Anlage 1 MW_{el} Anschlussleistung
- PEM-Elektrolyse 168.000 kg/Jahr H₂
- katalytische Methanisierung zur Produktion von synthetischem Erdgas

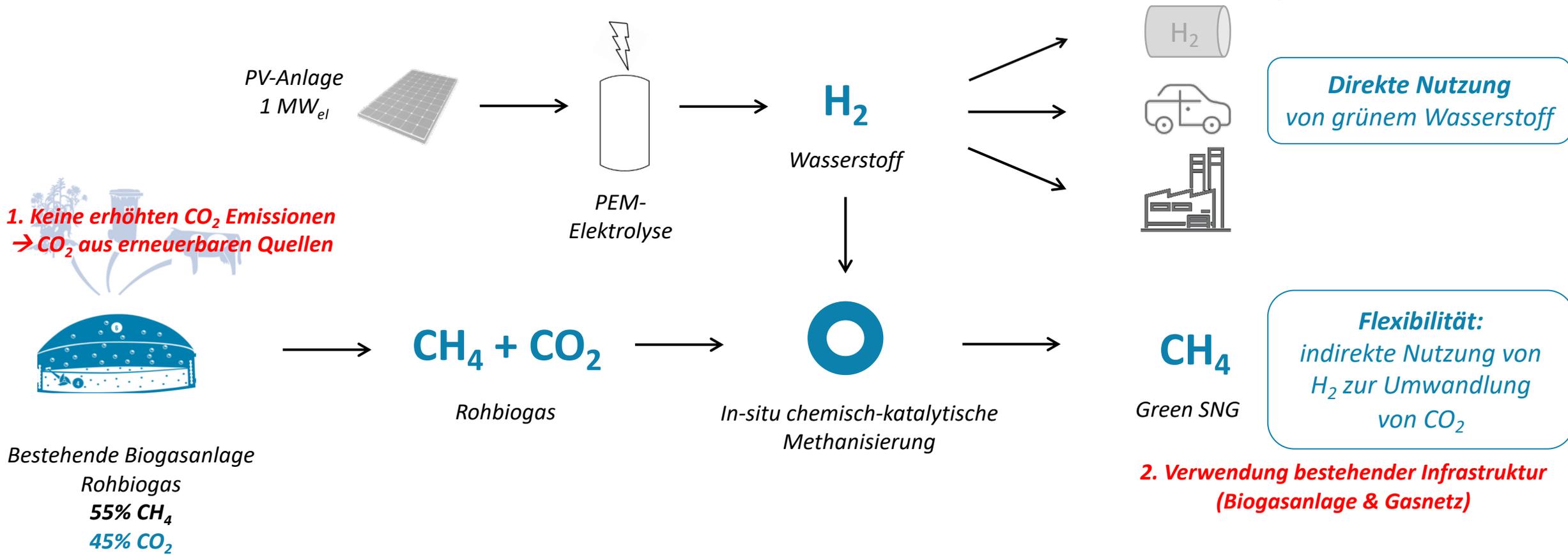
Das Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen der **„Vorzeigeregion Energie“** durchgeführt.



Renewable Gasfield

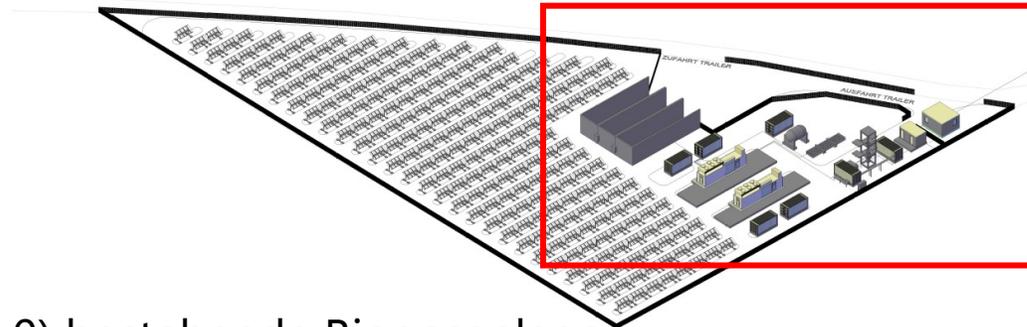
Eine PtG Demoanlage

Anlagenkonzept & Vorteile

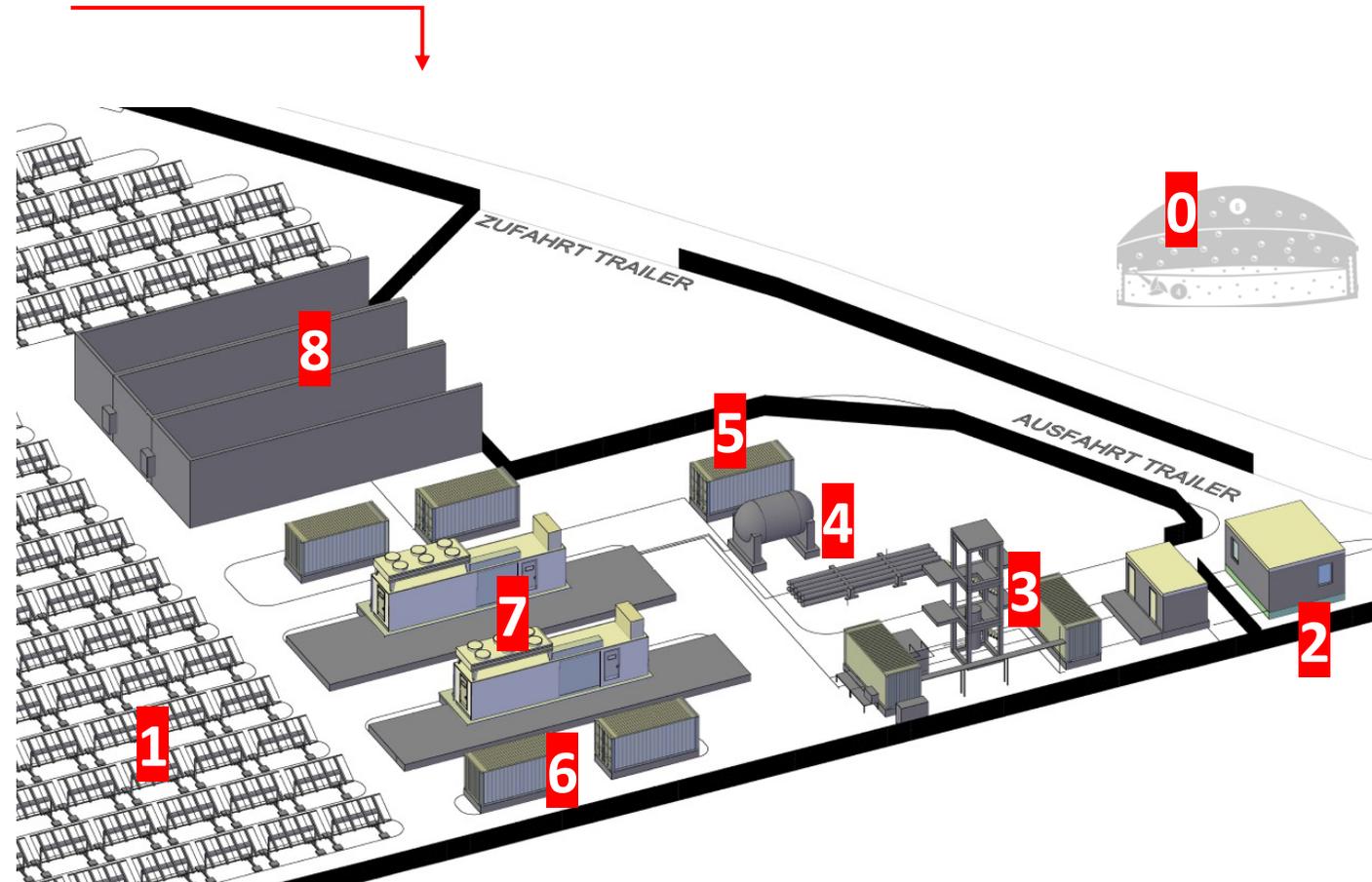


Renewable Gasfield

Aufstellungskonzept



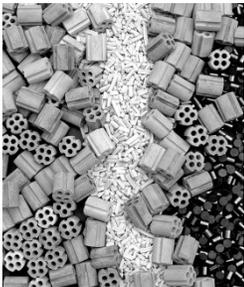
- 0) bestehende Biogasanlage
- 1) PV-Anlage
- 2) Informations- bzw. Besucherzentrum
- 3) Methanisierung inkl. Einspeiseanlage
- 4) H₂ Mittel- und Niederdruckspeicher
- 5) EMSR-Container
- 6) Transformatoren
- 7) PEM-Elektrolyse
- 8) Trailerabfüllstation



Renewable Gasfield

Rückblick: bestehende Technikumsanlage

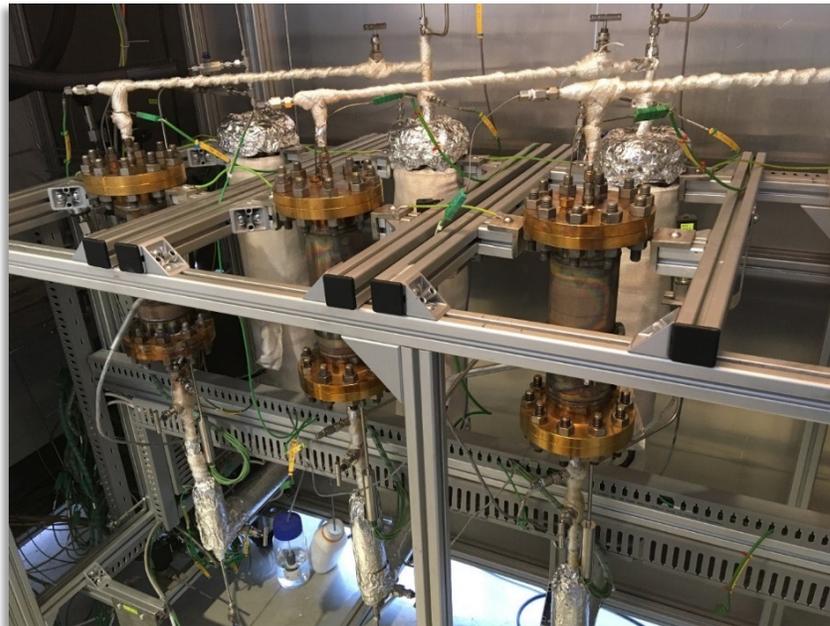
- 3 Festbett-Reaktorkaskade (einzeln oder seriell)
- Befüllbar mit Schütt- oder Wabenkatalysatoren
- Max. Durchfluss: 50 NL/min, synth. Gasmischungen
- P: 1-20 bar
- Max. Temperatur: 700 °C
- Kat.beladung: 1000 – 8000 h⁻¹
$$\text{GHSV} = \dot{V} / V_{\text{Kat}}$$



Quelle: Johnson Matthey Plc



Quelle: Anhui Yuanchen Environmental S&T Co., ltd



Reaktorkaskade im Technikum des
Lehrstuhles VTiU

Renewable Gasfield

Rückblick: bestehende Technikumsanlage

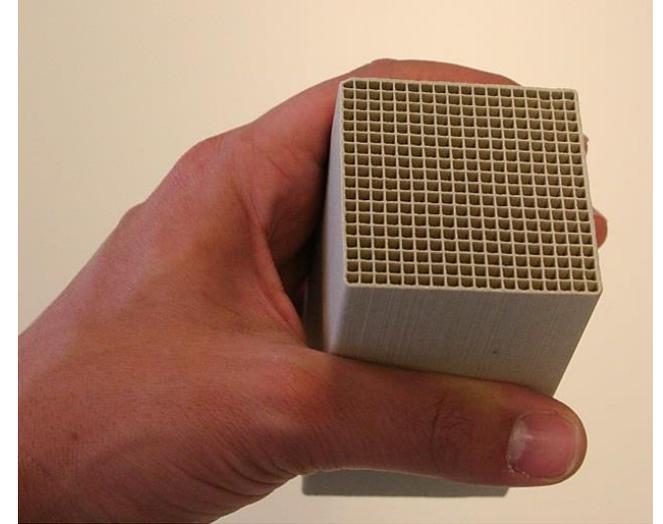
Wabenkatalysatoren → Warum?

Ansprüche einer Methanisierung in PtG-Konzept:

- Öfteres An- und Abfahren; Stand-by-Betrieb
- Fluktuierende Feedgas Belastung (Elektrolyse)
 - Großer H₂-Speicher
 - Adaptierte Methanisierungs-Betriebsweise (Lastflexibilität)

Vorteile von Wabenkatalysatoren:

- Keramischer Grundkörper ermöglicht Wärmespeicherung → gute Standby-Eigenschaft
- Einfaches Scale-up/ Modularisierung
- Geringer Druckverlust



Renewable Gasfield

Rückblick: bestehende Technikumsanlage

Herausforderung im kontinuierlichen Betrieb:

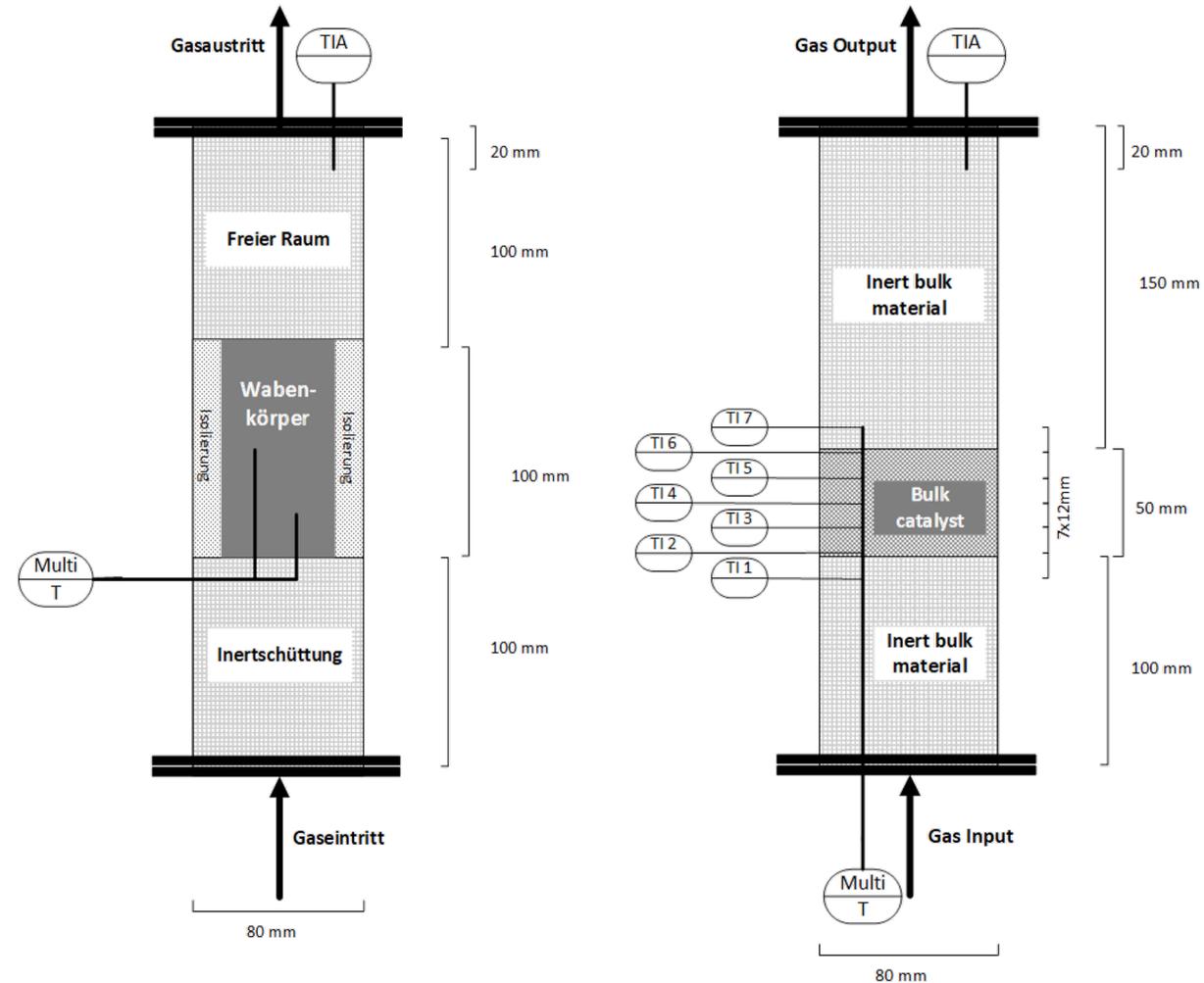
Wärme-Hotspots in Katalysatorschüttung ($> 700^{\circ}\text{C}$)

→ Wärmeabfuhr über Reaktorwand nicht ausreichend

→ Erreichung des thermodynamischen GGWs und Limitierung des Reaktionsumsatzes

Abhilfe:

- Verringerung des Reaktordurchmessers
- Aktive Kühlung von außen mit Thermalöl in Rohr-in-Rohr-Reaktor
- Höhere Turbulenzen (verbessert Wärme- und Stofftransport)



Festbettreaktor befüllt mit Waben (links) und Schüttkatalysator (rechts)

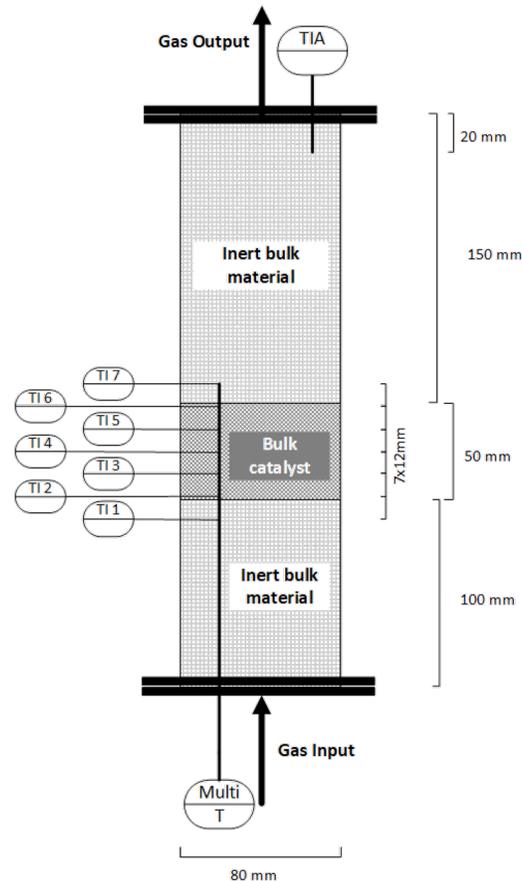
Renewable Gasfield

Methanisierungs-Forschungsstrecke

Festbettreaktor

$d_{\text{Reaktor}} = 80\text{mm}$

$h_{\text{Katalysator}} = 50\text{mm}$



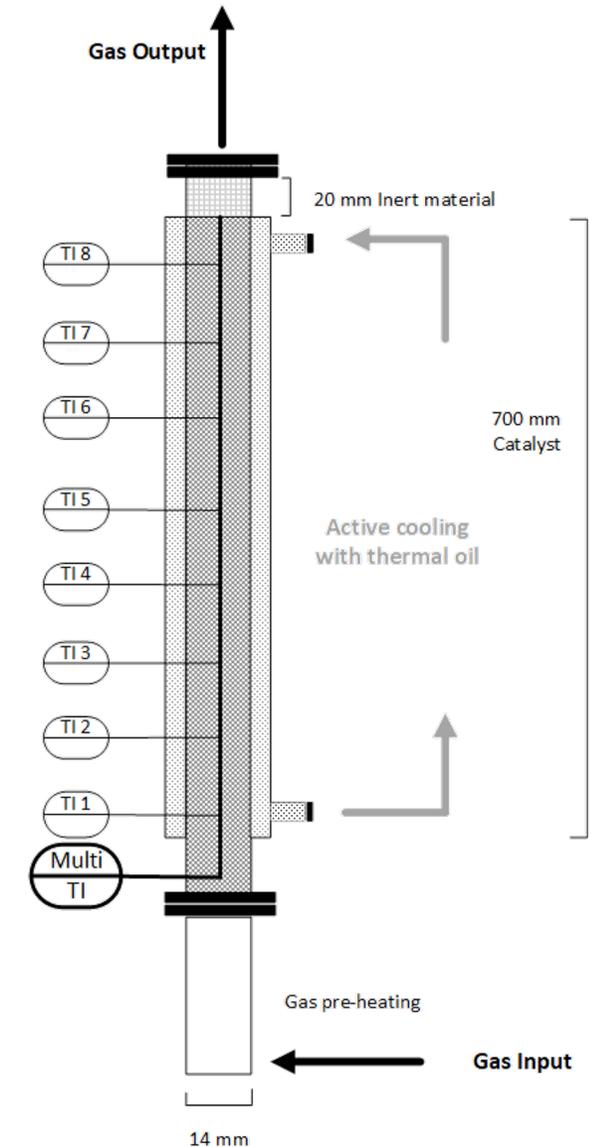
Rohr-in-Rohr-Reaktor

$d_{\text{Reaktor,innen}} = 14\text{mm}$

Außenrohr 25x1mm

$h_{\text{Katalysator}} = 700\text{mm}$

- Höhere Turbulenzen verbessern Wärme und Stoffübergang (1D plug flow)
- Reduktion von Temperatur-Hotspots

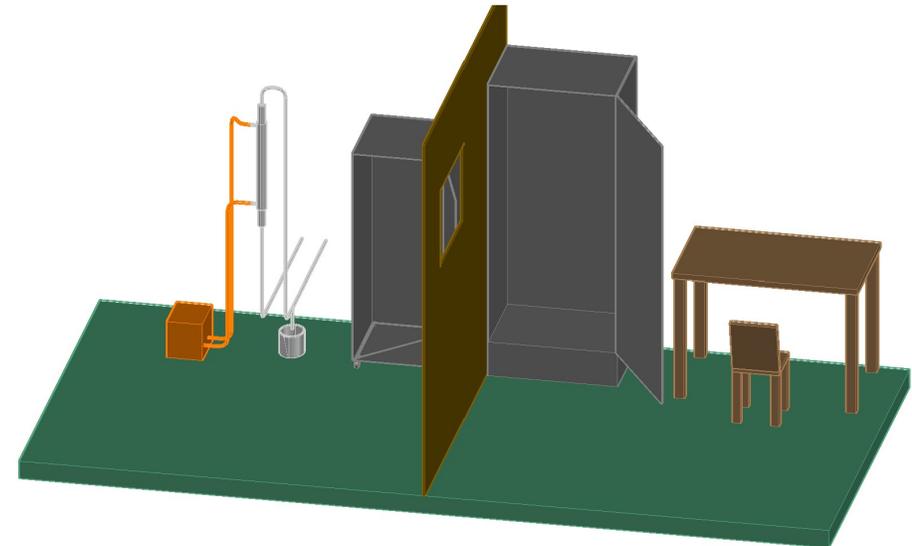
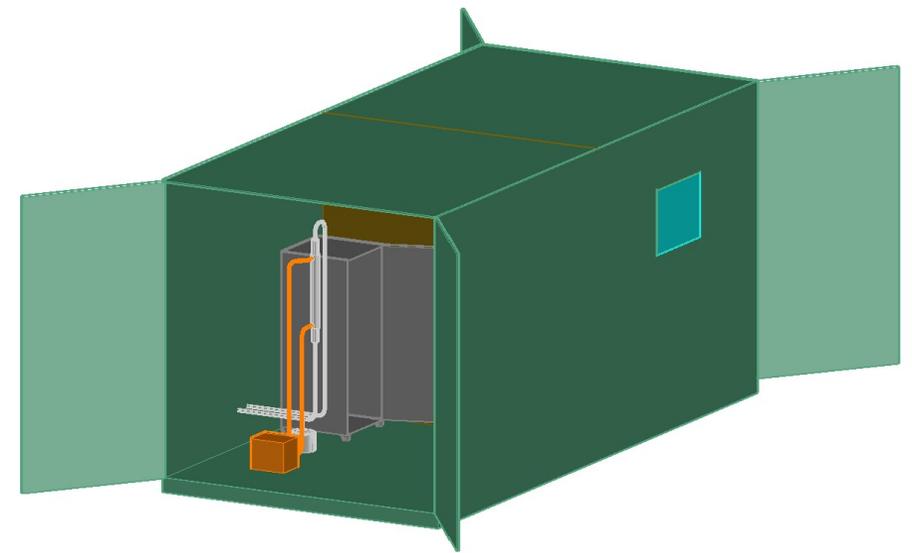
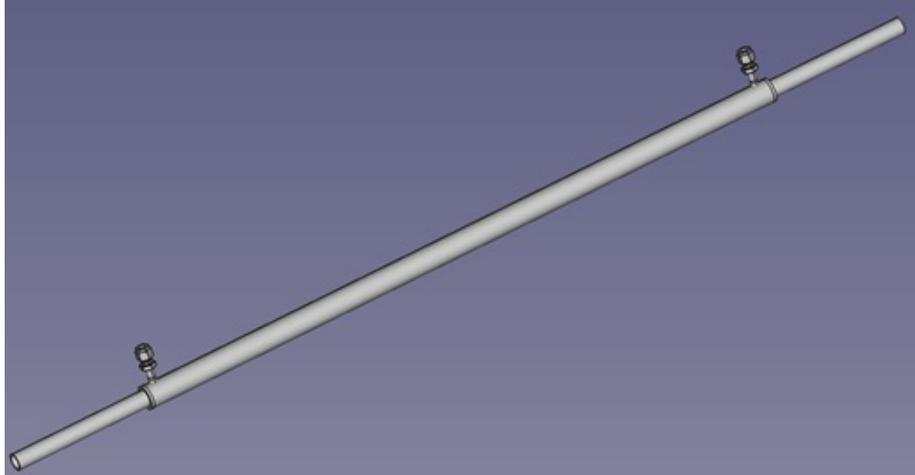


Renewable Gasfield

Methanisierungs-Forschungsstrecke

Planungsfortschritt und Aufbau:

- 15' Container mit Doppelflügeltür
- Geteilte Raumaufteilung → Sicherheitsaspekte (Ex-Zone)
- Zwangsbelüftung und Gaswarndetektoren



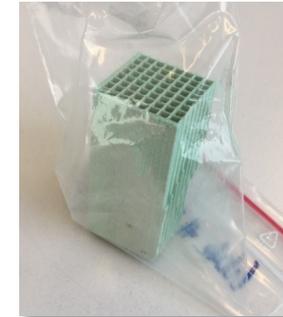
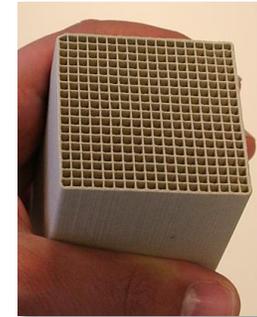
Renewable Gasfield

Methanisierungs-Forschungsstrecke - Wabenkatalysatoren

Im Haus hergestellte Wabenkatalysatoren auf Cordierit

2-stufiger Beschichtungsprozess (Böhmit & Nickelnitrat)

- Reproduzierbare Beschichtung wurde erarbeitet (seit 2018)
- variiert wurden
 - Trägermaterial
 - Beschichtungsvorgänge (Anzahl, Dauer)
 - Kalzinierungsvorgänge (Anzahl, Dauer)
 - Nickelbeladung
- Produktion von runden Waben (d variabel) möglich
- Evaluierung der Performance im 80mm Festbettreaktor und in dünnem Wabenreaktor (ungekühlt!)
- **Ergebnisse folgen von**
 - **Biogas-Methanisierung (48.vol% CO₂ und 52 vol.% CH₄)**
 - **4% H₂-Überschuss (Faktor 4,16)**
 - **Druckniveau 4 oder 7 bar**



v. l. n. r.: Rohwabe, Wabe nach 2-stufiger Beschichtung, deaktivierte Wabe nach Versuchsreihen

Renewable Gasfield

Abgeschlossene Versuchsreihen mit Schüttkatalysator und Waben

80 mm Festbett (R1) – Schüttkatalysator, 7 bar

- GHSV = 3 000 h⁻¹
- $U(\text{CO}_2)$ = 94,7%
- Produktgas (trocken)
 - CH_4 = 74,6 vol.%
 - CO_2 = 3,95 vol.%
 - H_2 = 20,73 vol.%
- T_{out} = 466,8 °C

80 mm Festbett-Reaktor (R1) – Waben, 4 bar

- GHSV = 2 000 h⁻¹
- $U(\text{CO}_2)$ = 89,7%
- Produktgas (trocken)
 - CH_4 = 61,15 vol.%
 - CO_2 = 6,82 vol.%
 - H_2 = 30,64 vol.%
- T_{out} = 312,78 °C

14 mm Rohrreaktor ungekühlt – Schüttkatalysator (h=84 cm), 7 bar

- GHSV = 15 000 h⁻¹
- $U(\text{CO}_2)$ = 95,4%
- Produktgas (trocken)
 - CH_4 = 75,7 vol.%
 - CO_2 = 3,53 vol.%
 - H_2 = 20,54 vol.%
- T_{out} = 410,72 °C

- Höheres Reaktionsoberfläche-zu-Volumen-Verhältnis → niedrig. T_{out} → höherer $U(\text{CO}_2)$
- Verringerte Reaktorkomplexität → einfache Bedienung & geringeres Investment

14 mm Rohrreaktor ungekühlt – Waben (h=74,6 cm), 4 bar

- GHSV = 15 000 h⁻¹
- $U(\text{CO}_2)$ = 80,8%
- Produktgas (trocken)
 - CH_4 = 46,11 vol.%
 - CO_2 = 9,11 vol.%
 - H_2 = 42,04 vol.%
- T_{out} = 529 °C

- Verbesserung durch aktive Kühlung wird erwartet...
- Performance der Waben zufriedenstellend

Renewable Gasfield

Ausblick & Ziele

- Österreichs 1. Power-to-Gas Anlage
- Produktion grüner Gase (H₂ und SNG) für den regionalen Bedarf mit unterschiedl. Verwendungszwecken
- IBN der Gesamtanlage im Sommer 2022

MUL

- Methanisierungs-Forschungsstrecke (ab Sept 2022)
 - gekühlten Rohr-in-Rohr-Reaktor, Wabenkatalysatoren
 - optional: 2.Reaktorstufe
- Performance und Langzeitstabilität der Wabenkatalysatoren unter Verwendung von Real-Biogas → Wirkung Katalysatorgifte?
- Langzeit-Testreihen
- Versuchsreihen mit Lastwechsel (= Variation Inputgasstrom); keramisches Material – gute Wärmespeicherkapazität
- Generierung von Daten für Rohrbündelreaktor → Scale-up (CCU-Großanlagen)

Renewable Gasfield

Dipl.-Ing. Katrin Salbrechter

Tel.: +43 3842 402-5023

katrin.salbrechter@unileoben.ac.at

Univ. Prof. Dr.-Ing. Markus Lehner

Tel.: +43 3842 402-5000

markus.lehner@unileoben.ac.at

Montanuniversität Leoben

Franz-Josef-Straße 18

8700 Leoben, Austria