

F&E am DBI zu Reformierverfahren in innovativen Wasserstoff- erzeugungsanlagen der Leistungsklasse 100 m³/h

Stephan Anger ^{*,}, Chris Schaaf ^{**}, Jörg Nitzsche ^{*,**}**

^{*}DBI-Gasverfahrenstechnisches Institut gGmbH Freiberg, ^{**}DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

DBI-FACHFORUM WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN

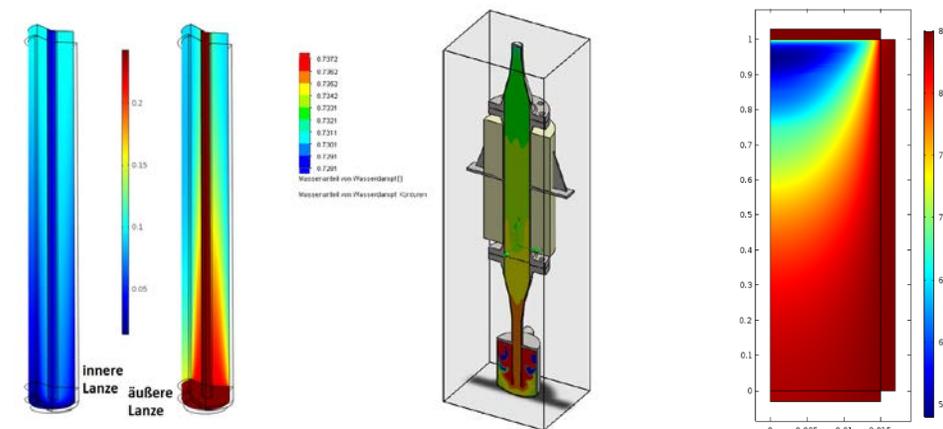
Mainz, 7.– 8. März 2018



-  Kurzer Überblick zur F&E-Ausstattung im Fachgebiet Gasverfahrenstechnik
-  Projekt HydroGIn
-  Projekt BioRoburPLUS

■ Simulation → Laboruntersuchungen → Engineering → verfahrenstechnische Anlage

- Teststände für Hochdrucksynthesen und Hochtemperaturprozesse (100 bar bis 500 °C; 15 bar bis 950 °C)
 - Methanisierung, Fischer-Tropsch-Synthese, Methanol-/DME-Synthese, Gasoline, Olefine
 - Fokus: Syngas aus EEG
- Simulationssoftware zur Untersuchung von reaktiven Strömungen und Temperaturfeldern (stationär, dynamisch)
- Messtechnik für Kohlenwasserstoffe, Permanentgase und Schwefelverbindungen
 - Gaschromatograph (FID, FPD, WLD, MS)
 - NDIR
 - FTIR



BioRoburPLUS – „Advanced direct biogas fuel processor for robust and cost-effective decentralised hydrogen production“

BioRoburPLUS



Website: www.bioroburplus.org

Contact: debora.fino@polito.it

This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking under grant agreement No 736272. This Joint Undertaking receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Hydrogen Europe and N.ERGHY





- **Projekthalt:** Wasserstoff (50 kg/d) aus Biogas
- **Laufzeit:** 01.01.2017 – 30.06.2020 (42 M)
- **Kernmodule:** Wasserstoff aus Biogas durch Oxidative Steam Reforming (OSR)
Katalysatorstrukturen auf Basis 3D-Druck
Druckwechseladsorption zur Abtrennung des Wasserstoff



■ 11 Partner

Politecnico Di Torino (IT)

Karlsruher Institut für Technologie (DE)

Scuola Universitaria Professionale Della Svizzera Italiana (SWi)

Centre National De La Recherche Scientifique (FR)

Ethniko Kentro Erevnas Kai Technologikis Anaptyxis (GR)

DBI-Gastechnologisches Institut gGmbH (DE)

Engicer SA (SWi)

Hysytech S.R.L. (IT)

UAB Modernios E-Technologijos (LIT)

ACEA Pinerolese Industriale Spa (IT)

Johnson Matthey PLC (GB)



POLITECNICO DI TORINO

University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland

SUPSI



EngiCer



acea
L'INNOVAZIONE È IL NOSTRO TERRITORIO



JM
Johnson Matthey

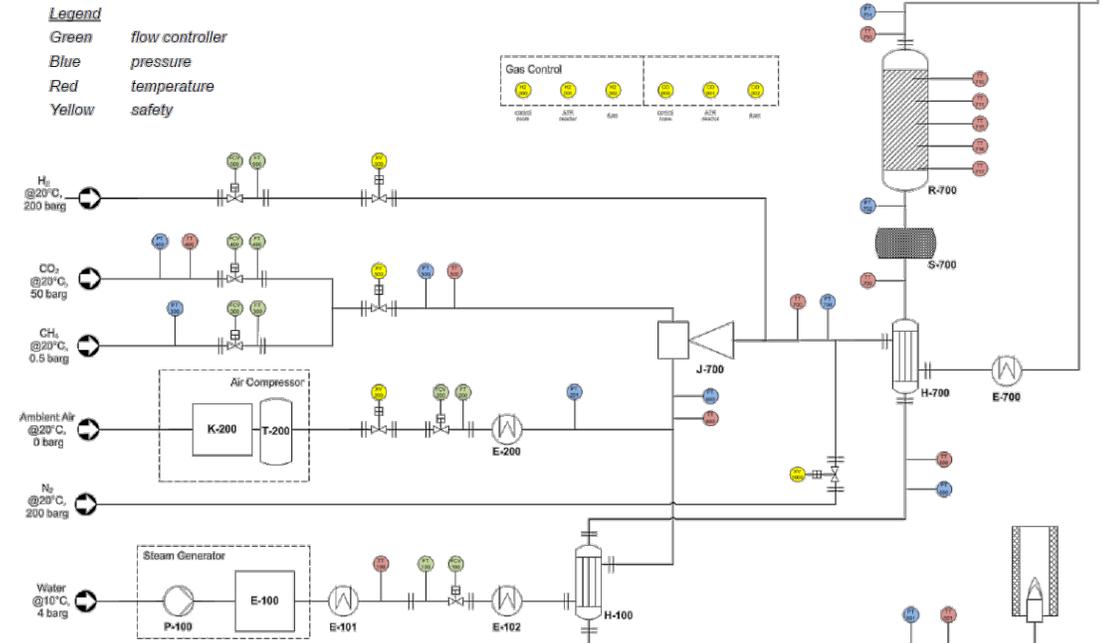
- Autotherme Reformierung (ATR) von Biogas zur H₂-Produktion [50 m³ (i.N./h)]
- Funktionsnachweis einer SiSiC-Schaumstruktur als Träger
- MgAl₂O₄-Spinel als Support, Katalysator 5 Ma.-% Ni; 0,05 Ma.-% Rh
- Anlagenaufbau und erfolgreicher Betrieb durch Institut für Wärmetechnische Anlagen und Thermodynamik (IWTT) der TU Bergakademie Freiberg



Katalysator im ATR-Reaktor



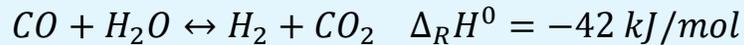
Links: BioRobur-Anlage auf dem Gelände des Instituts für Wärmetechnische Anlagen und Thermodynamik (IWTT) der TUBAF; rechts: ATR-Reaktor



Fließbild BioRobur-Anlage

Bildquellen: I. Frenzel et al., Hydrogen production by reforming for industrial and transport applications, 6th European PEFC and Electrolyser Forum, Juli 2017, Luzern

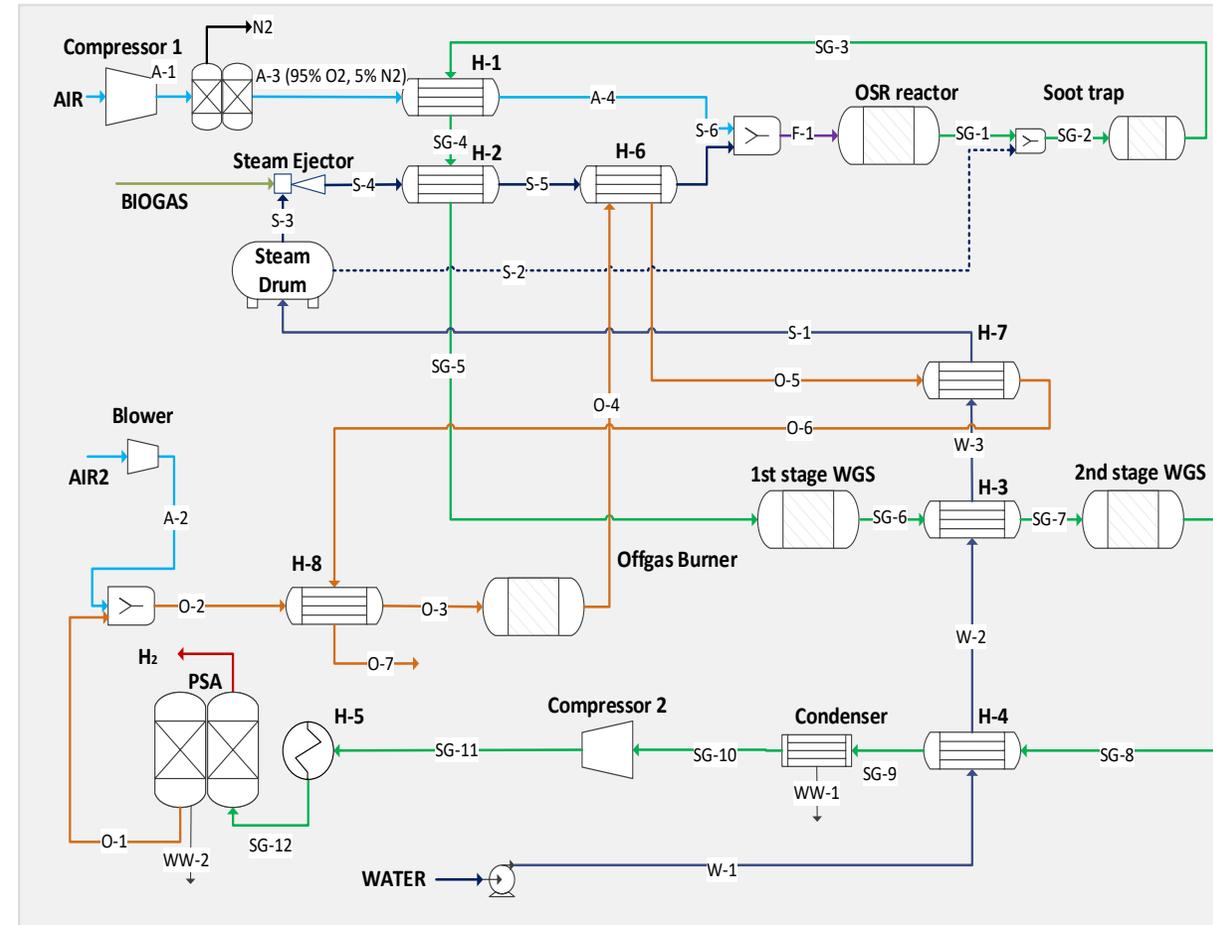
Oxidative Steam Reforming (adiabater Betrieb)



T

X_{Kat}

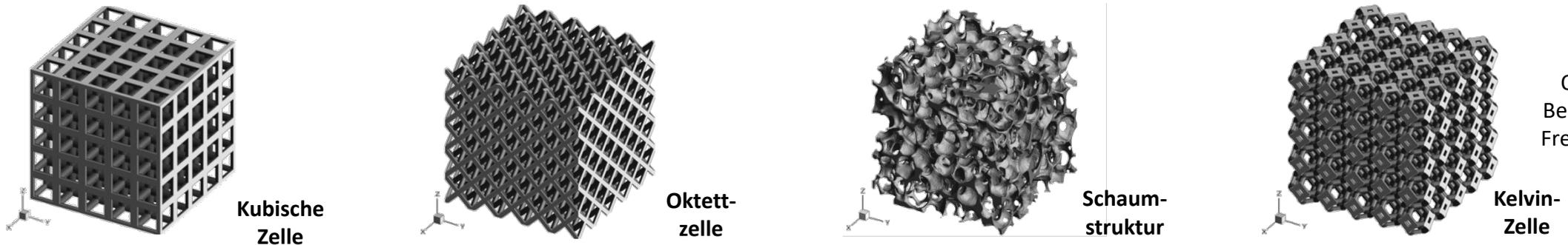
- 2-stufige Wasser-Gas-Shift-Stufe
- Synthesegasverdichtung auf 10 bar
- H₂-Separation mittels PSA



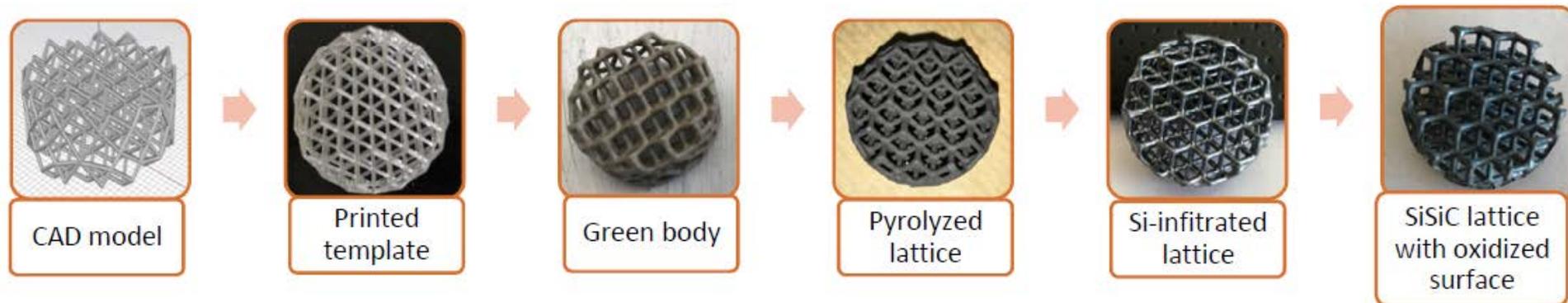
(p = 0,5 bar; T_{ein} = 830 °C; T_{aus} = 685 °C; S/C = 3,0; O/C = 0,7)

Fließbild BioRoburPLUS-Anlage

- **3D** -gedruckte Strukturen als Basis für Katalysatorträger aus SiSiC
- Erfolgreich getestet im Vorgängerprojekt BioRobur
- Getestete Strukturen: kubisch, oktaedrisch, unstrukturiert (Schaum), Kelvin-Zelle

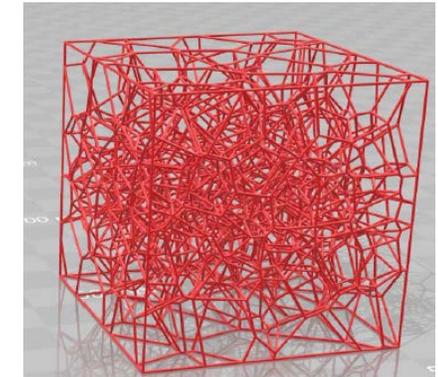
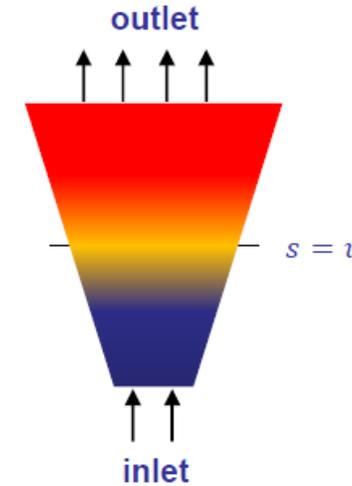


Quelle: TU Bergakademie Freiberg, IWTT

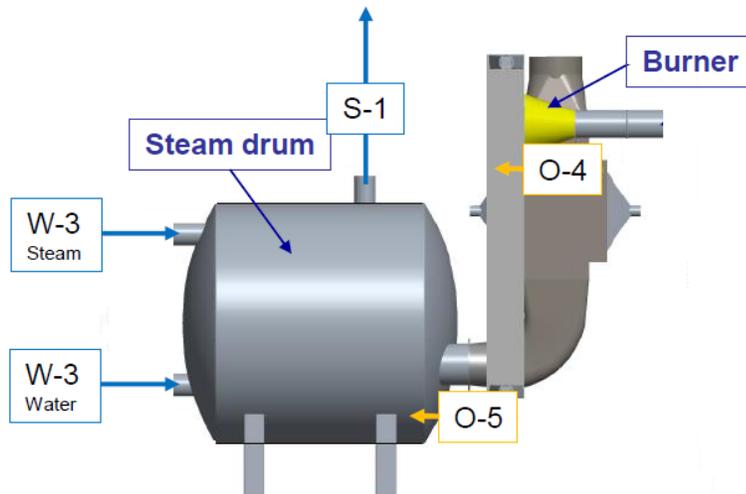


Probenbilder im Labormaßstab während jeder Stufe des Herstellungsprozesses/ Quelle: Firma EngiCer SA, Switzerland

- Integration eines Porenbrennersystems zur thermischen Nutzung des PSA-Offgases im System
- **3D** -gedruckte Strukturen als Basis für SiSiC-Struktur
- Verbrennungszone geschwindigkeitsstabilisiert, additiv verschieden große Porenräume innerhalb der Struktur, berücksichtigt unterschiedliche Brenngeschwindigkeiten
- Voll vorgemischt → Herausforderung bei hohen H₂-Anteilen
- Kopplung des Brenners mit Verdampfersystem

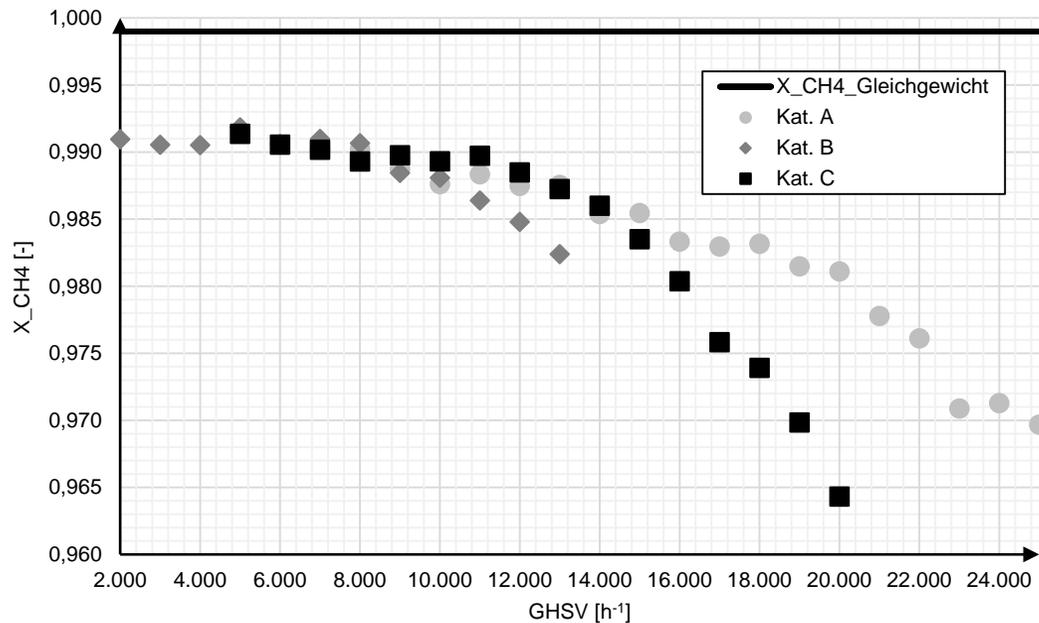


Links: Schema geschwindigkeitskontrollierte Flammenstabilisierung; rechts: 3D-Struktur Porenschaum; Quelle: Karlsruhe Institute of Technology (KIT) Engler-Bunte-Institute, Division of Combustion Technology (EBI-VBT)

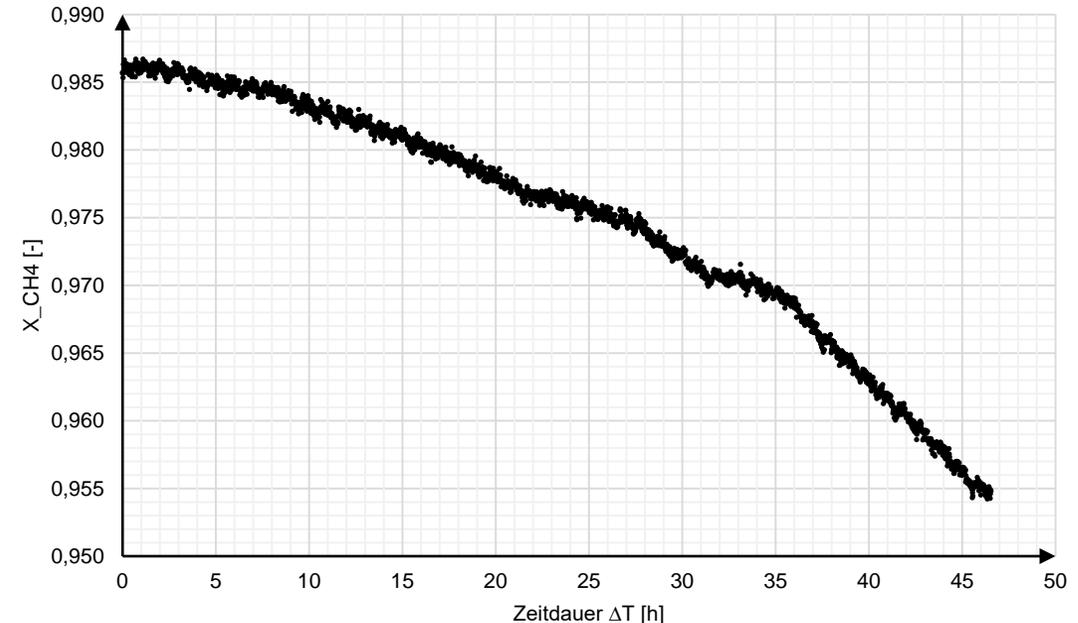


SiSiC-Schaum konisch ausgeführt zur geschwindigkeitskontrollierten Flammenstabilisierung

- Vergleich OSR an innovativen und konventionellen Katalysatorkonfigurationen (Pellets, Monolith)
- Vergleich Nickel- und Edelmetall-basiert (Pd, Rh, Pt)
- Kriterien: Umsatz, Raumgeschwindigkeit (Verweilzeit), Beständigkeit O₂

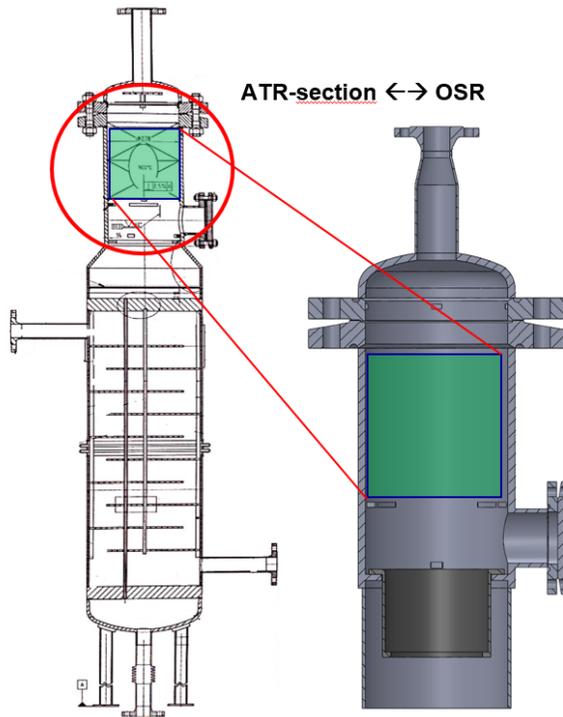


CH₄-Umsatz in Abhängigkeit von der GHSV
(S/C = 3,0; O/C = 0,7; O/N = 19; T = 784 °C)

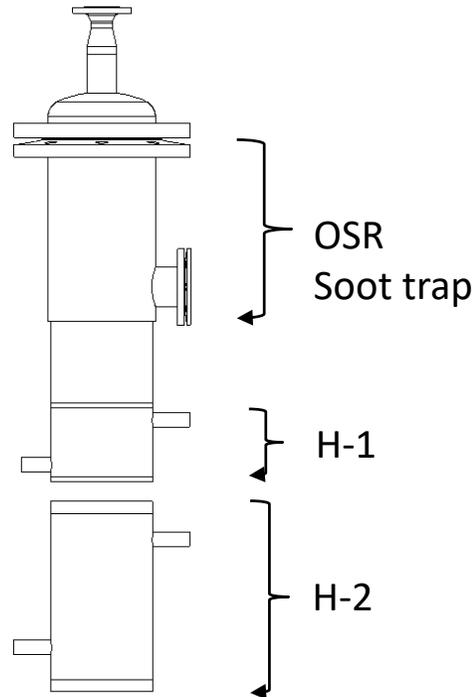


Dauerversuch mit Ni-basiertem Katalysator
(GHSV = 11.000/h; S/C = 3,0; O/C = 0,7; O/N = 19; T = 784 °C)

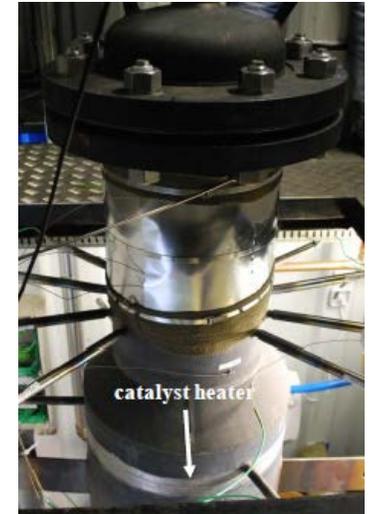
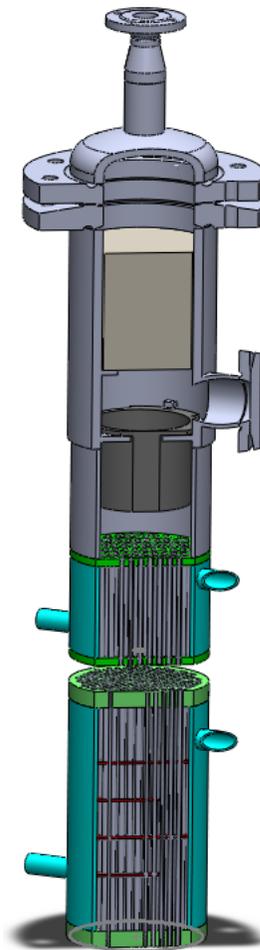
- OSR-Reaktor und 2-stufige Wasser-Gas-Shift
- Ermittlung der notwendigen Verweilzeit essenziell für Reaktorauslegung



ATR-Reaktor aus Vorgängerprojekt



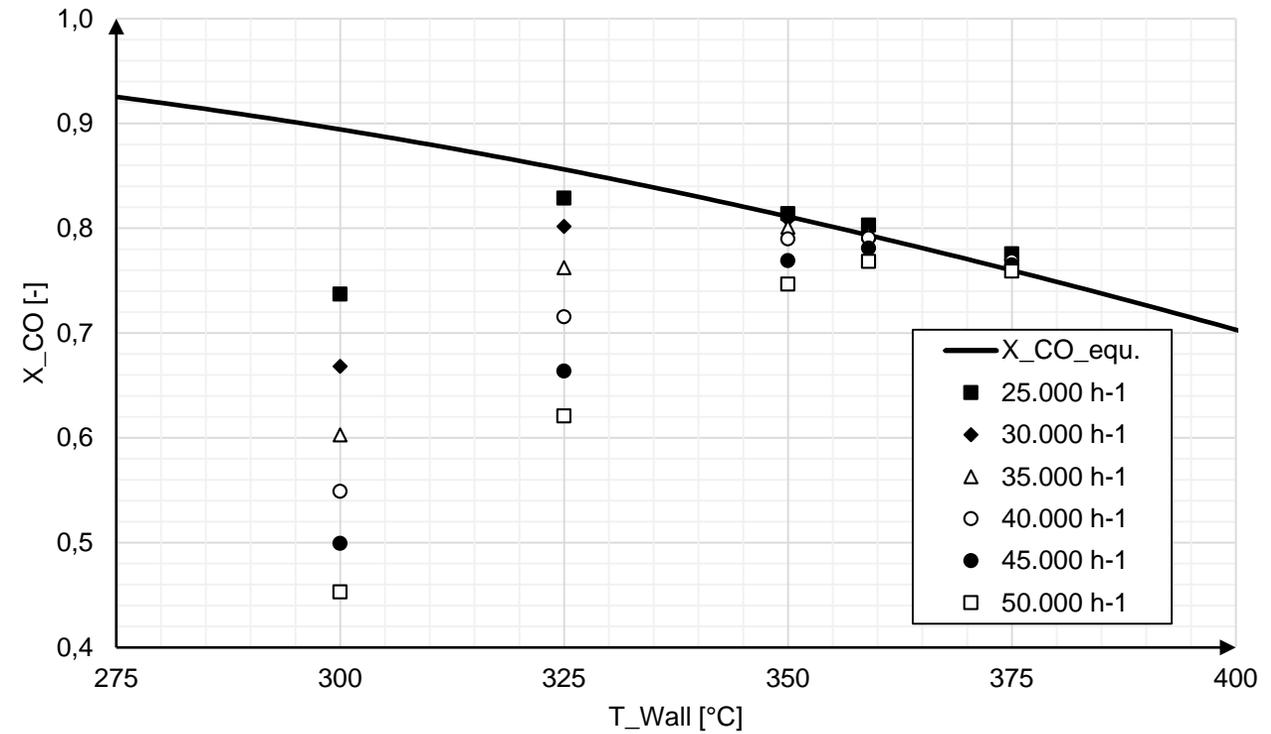
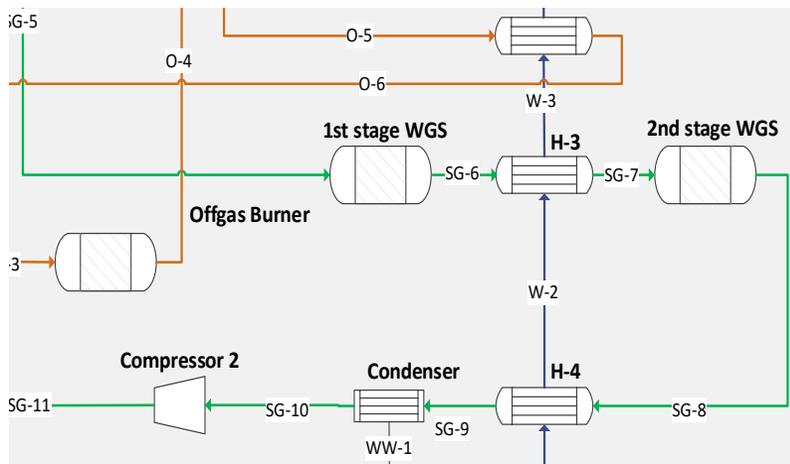
OSR-Reaktor-Konzept BioRoburPLUS



Katalysatorscreening im Vorfeld der Auslegung für Wasser-Gas-Shift-Reaktor

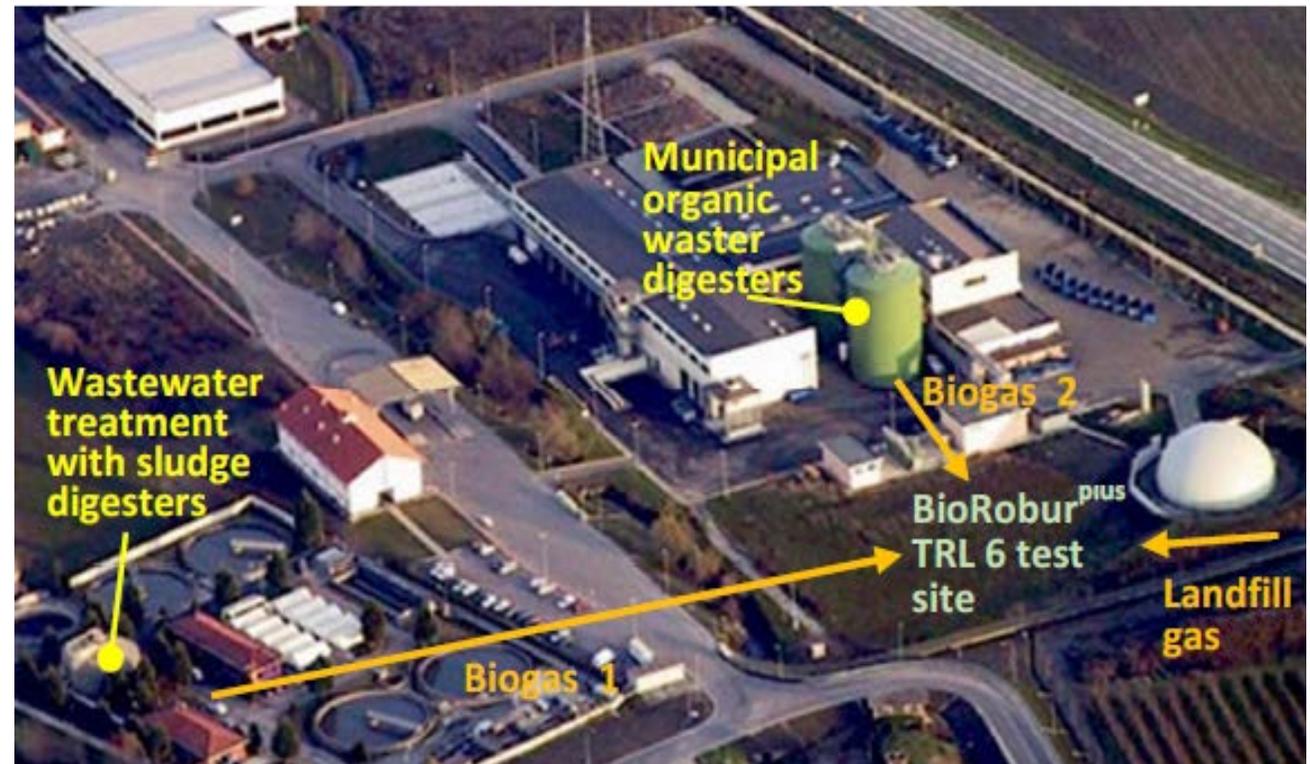


- Erhöhung der Wasserstoffausbeute
- 2-stufiges System
- Nutzung der Reaktionswärme zur Prozessdampfbereitstellung



Test Wasser-Gas-Shift-Katalysator, Bestimmung der notwendigen Verweilzeit in Abhängigkeit von der Reaktionstemperatur

- Konzeptdesign der katalytischen Zonen OSR und WGS abgeschlossen
- Untersuchung der konventionellen Katalysatoren abgeschlossen
- Untersuchung der innovativen Katalysatorstrukturen fortlaufend
- Fertigung Reaktoren, Wärmeübertrager PSA, etc bis 12/2018
- Aufbau Gesamtanlage bis 06/2019 bei Projektpartner ACEA Pinerolese Industriale Spa in Italien
- Geplante Inbetriebnahme 01/2020



Vorgesehener Anlagenstandort der BioRoburPLUS-Anlage bei Projektpartner ACEA Pinerolese Industriale Spa in Italien

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Ihr Ansprechpartner

Dr. Stephan Anger

Teamleiter

H₂-Verfahrenstechnik

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
Karl-Heine-Straße 109/111
D-04229 Leipzig

DBI - Gastecnologisches Institut gGmbH Freiberg
Halsbrücker Straße 34
D-09599 Freiberg

Tel.: (+49) 341 2457-346
Fax: (+49) 341 2457-136
E-Mail: stephan.anger@dbi-gruppe.de
Web: www.dbi-gruppe.de

