



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna | Austria



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE

Überblickspräsentation über Forschungsergebnisse und Aktivitäten zur Produktion nachhaltiger brennstoffbasierter Energieträger

F. Benedikt, A. Bartik, V. Gubin, H. Hofbauer, S. Müller

(Kontakt: ipe@tuwien.ac.at)

TU Wien: Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften

12. Österreichisches IEA-Wirbelschichttreffen
St. Veit an der Glan, 09.09.2022

„Zukunftsfähige und nachhaltige technische Lösungen für Menschen innerhalb eines intakten Lebensraums“

Gestaltung eines nachhaltigen brennstoffbasierten Energiesystems der Zukunft mittels

- **Prüfung** und **Analyse**
- **Modellierung**
- **Experimenteller** Untersuchung und **Validierung**
- Skalierung durch moderne **digitale Methoden**

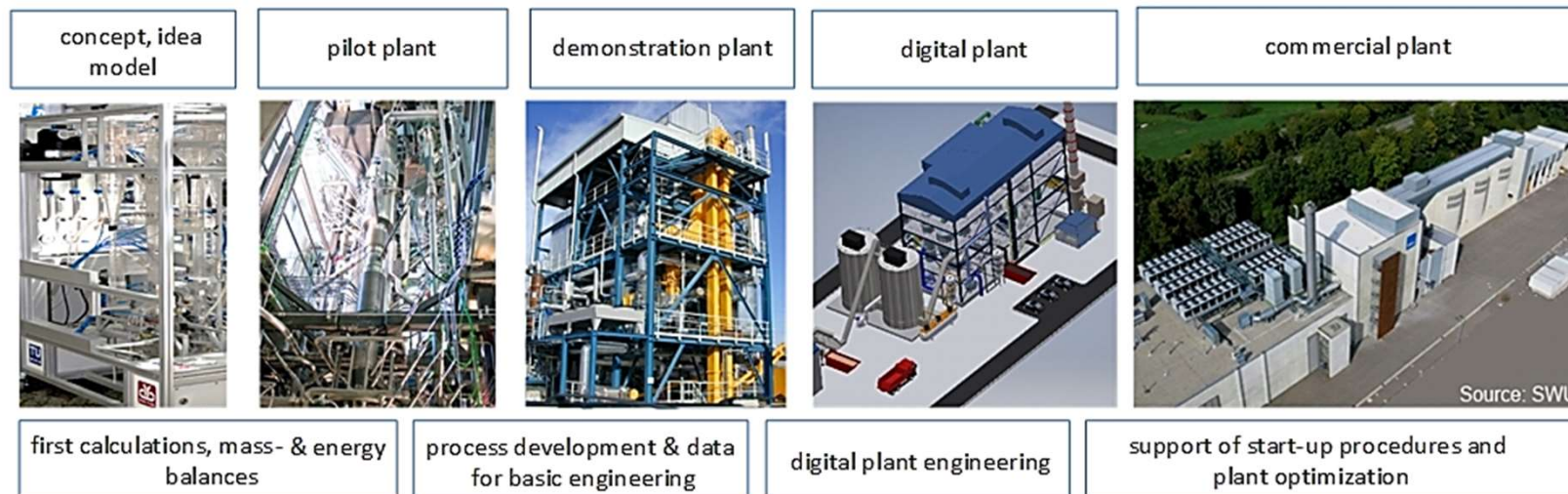
Staatlich akkreditiertes und notifiziertes
Prüflabor für Feuerungsanlagen



Industrieanlagendesign und
Anwendung digitaler Methoden

Begleitende Methodik in der Forschungsgruppe „Industrieanlagendesign und Anwendung digitaler Methoden“

TECHNOLOGY DEVELOPMENT PHASE



SUPPORTED BY MODELING OF



Umwandlung von biogenen, kommunalen und industriellen Roh- und Reststoffen



Waldhackgut



**Landwirtschaftliche
Reststoffe**



**Industrielle
Reststoffe**



**Urbane
Reststoffe**



Klärschlamm



**CO₂ aus industriellen
Prozessen**



H₂O



Wärme



Strom



Biotreibstoffe



**Synthetisches
Erdgas**



Wasserstoff



Grundchemikalien



**Pflanzen
dünger**

in hochreine Energieträger und wertvolle Produkte

[Pictures licensed from Fotolia, Adobe Stock; Free Media from Canva.com]

- Flexibilität im DFB Prozess



- Produktion von SNG

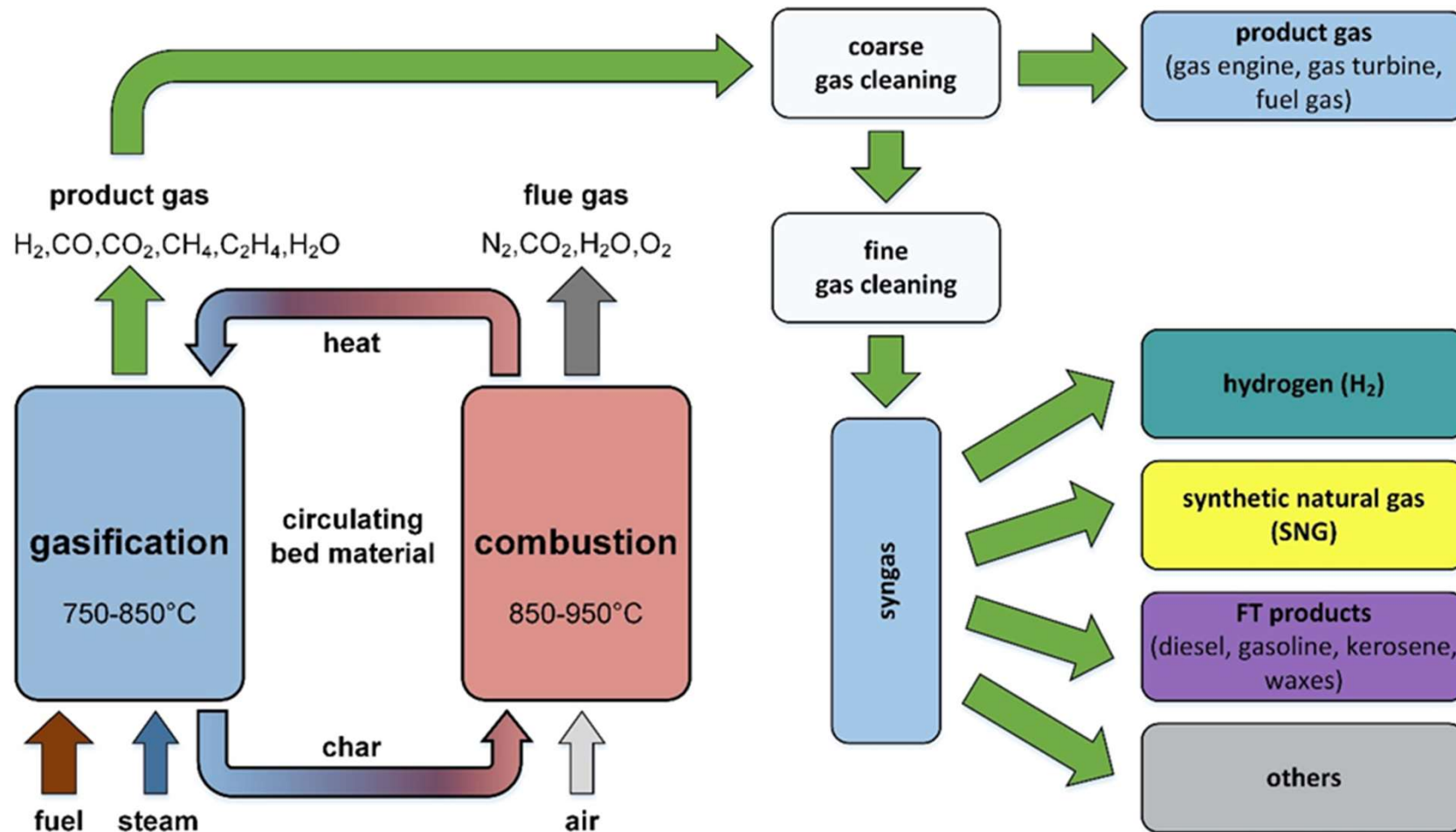


- Produktion von Wasserstoff



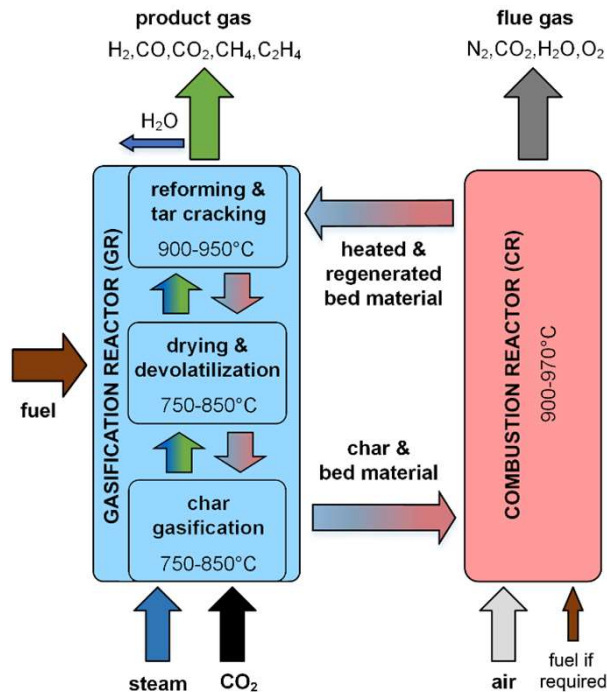
[Pictures licensed from Fotolia, Adobe Stock; Free Media from Canva.com]

Zweibett-Wirbelschicht-Dampfgaserzeugung engl. „Dual Fluidized Bed“ (DFB) Steam Gasification

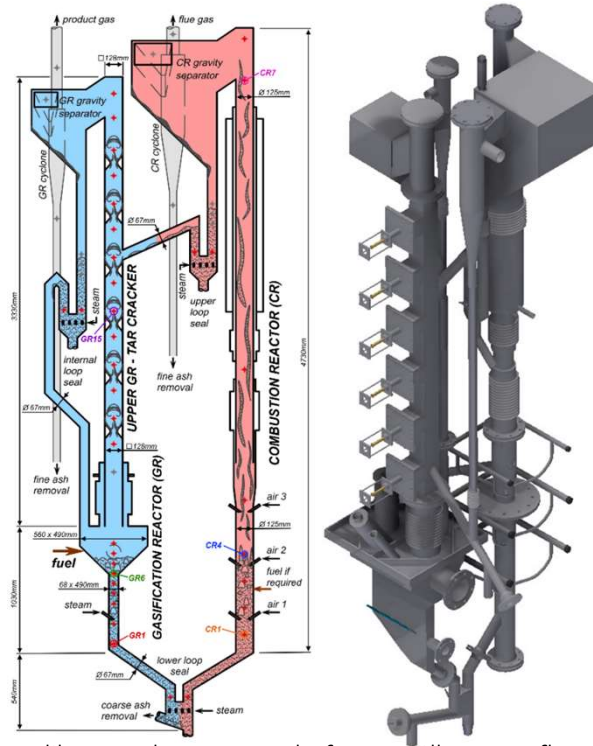


Dual fluidized bed 100 kW_{th} steam/CO₂ gasification

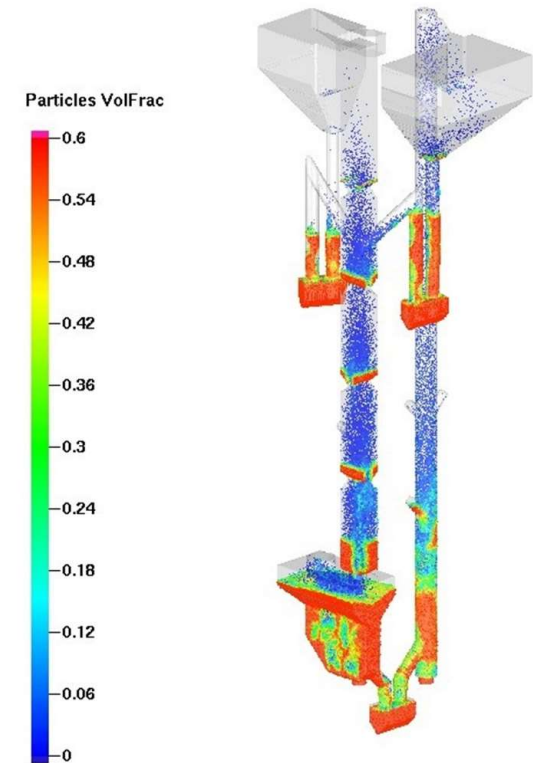
Basic principle



Sketch & 3D model



CFD model



J. C. Schmid, F. Benedikt, J. Fuchs, A. Mauerhofer, S. Müller, H. Hofbauer, 2021

„Syngas for biorefineries from thermochemical gasification of lignocellulosic fuels and residues—5 years’ experience with an advanced dual fluidized bed gasifier design“.

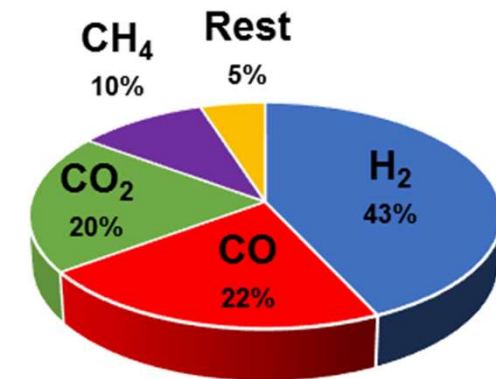
Biomass Conv. Bioref. 11, 2405–2442 (2021)

Infrastruktur 100 kW DFB Pilotanlage



$\triangleq$ 20 kg/h Holzpellets
Tagesbetrieb für Brennstofftests

Produktgas- komponenten



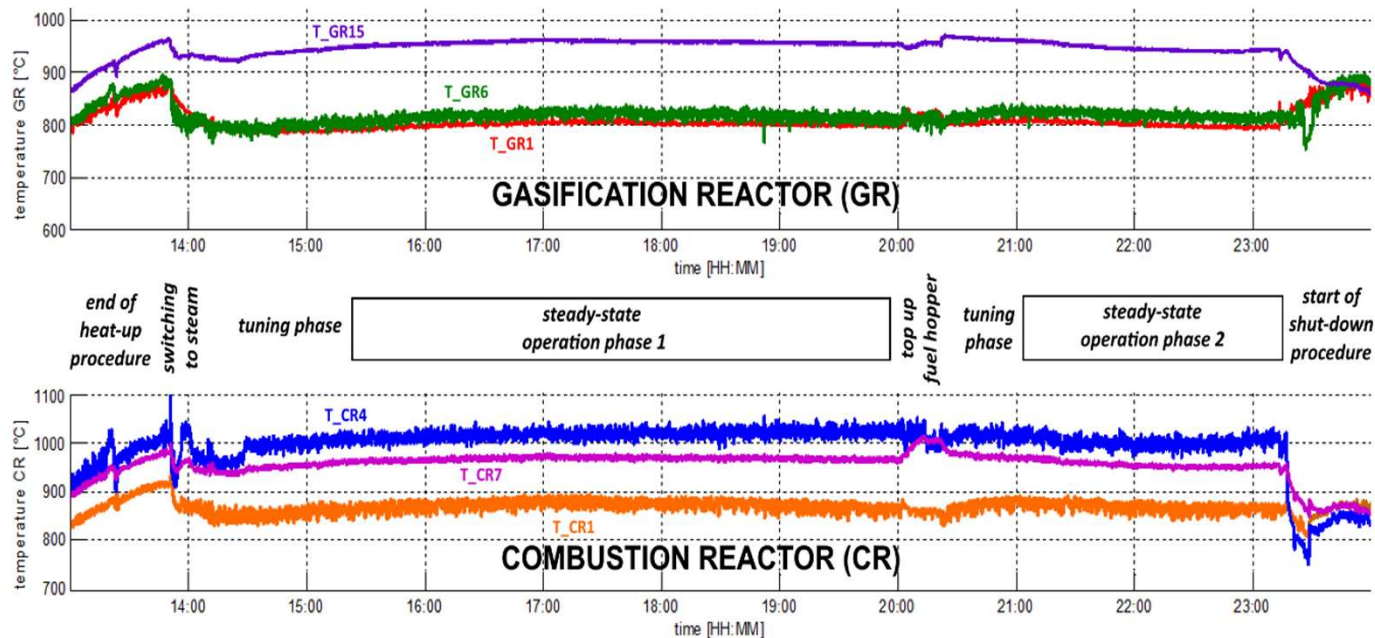
J. C. Schmid, F. Benedikt, J. Fuchs, A. Mauerhofer, S. Müller, H. Hofbauer, 2021

„Syngas for biorefineries from thermochemical gasification of lignocellulosic fuels and residues—5 years' experience with an advanced dual fluidized bed gasifier design“.

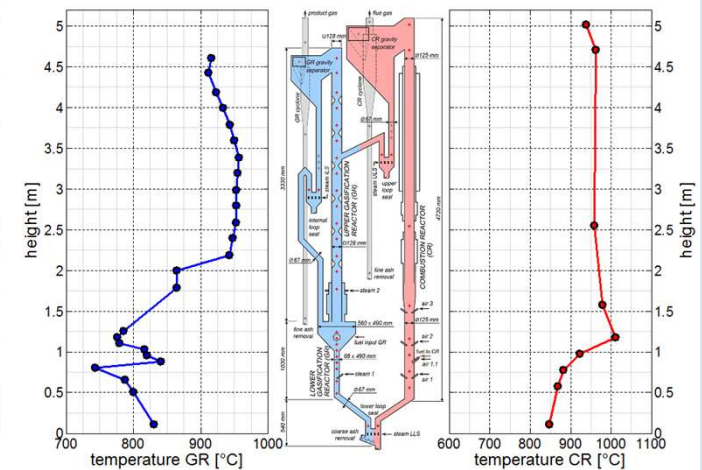
Biomass Conv. Bioref. 11, 2405–2442 (2021)

Typical steady-state operation

Temporal course of temperatures



Temperature profiles of
GR & CR



J. C. Schmid, F. Benedikt, J. Fuchs, A. Mauerhofer, S. Müller, H. Hofbauer, 2021

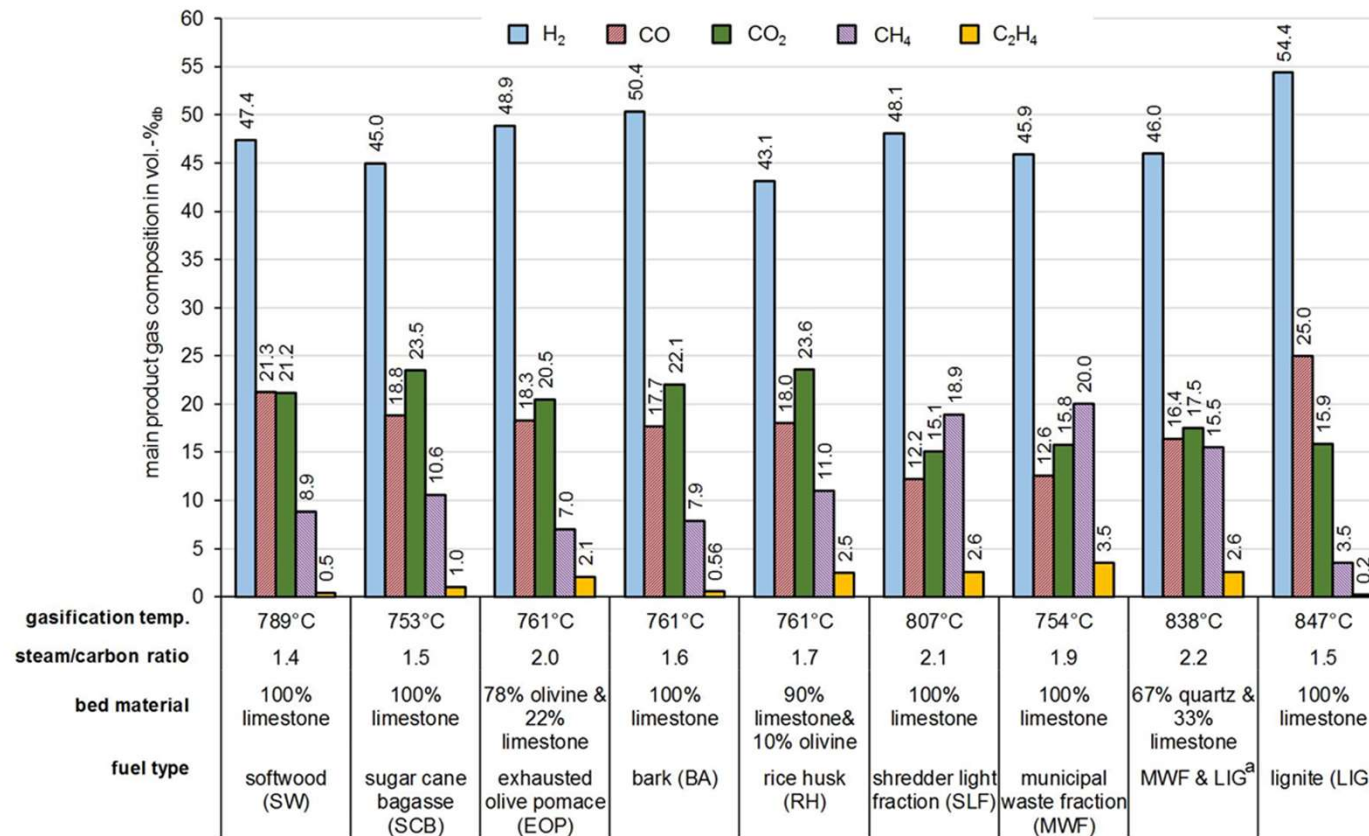
„Syngas for biorefineries from thermochemical gasification of lignocellulosic fuels and residues—5 years’ experience with an advanced dual fluidized bed gasifier design“.

Biomass Conv. Bioref. 11, 2405–2442 (2021)

Gasification of different fuels at TU Wien

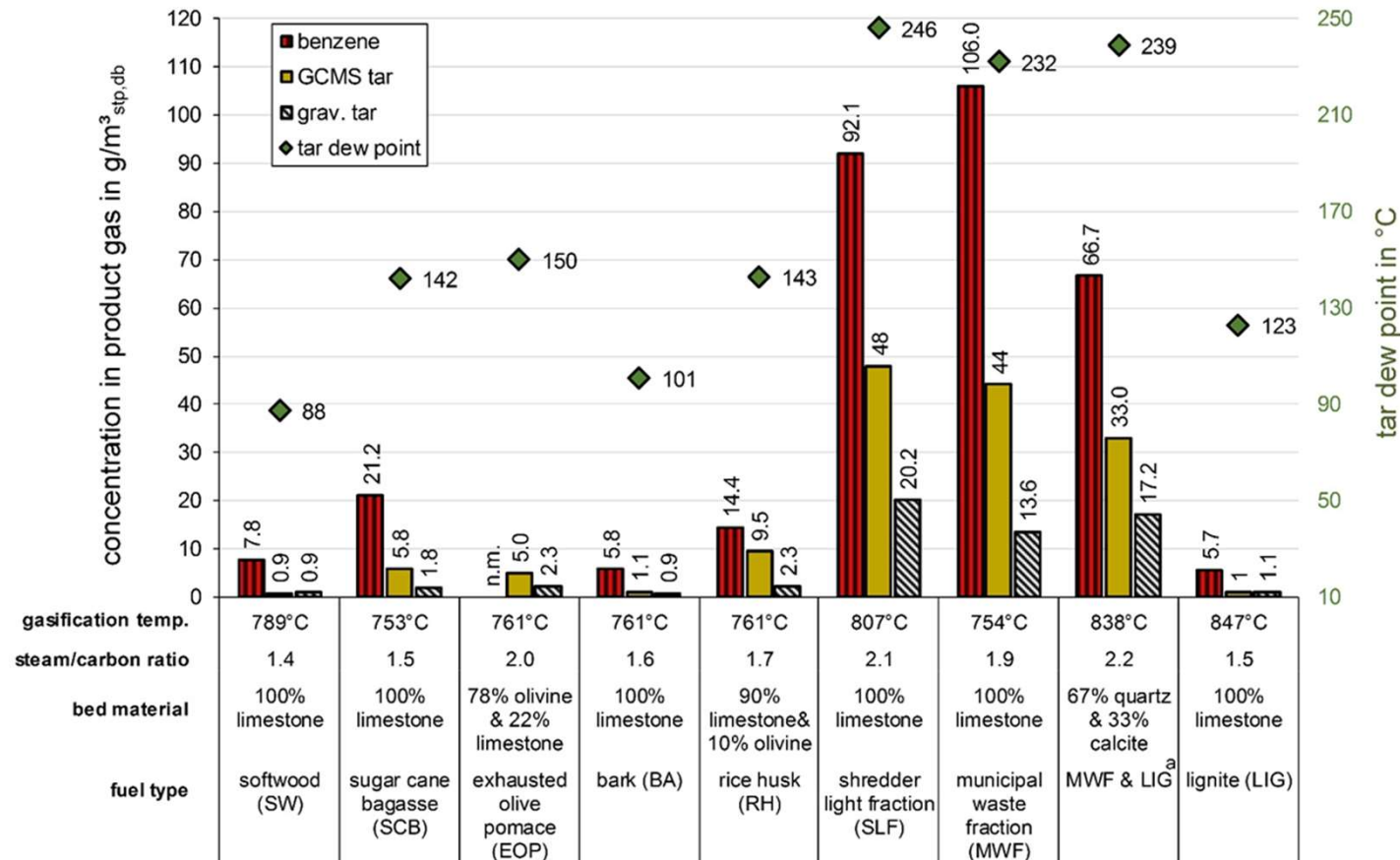


Benedikt, F., Schmid, J.C., Fuchs, J., Mauerhofer, A., Müller, S., Hofbauer, H., 2018, "Fuel Flexible Gasification with an Advanced 100 kW Dual Fluidized Bed Steam Gasification Pilot Plant", Energy, Vol.164, pp. 329-343



a: 75% municipal waste fraction and 25% lignite based on lower heating value

Benedikt, F., Schmid, J.C., Fuchs, J., Mauerhofer, A., Müller, S., Hofbauer, H., 2018, "Fuel Flexible Gasification with an Advanced 100 kW Dual Fluidized Bed Steam Gasification Pilot Plant", Energy, Vol.164, pp. 329-343

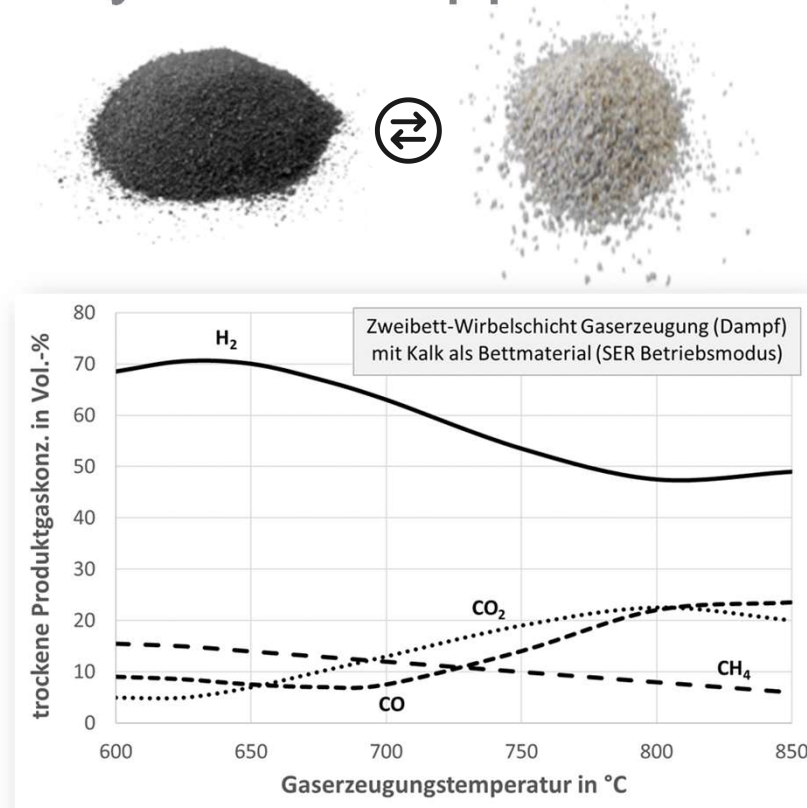
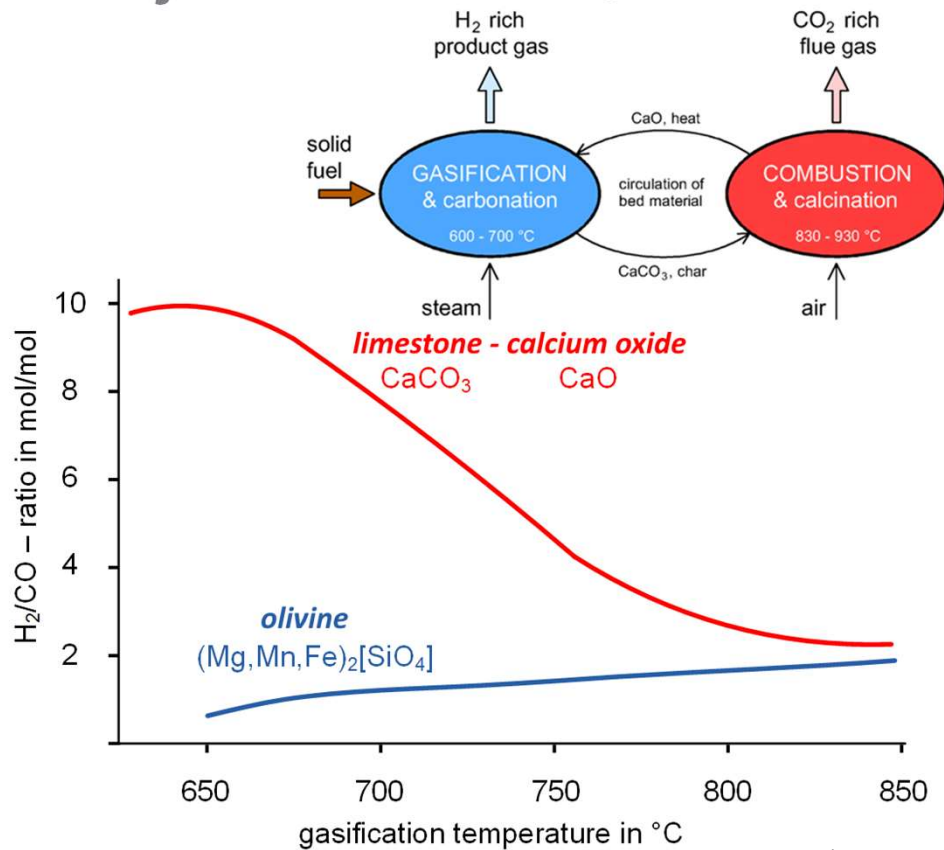


a: 75% municipal waste fraction and 25% lignite based on lower heating value

Benedikt, F., Schmid, J.C., Fuchs, J., Mauerhofer, A., Müller, S., Hofbauer, H., 2018, "Fuel Flexible Gasification with an Advanced 100 kW Dual Fluidized Bed Steam Gasification Pilot Plant", Energy, Vol.164, pp. 329-343

Flexibilität Produktgaszusammensetzung

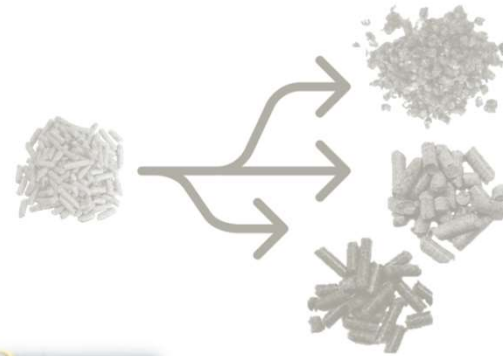
Adjustment of H₂/CO ratio for synthesis application



J. Fuchs, J. C. Schmid, S. Müller, H. Hofbauer, 2019

„Dual fluidized bed gasification of biomass with selective carbon dioxide removal and limestone as bed material: A review“
Renewable and Sustainable EnergyReviews, Volume 107,, Pages 212-231

- Flexibilität im DFB Prozess



- Produktion von SNG

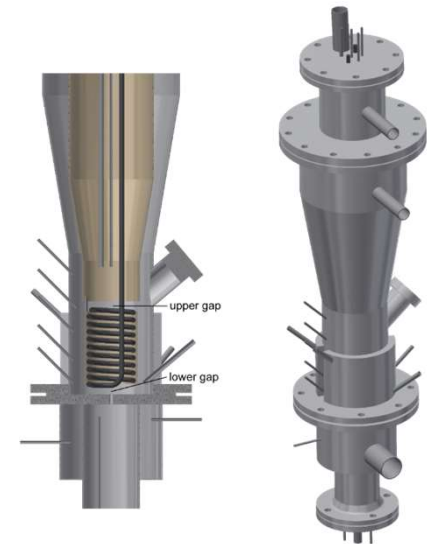
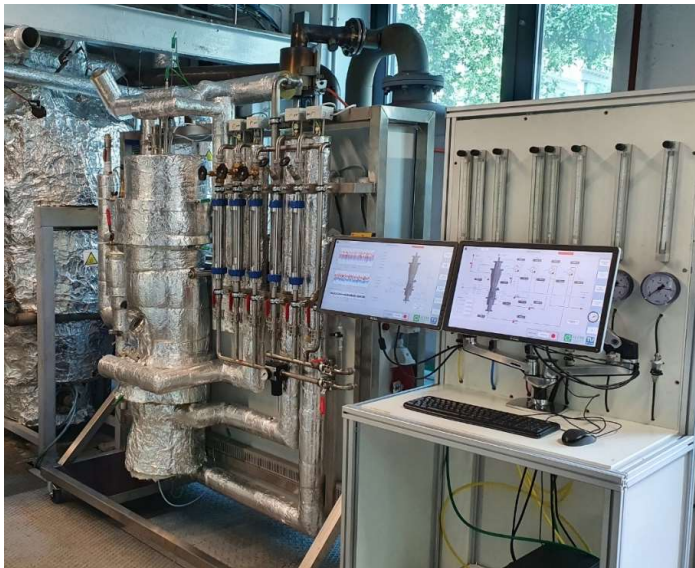
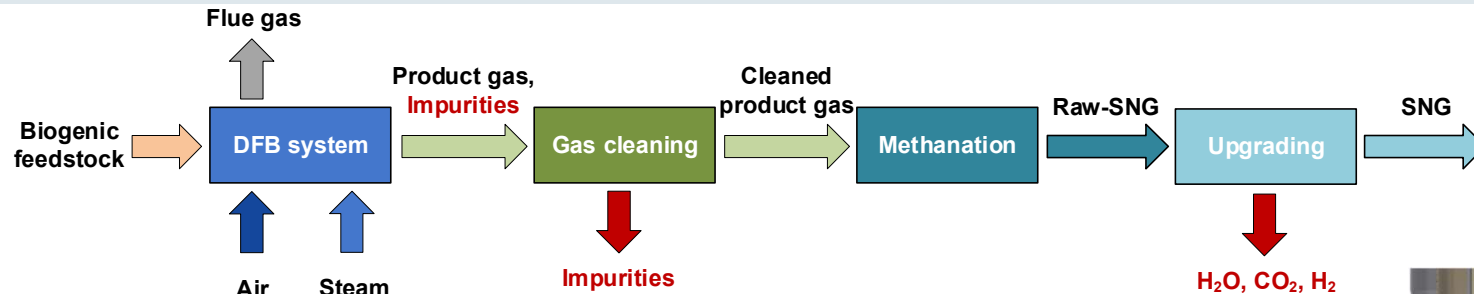


- Produktion von Wasserstoff



[Pictures licensed from Fotolia, Adobe Stock; Free Media from Canva.com]

Brennstoffbasiertes nachhaltiges SNG



➤ Prozesskette zur Erzeugung von SNG aus Produktgas mittels Wirbelschichtmethanierung

A. Bartik, F. Benedikt, S. Müller, M. Gattringer, J. C. Schmid, H. Hofbauer, 2021

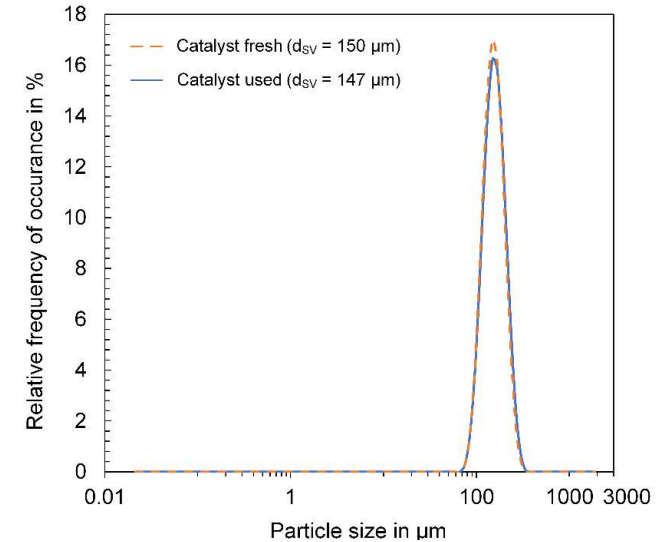
„Gase aus regenerativen Reststoffquellen für die Industrie“ Energieforschungsprogramm Klima- und Energiefonds, Projektkurztitel: ReGas4Industry, publizierbarer Endbericht

Katalysator Wirbelschicht-Methanierung

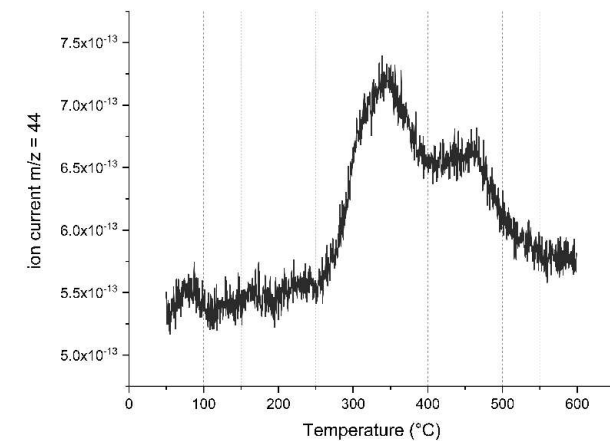
Catalyst

- 20 wt.-% NiO/Al₂O₃ with 2 wt.-% MgO through impregnation

Parameter	Unit	Value
d_{SV}	μm	150
ρ_b	kg/m^3	900
Amount	g_{cat}	1600
BET	m^2/g	142
Ni particle size	nm	37
Ni surface area	m^2/g	2.7



Mechanical stability after ~200h



Chemical stability after ~100h

A. Bartik, J. Fuchs, G. Pacholik, K. Föttinger, H. Hofbauer, S. Müller, F. Benedikt, 2022
 „Experimental investigation on the methanation of hydrogen-rich syngas in a bubbling fluidized bed reactor utilizing an optimized catalyst“,
 Fuel Processing Technology, Volume 237

Brennstoffbasierte Produktion von SNG

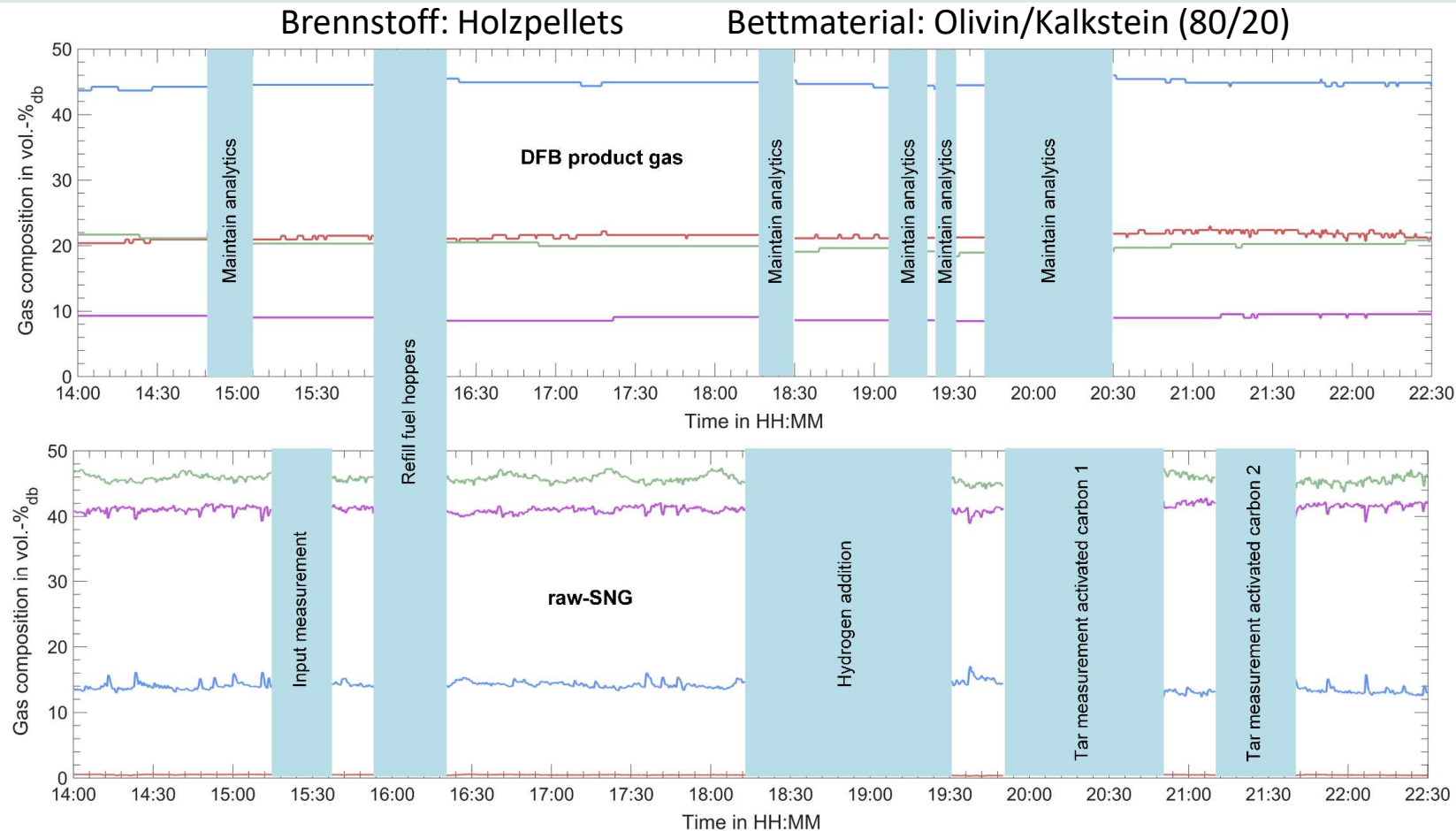


09. September 2022

12. Österreichisches IEA-Wirbelschichttreffen 2022

F. Benedikt

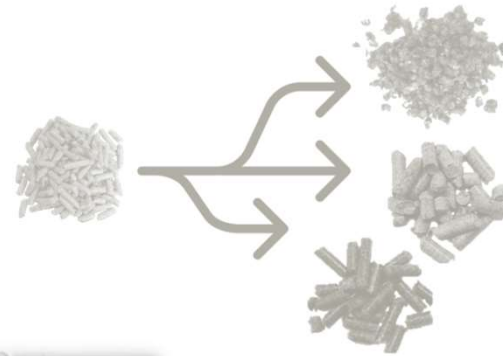
Brennstoffbasiertes nachhaltiges SNG



A. Bartik, F. Benedikt, S. Müller, M. Gattringer, J. C. Schmid, H. Hofbauer, 2021

„Gase aus regenerativen Reststoffquellen für die Industrie“ Energieforschungsprogramm Klima- und Energiefonds, Projektkurztitel: ReGas4Industry, publizierbarer Endbericht

- Flexibilität im DFB Prozess



- Produktion von SNG

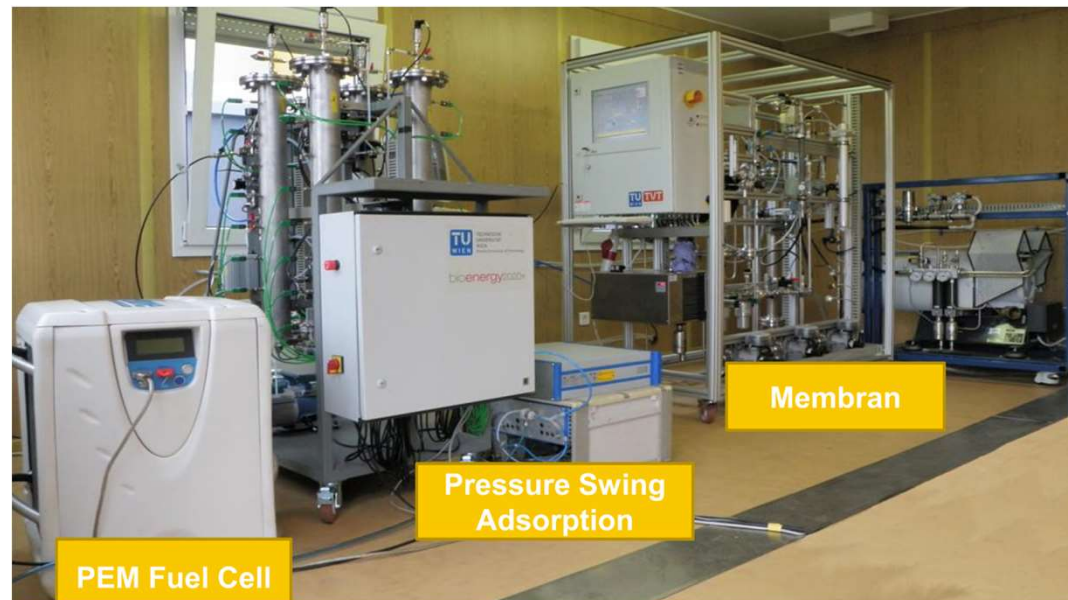


- Produktion von Wasserstoff



[Pictures licensed from Fotolia, Adobe Stock; Free Media from Canva.com]

H₂-Erzeugung am Standort Oberwart 2014

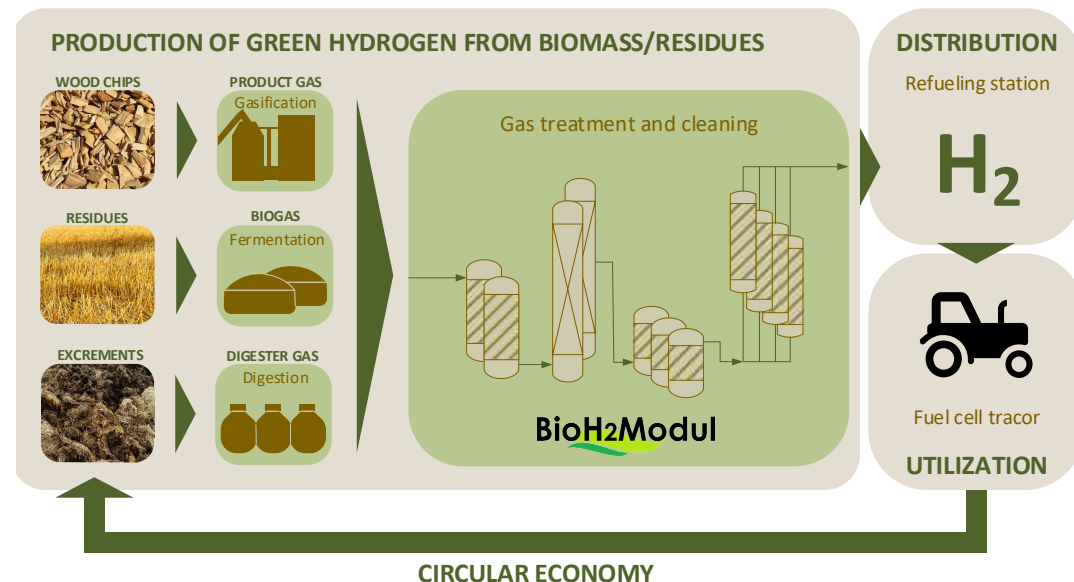


➤ Prozesskette zur Anreicherung und Aufreinigung von H₂ aus brennstoffbasierten Quellen in Brennstoffzellenqualität

S. Fail, N. Diaz, F. Benedikt, M. Kraussler, J. Hinteregger, K. Bosch, M. Hackel, R. Rauch, H. Hofbauer, 2014
 „Wood Gas Processing To Generate Pure Hydrogen Suitable for PEM Fuel Cells”
 ACS Sustainable Chem. Eng. 2, 12, 2690–2698

Leuchtturmprojekt FCTRAC

- Production of **sustainable hydrogen** by **purifying product gas** from gasification of wood chips and utilization of the hydrogen produced in a **fuel cell tractor**.
- **Targets:**
 - Demonstration of an entire zero-emission value chain in the agricultural sector
 - Development of a stand-alone solution for decentralized hydrogen production based on biomass



Source and further information:

<https://www.klimafonds.gv.at/dossier/wasserstoff-dossier/projekte/fctrac/>

Flexibilität im DFB Prozess

- Verschiedene Einsatzstoffe sind für den Einsatz zur thermo-chemischen Umwandlung in der DFB Dampfgaserzeugung getestet und im Pilotmaßstab geeignet
 - ➔ Langzeitverhalten wird aktuell im 1 MW Demonstrationsmaßstab untersucht (Waste2Value, Forschungskompetenzzentrum BEST GmbH)
- Das Produktgas kann durch geeignete Betriebsparameter für die jeweilige Synthese optimal eingestellt werden (H_2/CO -Verhältnis)

Synthese von SNG, H_2 und weiteren Produkten

- Produktion von SNG und Wasserstoff sowie von weiteren Produkten auf Basis von nachhaltigen Einsatzstoffen möglich und Optimierungen weiterhin Gegenstand von Forschungsbemühungen



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna | Austria



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE

Überblickspräsentation über Forschungsergebnisse und Aktivitäten zur Produktion nachhaltiger brennstoffbasierter Energieträger

F. Benedikt, A. Bartik, V. Gubin, H. Hofbauer, S. Müller

(Kontakt: ipe@tuwien.ac.at)

TU Wien: Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften

12. Österreichisches IEA-Wirbelschichttreffen
St. Veit an der Glan, 09.09.2022