



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM

PROBIOLNG – INNOVATIVE PROZESSKETTE ZUR RESSOURCENEFFIZIENT EN ERZEUGUNG VON BIO-LNG

30.06.2023, Elena Holl



Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

GEFÖRDELT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

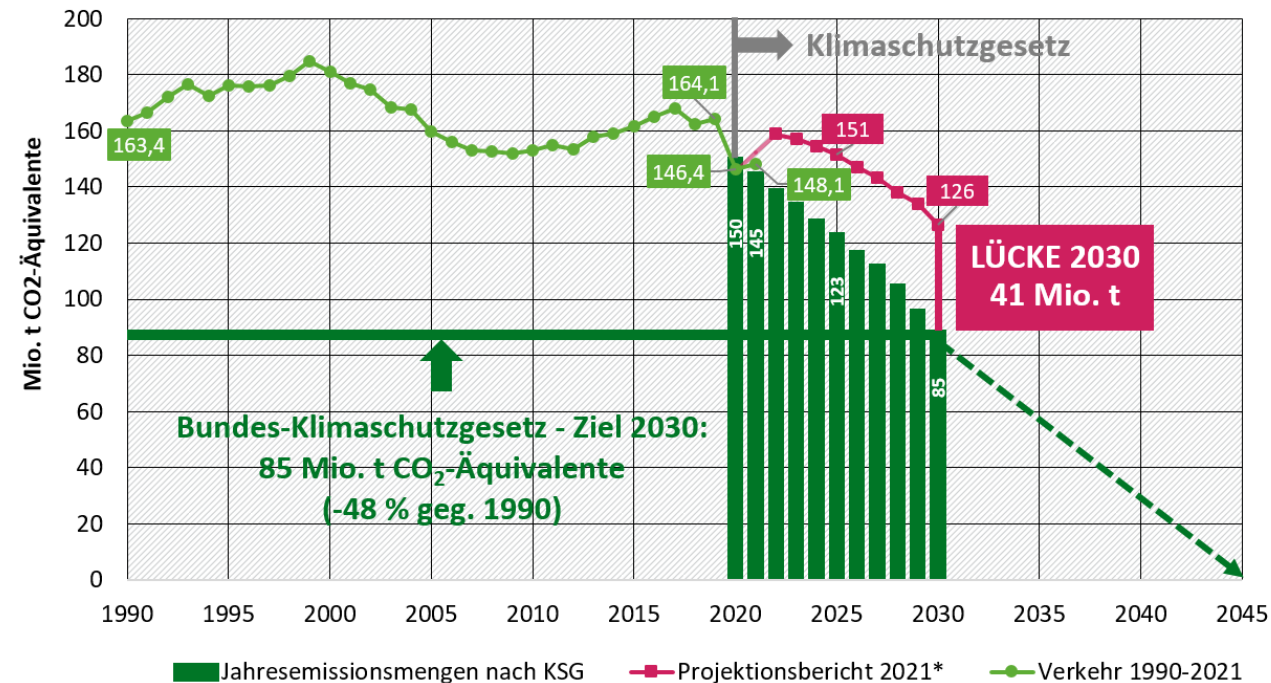


UNIVERSITÄT
HOHENHEIM



MOTIVATION

Entwicklung und Zielerreichung der Treibhausgasemissionen in Deutschland
im Sektor Verkehr des Klimaschutzgesetzes (KSG)

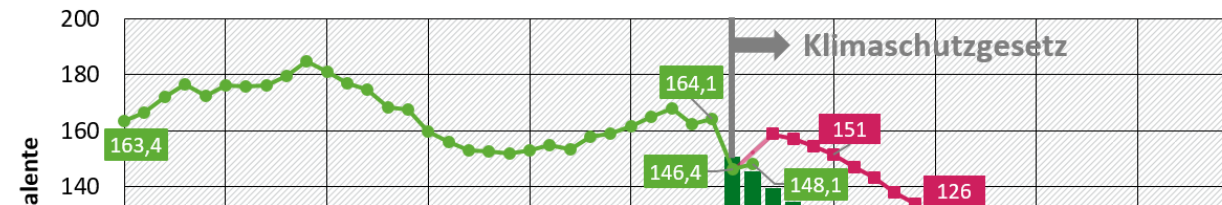


* Berechnete Werte des „Projektionsbericht 2021“ (rote Linie, basierend auf Daten mit Stand August 2020) weichen für die Jahre 2020 und 2021 von den später veröffentlichten offiziellen IST-Werten (grüne Linie) ab.

Quelle: UBA
22.03.2022

MOTIVATION

Entwicklung und Zielerreichung der Treibhausgasemissionen in Deutschland
im Sektor Verkehr des Klimaschutzgesetzes (KSG)

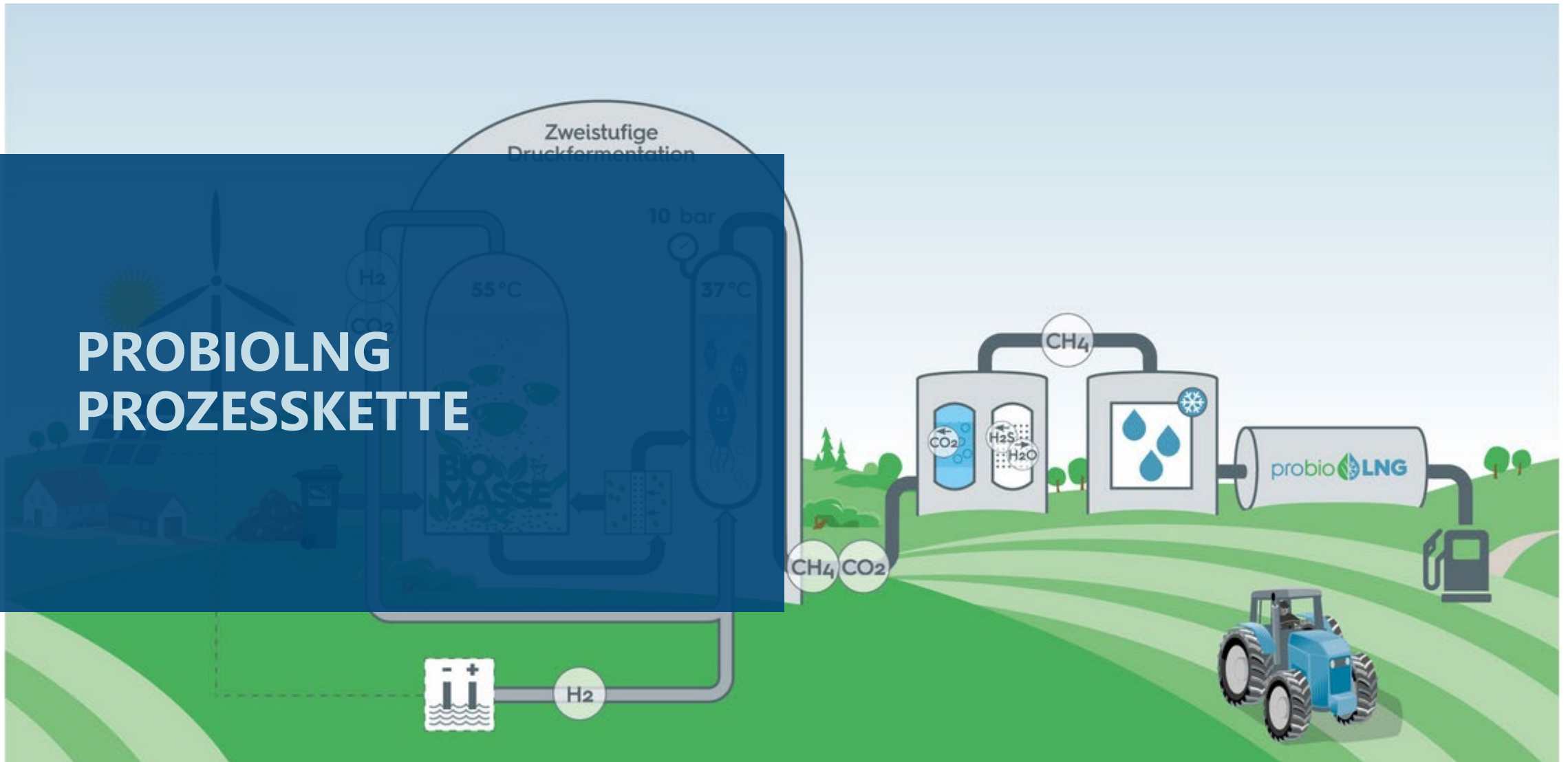


**Entwicklung einer innovativen und hocheffizienten Prozesskette
zur dezentralen Erzeugung von Bio-LNG**

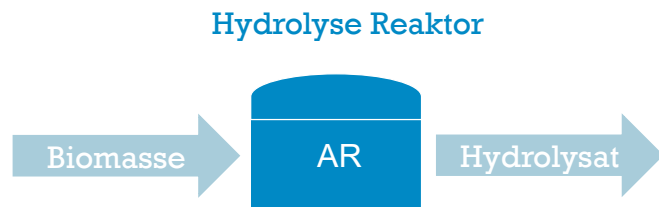
* Berechnete Werte des „Projektionsbericht 2021“ (rote Linie, basierend auf Daten mit Stand August 2020) weichen für die Jahre 2020 und 2021 von den später veröffentlichten offiziellen IST-Werten (grüne Linie) ab.

Quelle: UBA
22.03.2022

PROBIOLNG PROZESSKETTE



HYDROLYSE



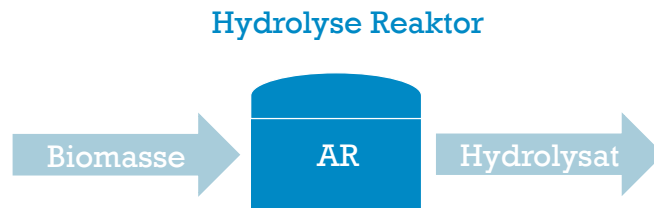
- Zersetzung der Biomasse in einem CSTR bei $T = 60\text{ °C}$, pH 5,75 und p_{atm}
- Einsatzstoffe: Flüssigmist und leicht vergärbare Biomasse (z.B. Zuckerrüben, Maissilage, u.ä.)

Parameters	pH 5.75	
	VW	G/M silage
	Hydrolysate	Hydrolysate
Acetic acid (g kg^{-1})	4.05 ± 1.32	3.25 ± 0.27
Propionic acid (g kg^{-1})	0.43 ± 0.06	0.62 ± 0.08
iso-Butyric acid (g kg^{-1})	0.01 ± 0.02	0.03 ± 0.02
n-Butyric acid (g kg^{-1})	1.72 ± 0.32	0.54 ± 0.06
iso-Valeric acid (g kg^{-1})	0.00 ± 0.01	0.03 ± 0.02
n-Valeric acid (g kg^{-1})	0.03 ± 0.04	0.05 ± 0.02
Caproic acid (g kg^{-1})	0.04 ± 0.07	0.00 ± 0.01
TC (g L^{-1})	8.30 ± 1.29	6.28 ± 0.59
TOC (g L^{-1})	8.20 ± 1.39	5.98 ± 0.36
IC (g L^{-1})	0.10 ± 0.16	0.31 ± 0.25
TN (g L^{-1})	1.30 ± 0.08	1.07 ± 0.06
COD (g L^{-1})	22.10 ± 2.40	15.03 ± 1.69

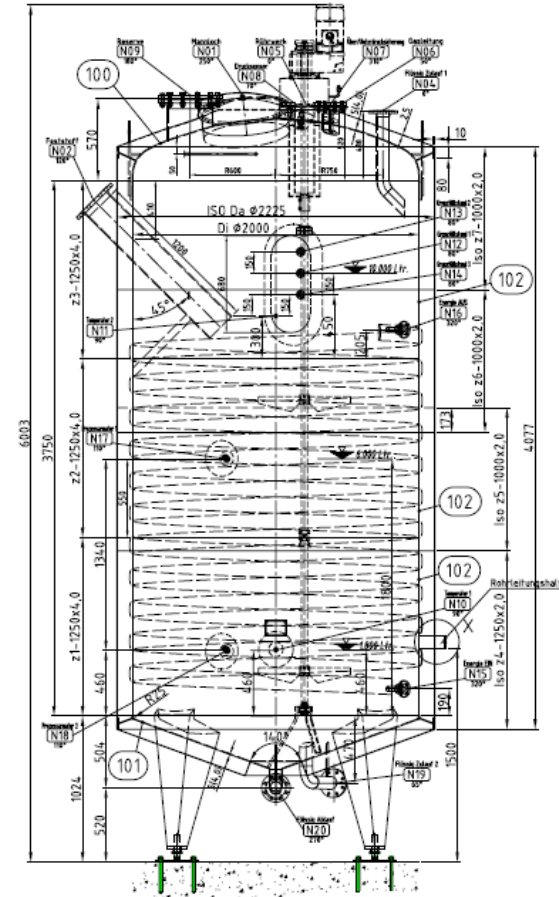
Hydrolysat – Zusammensetzung (Ravi et al., 2019)

VW vegetable waste (Marktabfälle)
 G/M Grass/Maize silage (Gras-/Maissilage)

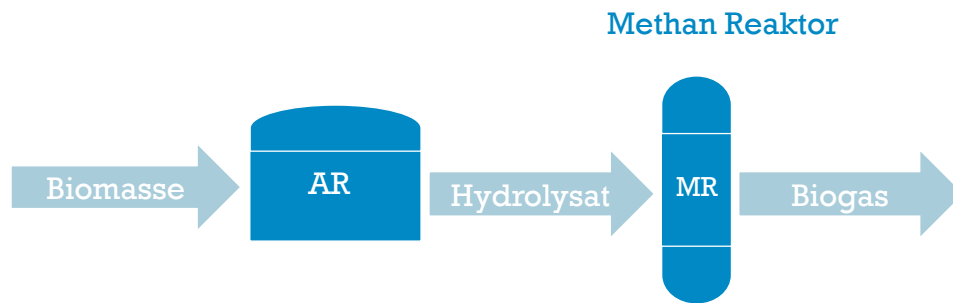
HYDROLYSE



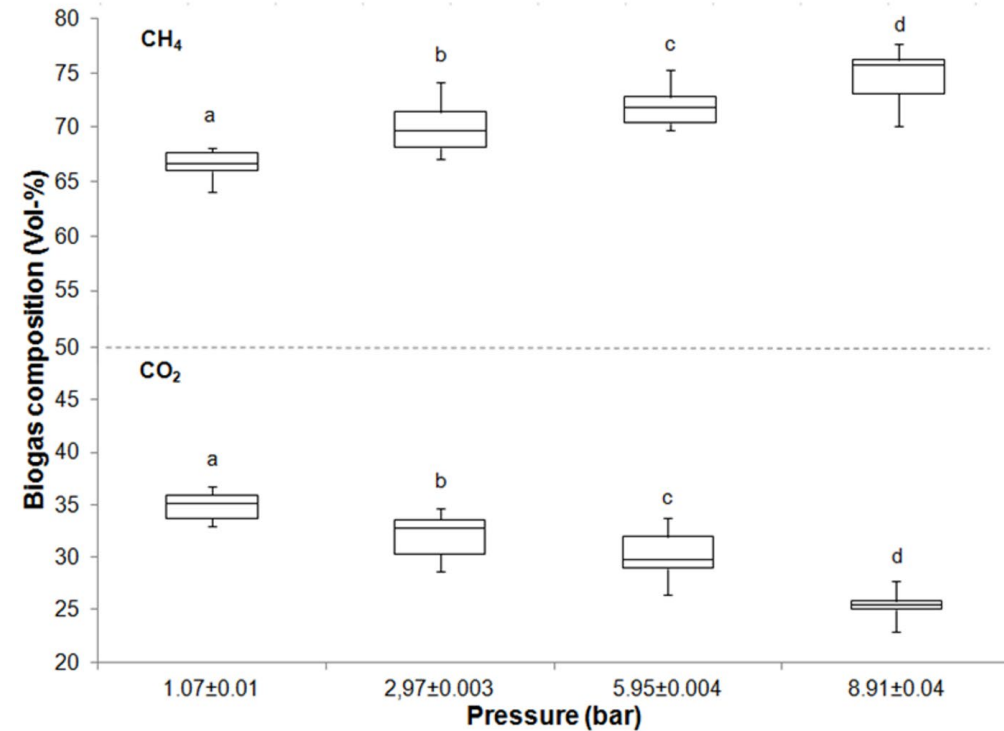
- 100 L im Labormaßstab
- 10 m³ Pilotanlage
- 70 % Flüssigmist, 30 % Zuckerrüben-Saft



METHAN REAKTOR

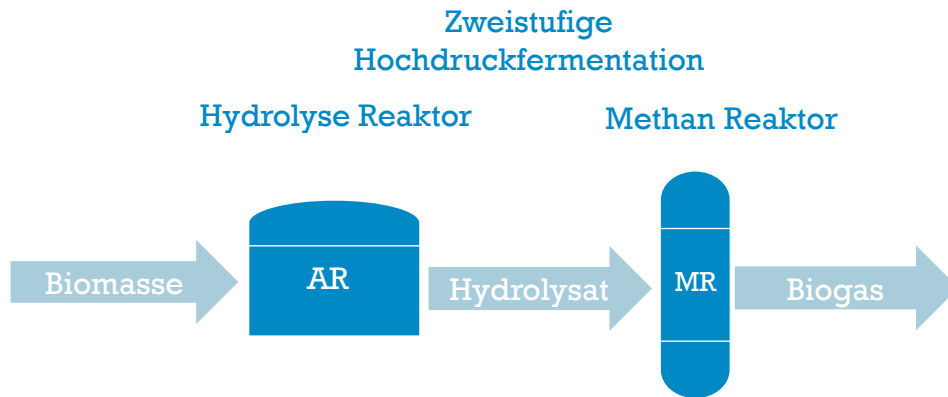


- Anaerobe Konversion der organischen Säuren in Methan und CO_2 bei $T = 37\text{ °C}$ und $p = 10\text{ bar}$ im Festbettreaktor

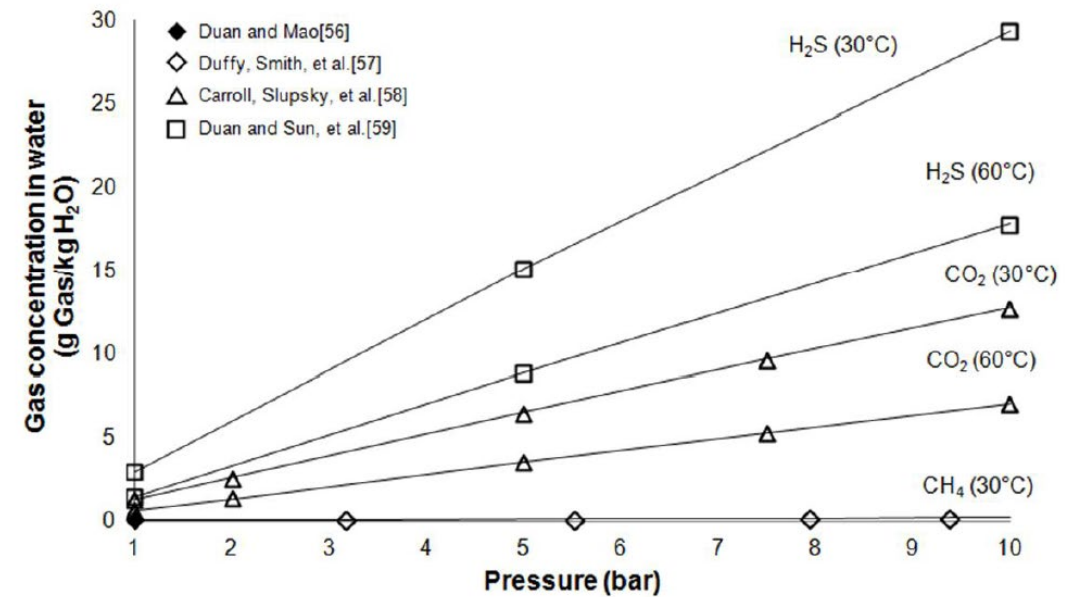


Zusammensetzung des Biogases nach dem Methanreaktor (Chen et al., 2014)

METHAN REAKTOR

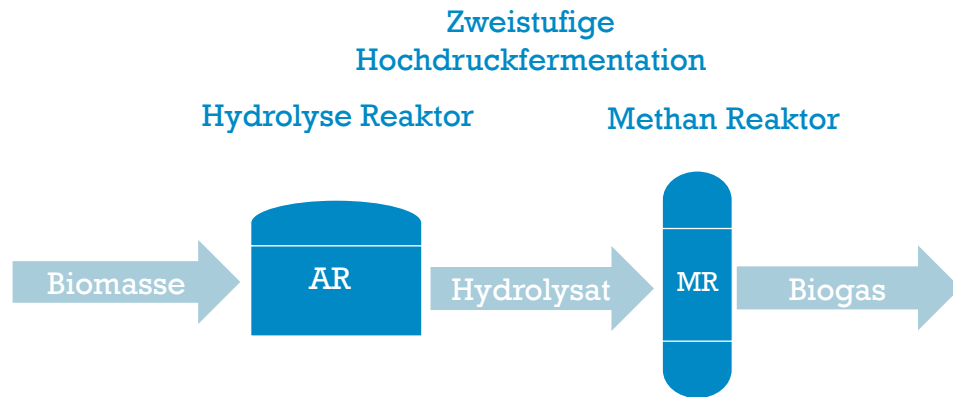


- CO_2 Abtrennung aufgrund der unterschiedlichen Löslichkeit von CH_4 und CO_2 in der Prozessflüssigkeit

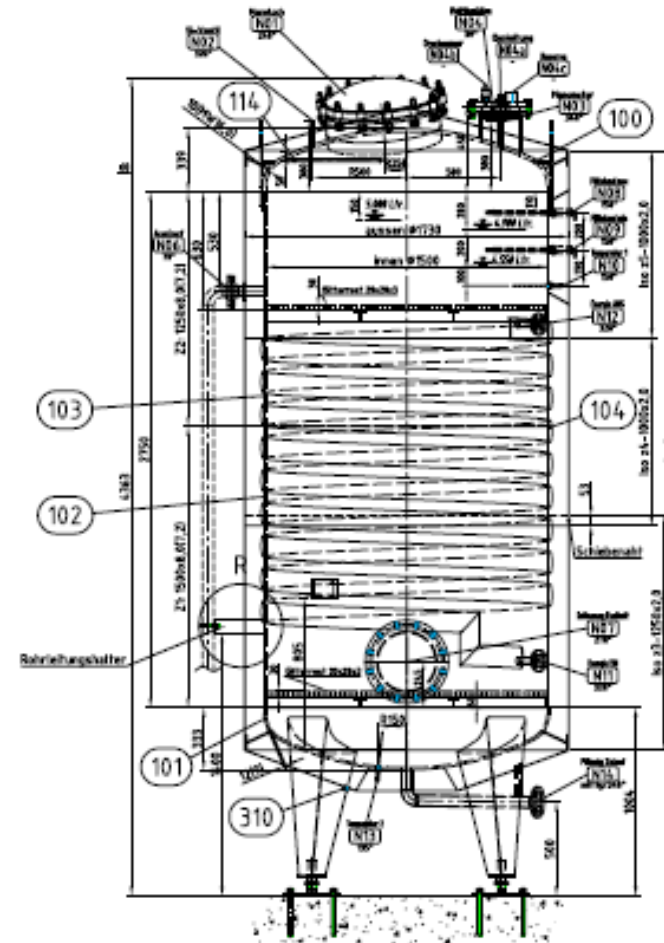


Löslichkeit unterschiedlicher Gase in Wasser (Chen et al., 2014)

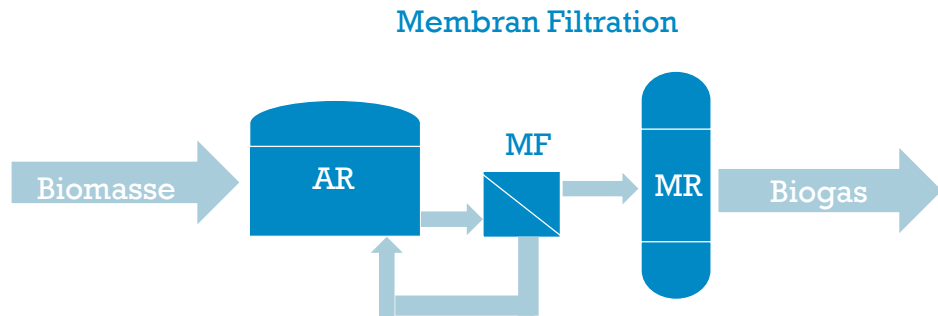
METHAN REAKTOR



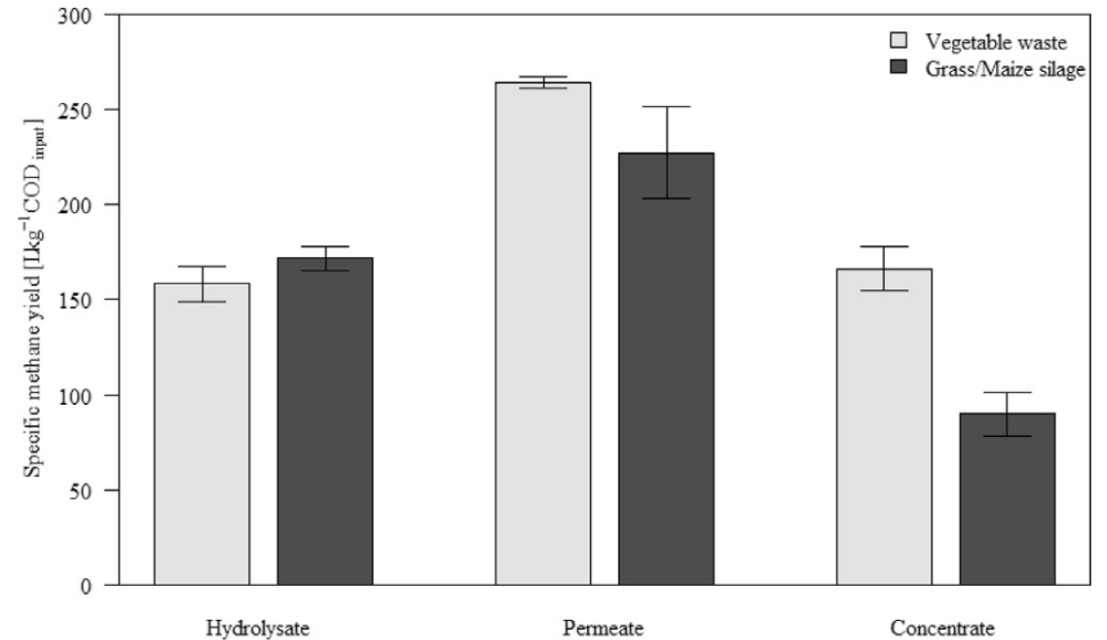
- 50 L Laborfermenter
- 5 m³ Pilotanlage



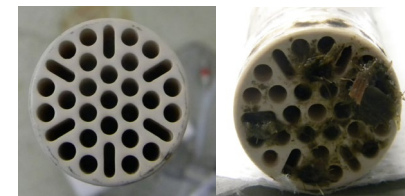
MEMBRAN FILTRATION



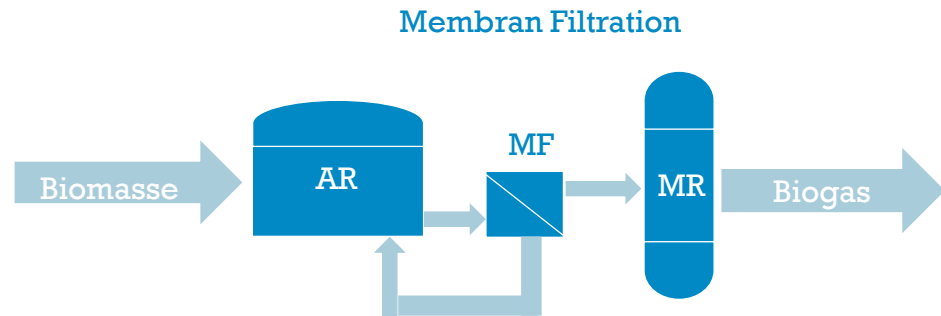
- Integration einer Membranfiltration mit Keramik-Membranen
 - Abtrennung und Rückführung nicht abgebauter Partikel in den AR



Spezifischer Methanertrag des Hydrolysats vor und nach der Membranfiltration (Ravi et al., 2019)



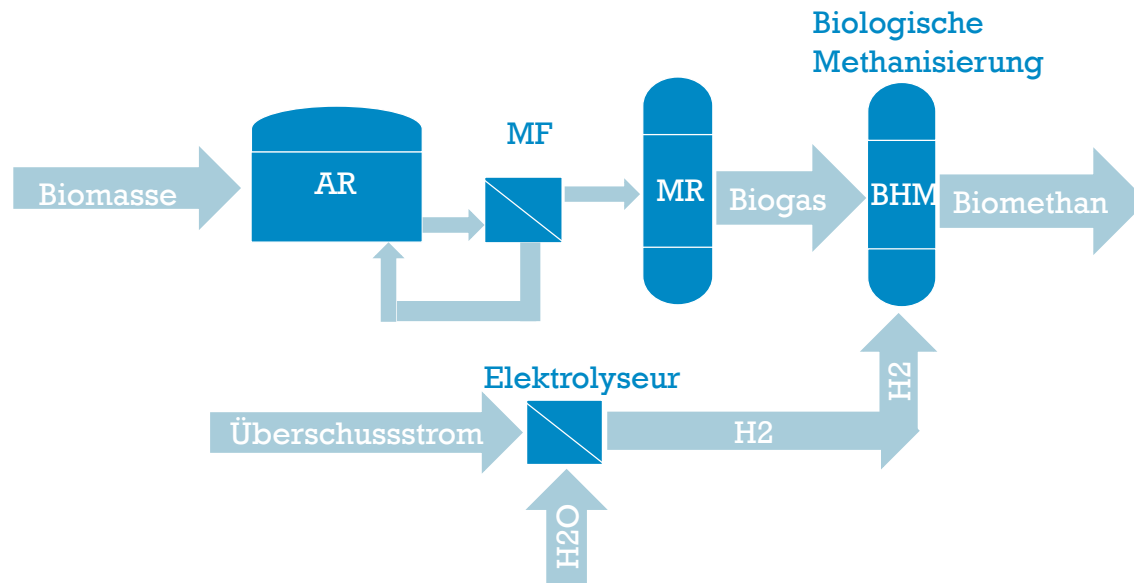
MEMBRAN FILTRATION



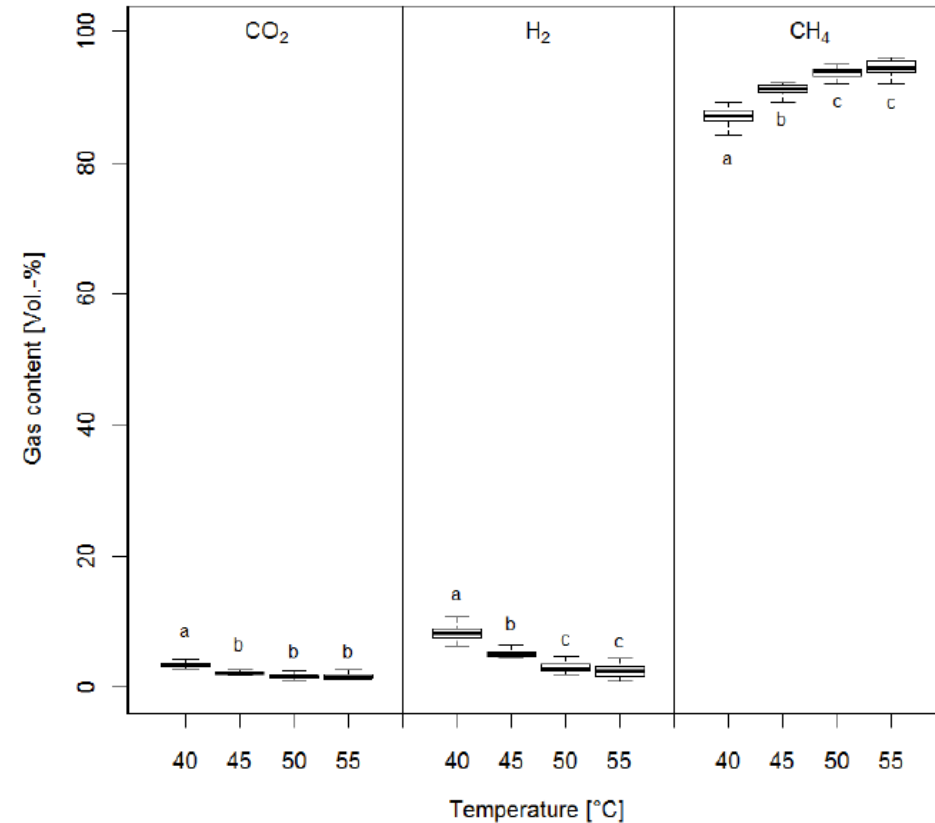
- Mechanische Vorfiltration mit Kantenspaltfilter (150 μm)
- 14 Keramikmembranen mit einem Porendurchmesser von 0,2 μm



BIOLOGISCHE WASSERSTOFF-METHANISIERUNG

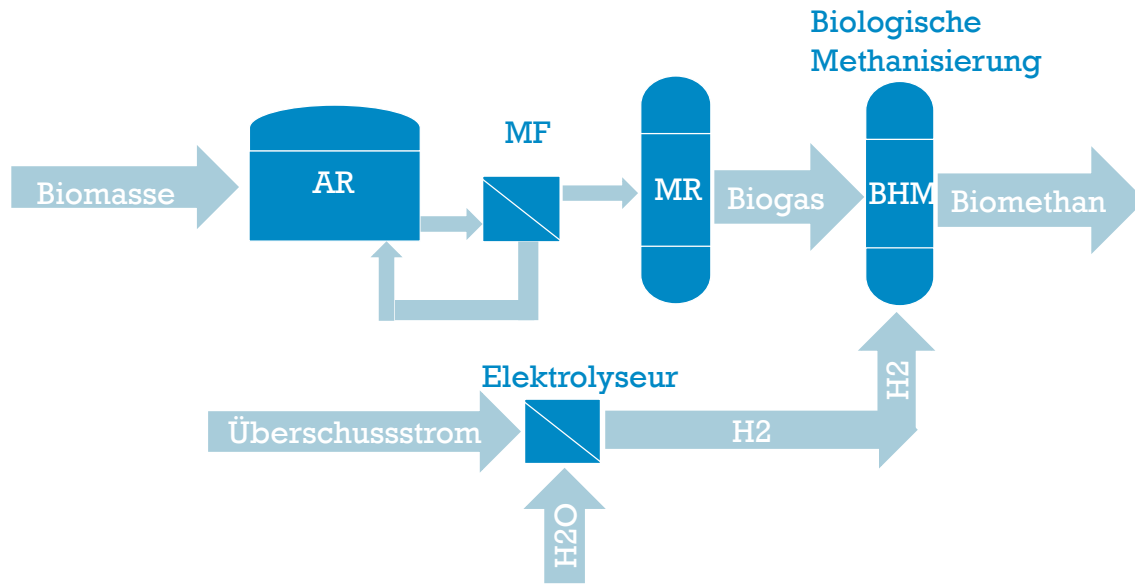


- Gasgefüllter Rieselbettreaktor
- Aufbereitung von Biogas auf > 95 %

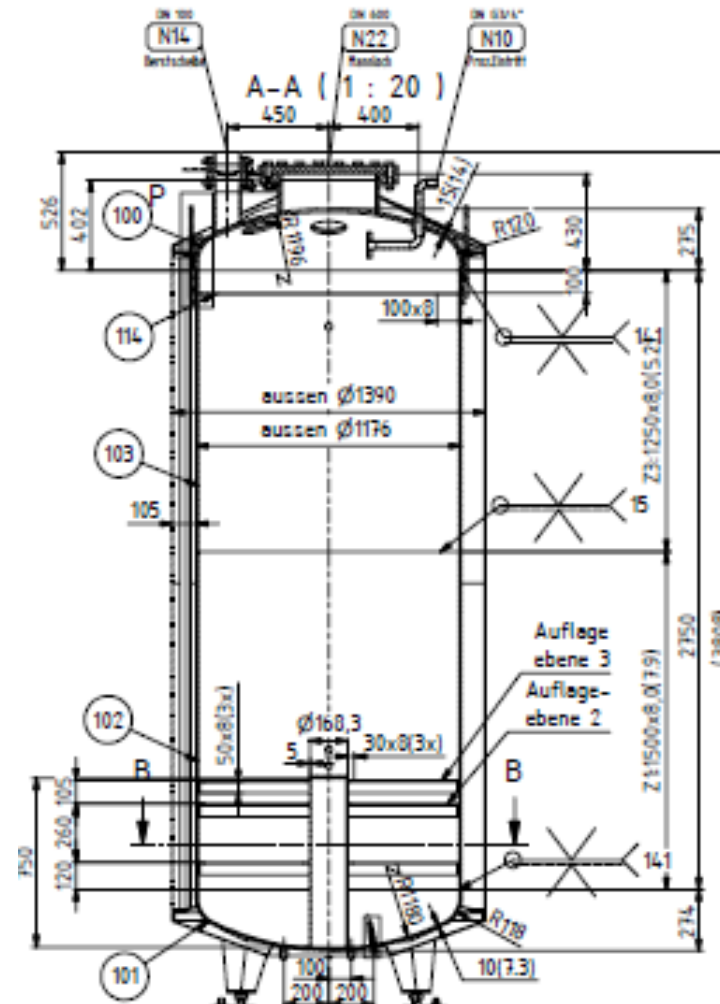


Biogaszusammensetzung nach der biologischen Methanisierung (Lemmer and Ullrich., 2018)

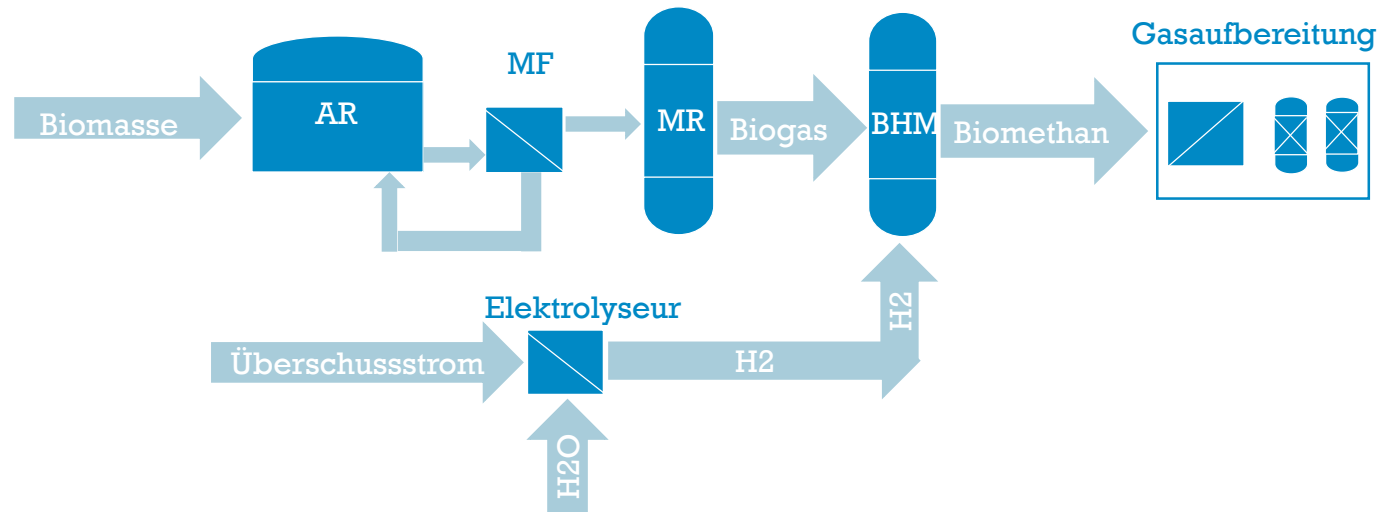
BIOLOGISCHE WASSERSTOFF-METHANISIERUNG



- 3 Reaktoren mit je 14.5 L im Labor
- 3 m³ Pilotanlage



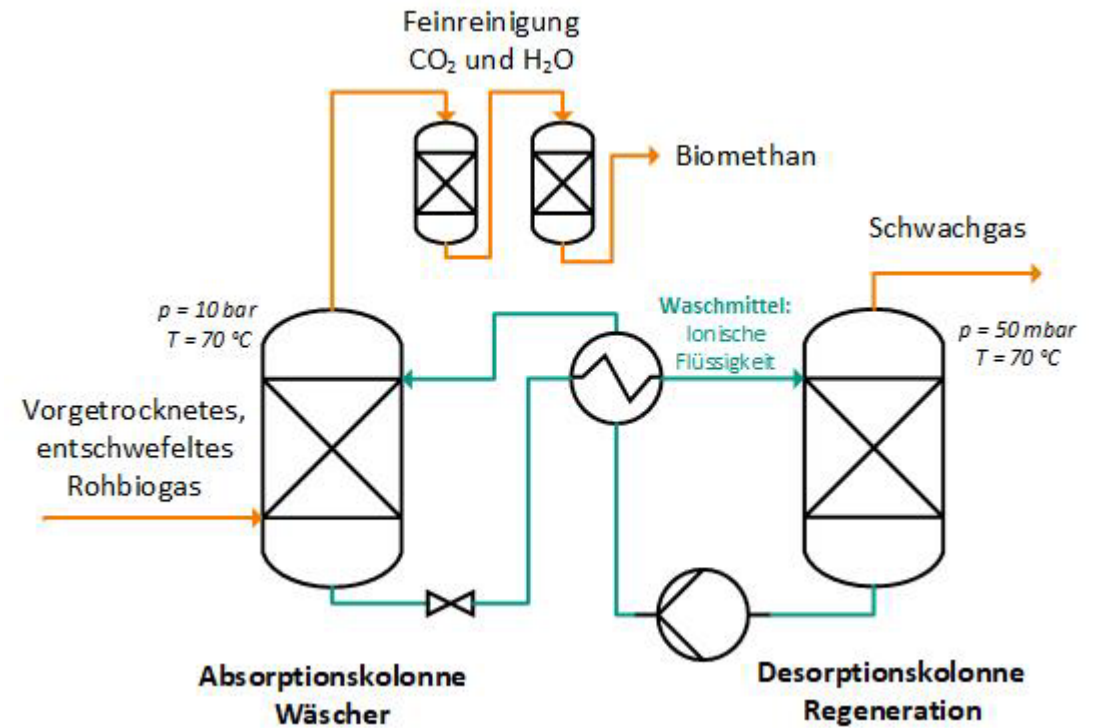
GASAUFBEREITUNG



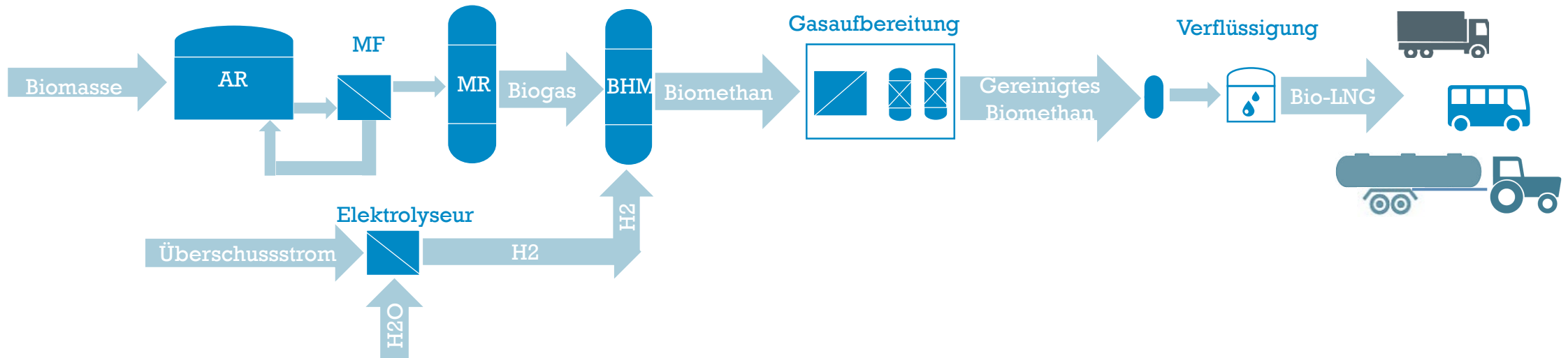
- Entschwefelung über Aktivkohlefilter auf < 3 ppm H₂S
- Trocknung durch Kondensation und Adsorption auf Taupunkt von ca. - 70 °C
- Feinreinigung und CO₂ Entfernung mit ionischen Flüssigkeiten auf < 50 ppm

CO₂ ENTFERNUNG MIT IONISCHEN FLÜSSIGKEITEN

- **Salzschmelzen**
 - Bei Raumtemperatur flüssig
 - Sehr geringer Dampfdruck
- **Ermöglichen Desorption des CO₂ bei Vakuum**
- **Quasi-isothermer Betrieb**
 - Senkung des Energiebedarfs um 50 %



BIO-LNG



- Zwischenspeicherung des gereinigten Biomethans
- Kühlung auf -162 °C mit Stirling-Verflüssiger
- Alternativer Kraftstoff für LKWs, Landmaschinen und ÖPNV

PROBIOLNG DEMONSTRATIONS- ANLAGE



STANDORT DER DEMONSTRATIONSANLAGE



D. Kahle and H. Wickham. ggmap: Spatial Visualization with ggplot2. The R Journal, 5(1), 144-161. URL <http://journal.r-project.org/archive/2013-1/kahle-wickham.pdf>, Map data: maps.stamen.com

ANLAGEN AUFBAU



ANLAGEN AUFBAU



ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

- Aufbau einer Pilotanlage zur Herstellung von Bio-LNG
- Verbindung innovativer Biomassekonversion- und -aufbereitungsverfahren
- Teil-Inbetriebnahme ab Juli 2023
- Folgeprojekte zu einzelnen Prozessschritten
- Neuigkeiten und Infos unter <https://linktr.ee/nextlevelbiogas>





UNIVERSITÄT
HOHENHEIM

probio  LNG

VIELEN DANK FÜRS ZUHÖREN

Elena Holl – 30.06.2023 – Biomethan-Mobilitätstag Unterer Lindenhof

Elena.holl@uni-hohenheim.de