

OST
Ostschweizer
Fachhochschule

Expertinnen- und Expertengespräche Power-to-X

Forschungsplattform für Technologien und Power-to-Gas Betriebskonzepte

Luca Schmidlin, Teamleiter Power-to-Gas

Technik/ EEU / IET Institut für Energietechnik

Power-to-Gas Team



Prof. Dr. Markus
Friedl



Luca
Schmidlin



Justin
Lydement



Christoph
Morger



Christoph
Steiner

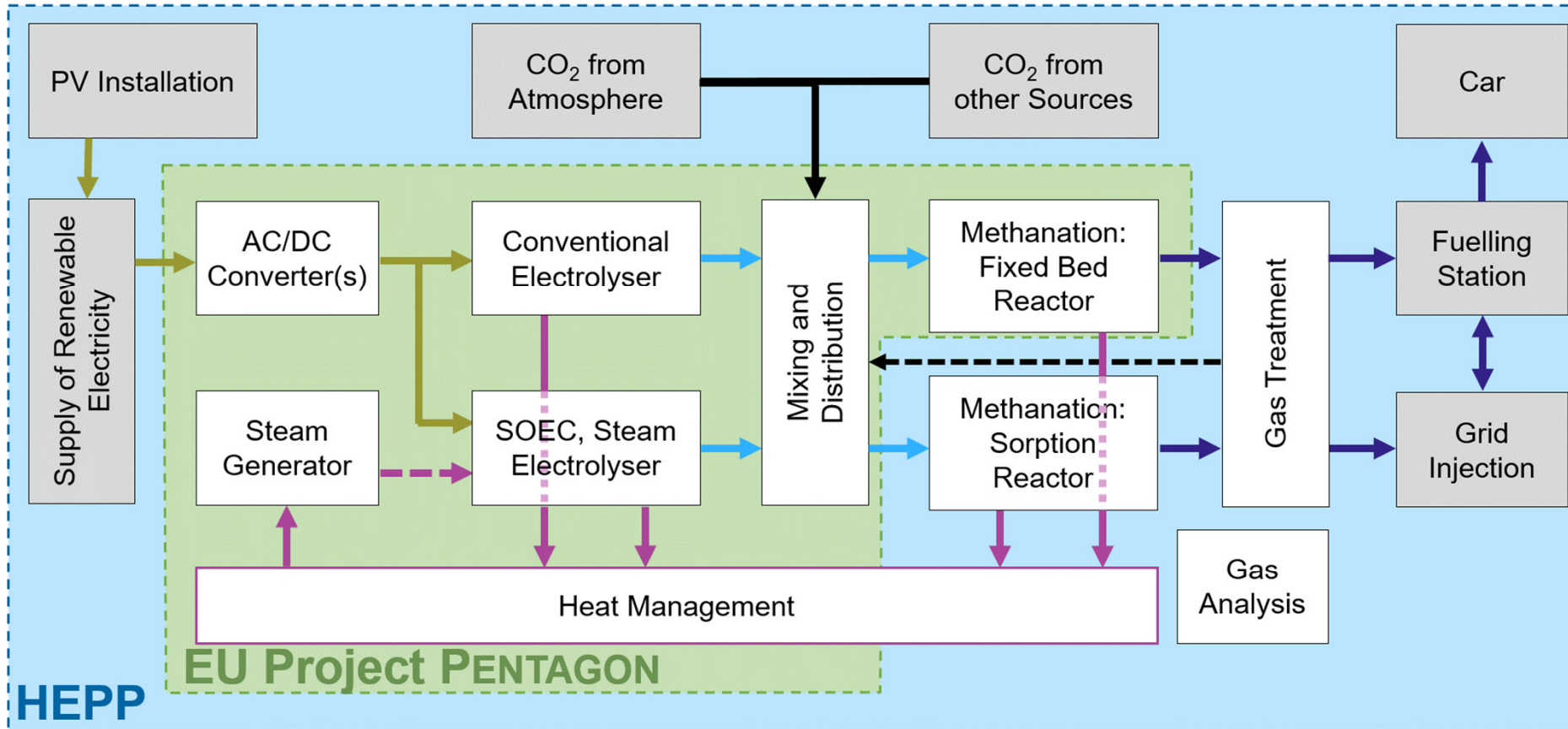


Robin
Leonhard

Projektziele High Efficiency Power-to-Methane Pilot (HEPP)

- Wirkungsgradsteigerung auf 70% Gesamtwirkungsgrad in grosstechnischen Anlage
- Optimierung der Teilsystemen einer Power-to-Gas Anlage
- Integration der Power-to-Gas Forschungsanlage in ein Industrielles Umfeld

High Efficiency Power-to-Methane Pilot (HEPP)



High efficiency:

- SOEC & methanation

New technologies to improve system

- Membrane technology
- Gas composition measurement
- Two new methanation technologies

Demonstration

- PV
- CO₂ capture
- Fuelling station
- Car
- Closed carbon cycle

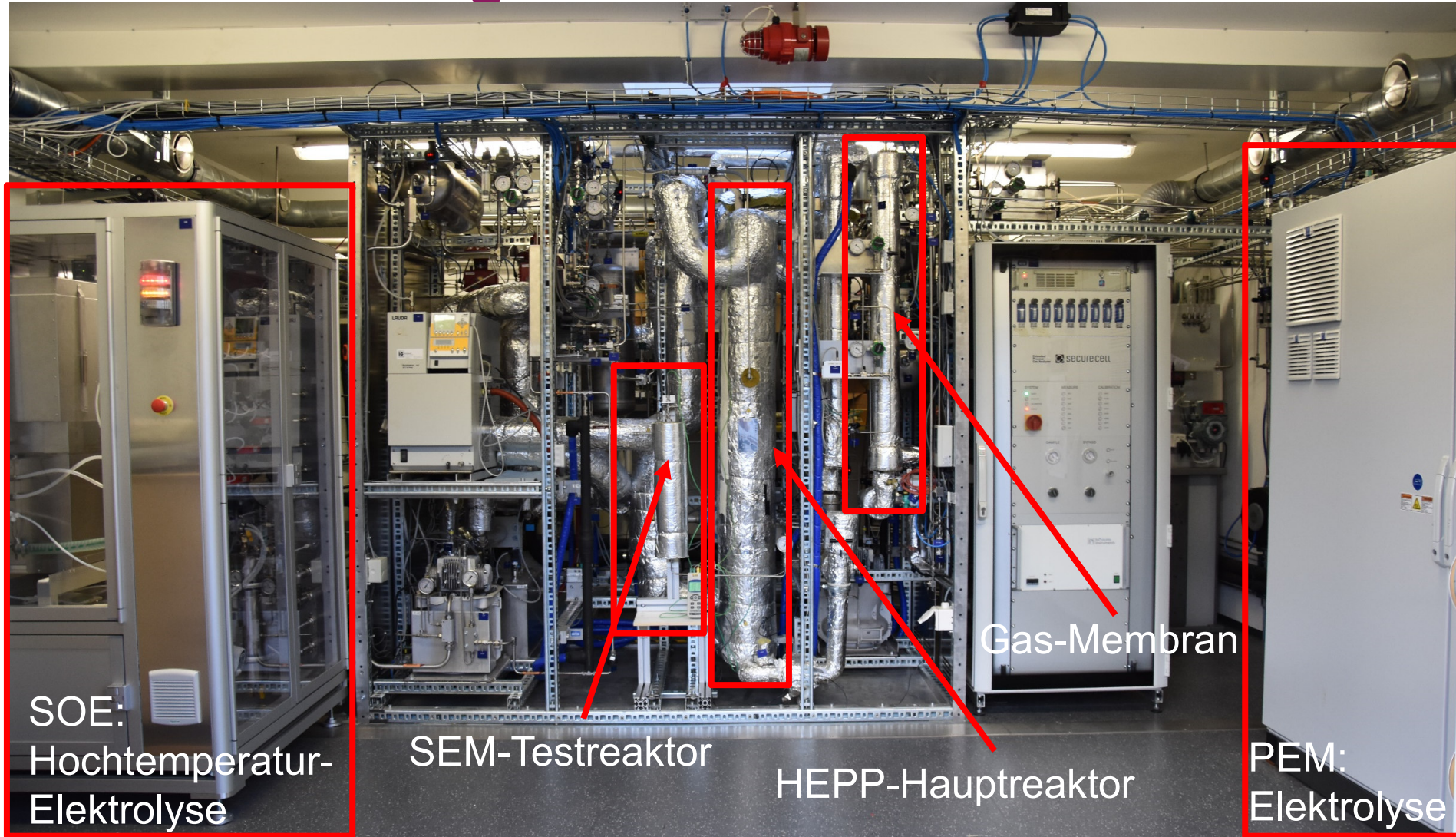
Electric Energy
 Hydrogen, Reactant
 Methane, Product gas

Heat
 Steam
 Carbon Dioxide, Raw Biogas

Hydrogen rich gas

Equipment for Industrial Demonstration

Power-to-Gas-Anlage HEPP



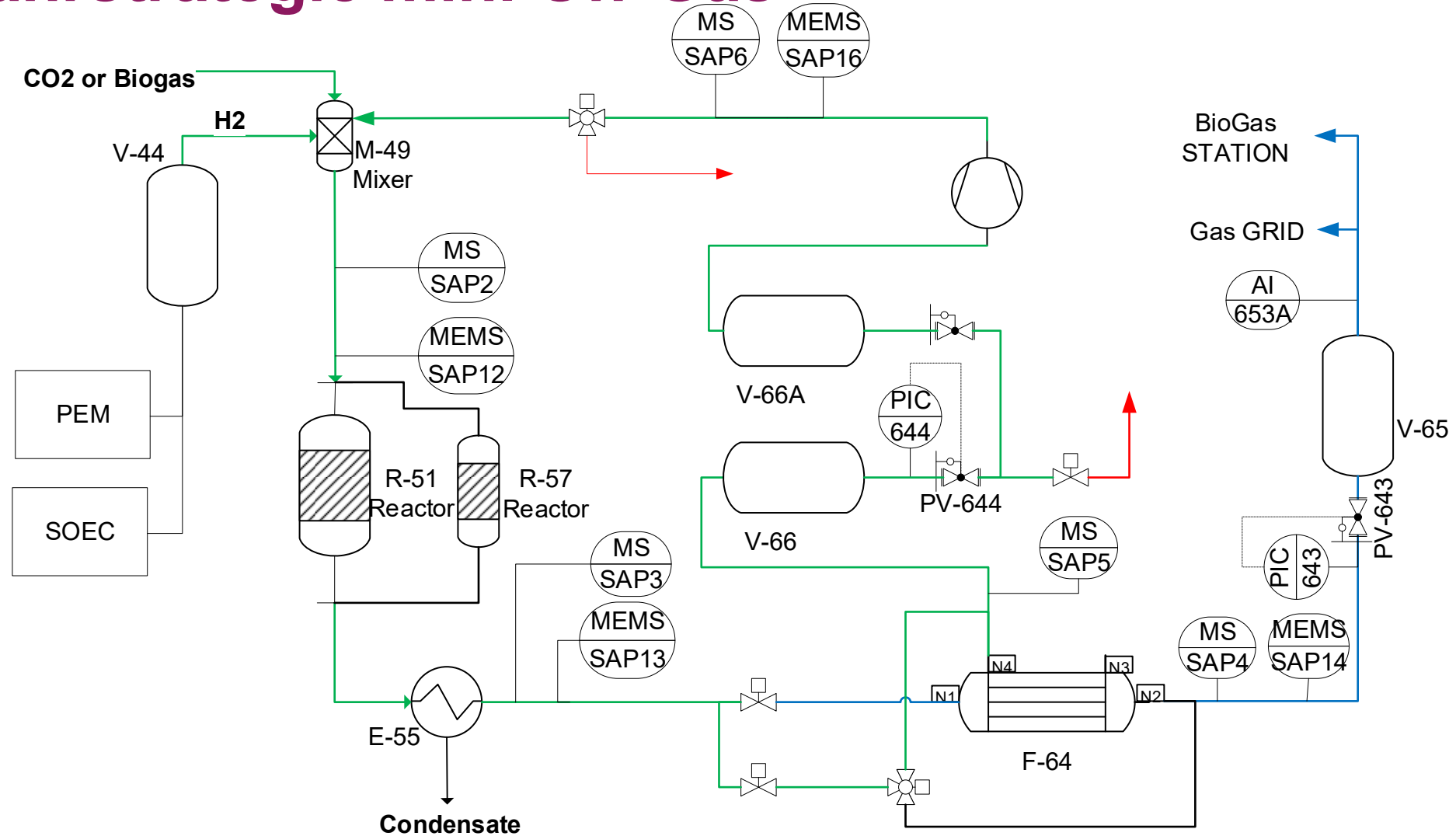
Aktuelle Tätigkeiten auf der HEPP

- 60 h Dauertest mit der HEPP-Anlage in 12h Schichten
- Heiss Inbetriebnahme der SOE in Zusammenarbeit mit EPFL Sion
- Optimierung Betriebsweise, minimaler Methanausstoss in der Start-Up Phase
- Versuchsreihe SEM-Katalysator auf der HEPP
- Zwei Anlagenkonzepte auf einer Plattform Konventionell und SEM
- Ausblick:
 - Automatisierung der HEPP durch Einsatz von Sensoren der Firma MEMS AG.

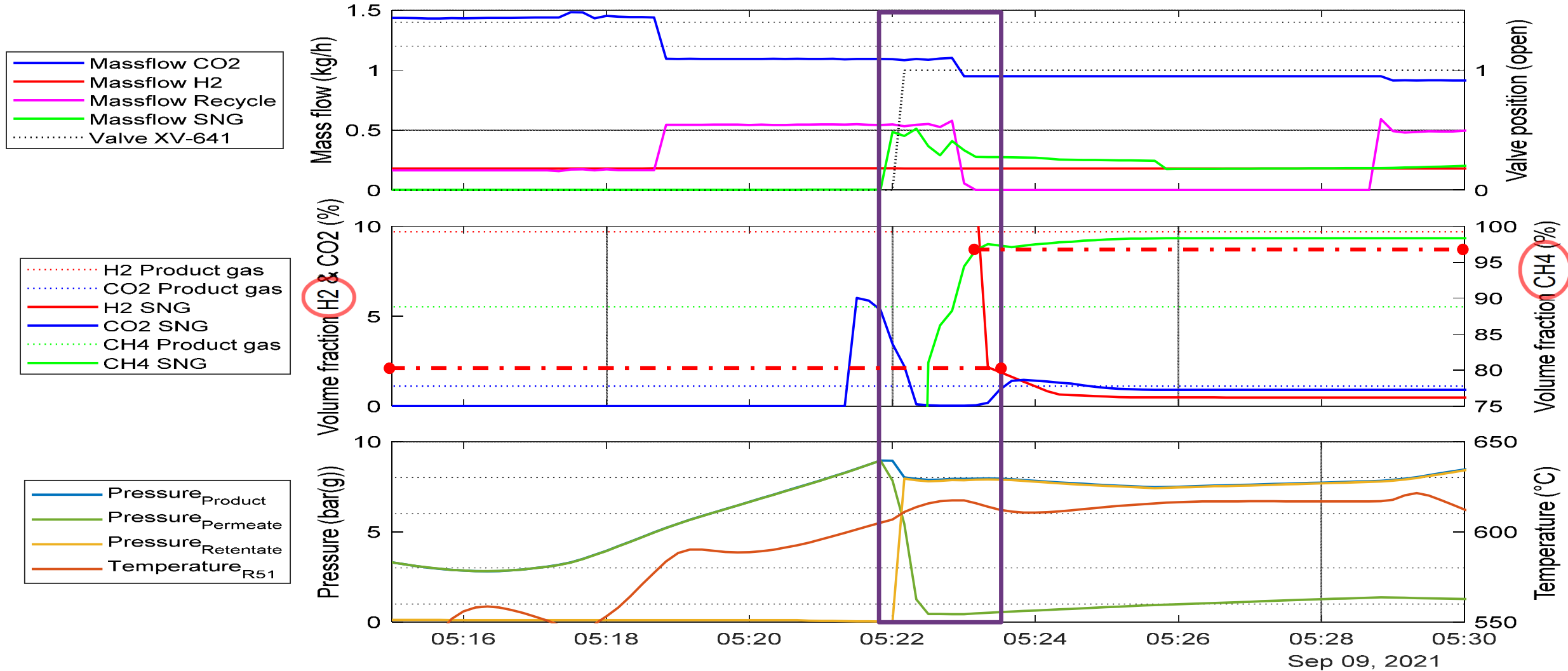
Anfahrstrategie min. Off-Gas

- Set-Up Versuch Anfahrstrategie
 - Anlage mit Wasserstoff spülen, $H_2 = 0.18 \text{ kg/h}$ (50% Load)
 - Ab einem Druck von $\sim 2 \text{ bar(g)}$ mit der zu dosieren von CO_2 starten.
 - Systemdruck und Methankonzentration steigen stetig an, warten bis Reaktorsystem ungefähr im thermodynamischen Gleichgewicht ist.
 - Bei einem Systemdruck von 8-9 bar(g) kann das Produktgas zur Membrane geschickt werden.
 - Off-gas an die Umgebung, bis Einspeise-bedingungen erfüllt sind ($CH_4 > 96\%$, $H_2 < 2\%$).
- Ergebnisse Versuch Anfahrstrategie
 - Systemdruck mit Methanisierung in ca. 20 Min. aufgebaut.
 - Einspeisequalität wird in weniger als 2 Min. nach Ventilöffnung erreicht und dabei knapp **5 g** Methan emittiert.

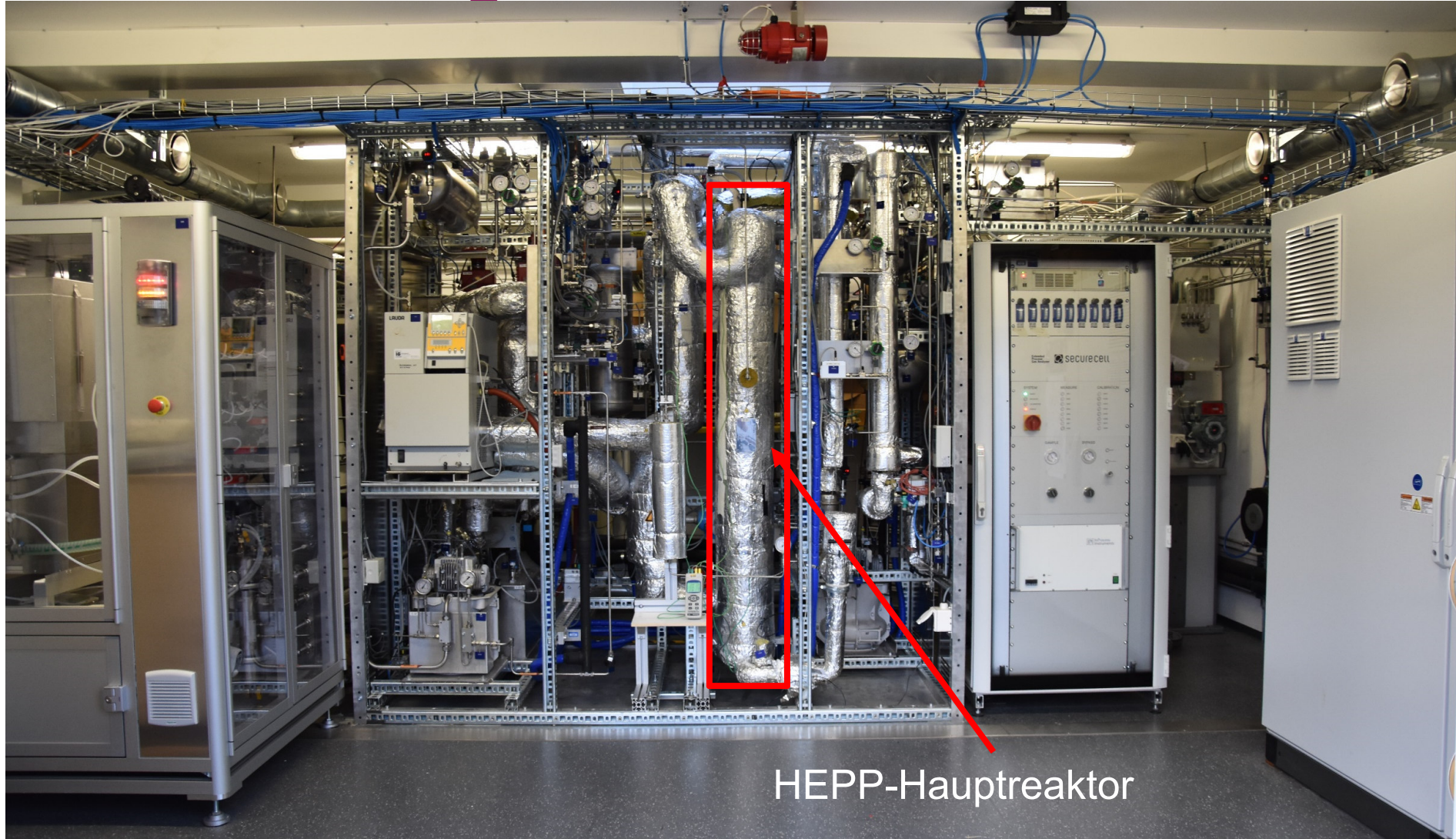
Anfahrstrategie min. Off-Gas



Anfahrstrategie HEPP II



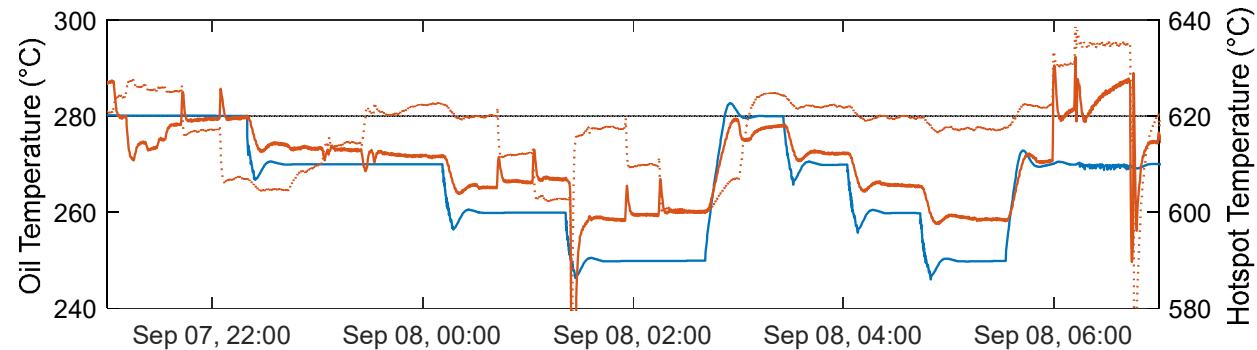
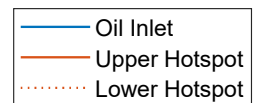
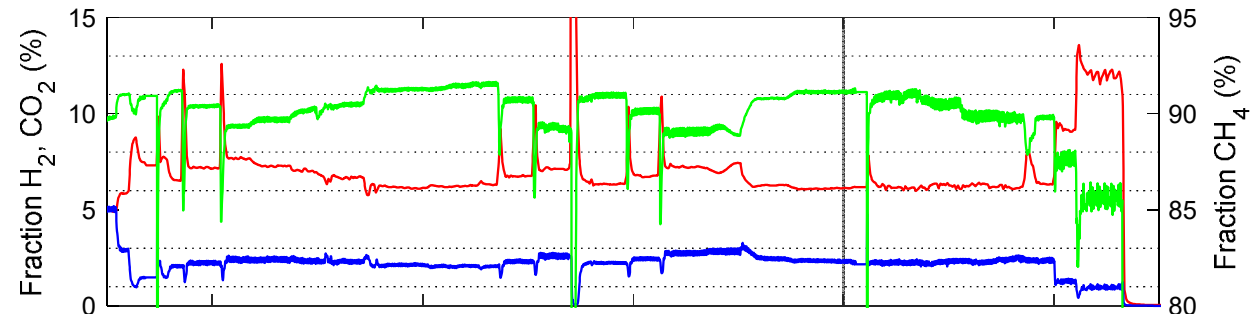
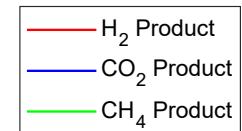
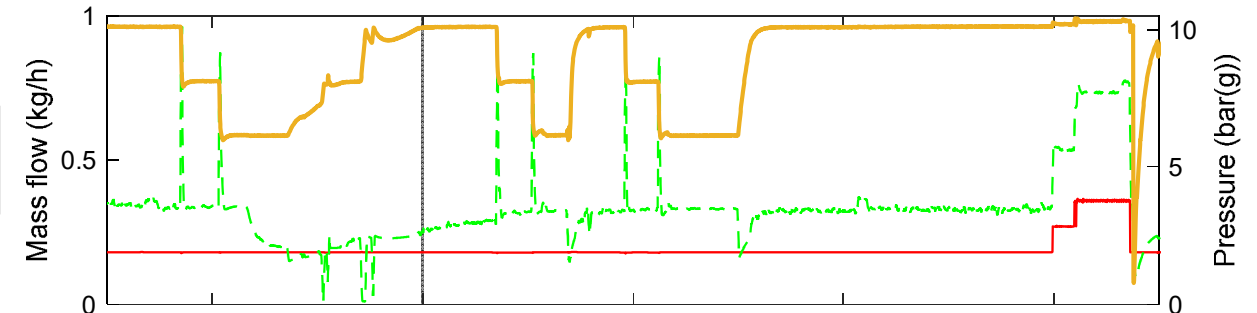
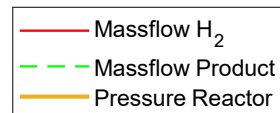
Power-to-Gas-Anlage HEPP



HEPP-Hauptreaktor

Methanisierungsreaktor

- Ziel: Finden der peak performance des HEPP-Reaktors
- Setpoints:
 - Wasserstoff: **0.18 kg/h**
 - Systemdruck: **10.0, 8.0 bzw. 6.0 bar(g)**
 - Kühltemperatur Reaktormantel: **250, 260, 270 und 280°C**
 - Annahmen:
 - Produktgas-Austrittstemperatur = Eintrittstemperatur Thermoöl
 - Kein C-Atom geht verloren (z.B. via Kondensat)



23. September 2021

2021



Methanisierungsreaktor

- Beste Performance of Serie 1:
10.0 bar(g) & $\vartheta_{Th_Oil} = 260^\circ\text{C}$
- Beste Performance of Serie 2:
10.0 bar(g) & $\vartheta_{Th_Oil} = 270^\circ\text{C}$

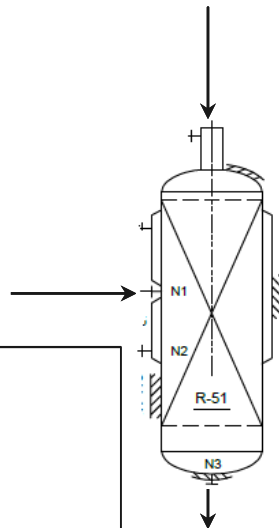
Input Reactor S1:

7.08 kW_{H₂_HHV}
0.00 kW_{SNG_HHV}

Output S1:

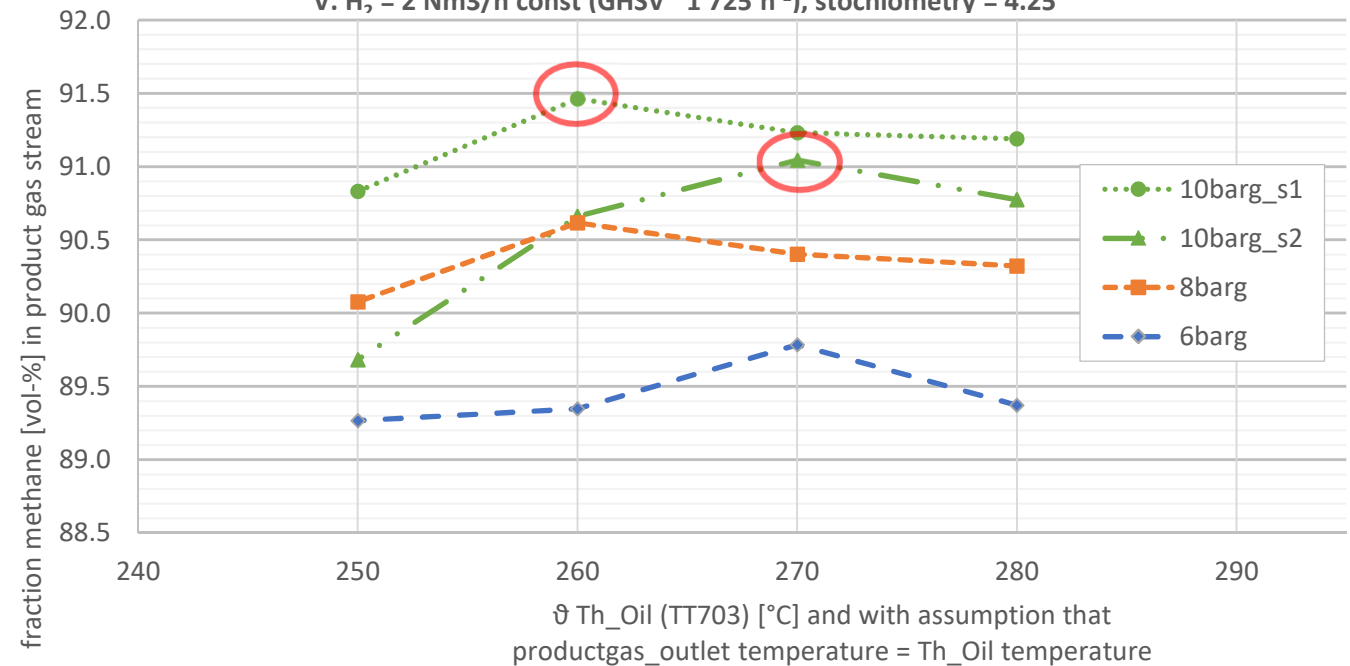
m._product: 1.15 kg/h
91.5 Vol.% CH₄, 6.2 Vol.% H₂,
2.1 Vol.% CO₂

Output: 5.28 kW_{SNG_HHV}



Performance of methanation reactor at different cooling temperatures and system pressures

V. H₂ = 2 Nm³/h const (GHSV ~1'725 h⁻¹), stoichiometry = 4.25



Methanisierungsreaktor

- 10.0 bar(g) & $\vartheta_{Th_Oil} = 270^\circ \text{C}$

Methanation efficiency:

chem. $\text{CH}_4_{out} / \text{chem. H}_2_{in} = 5.28 / 7.08 = 74.7\%$

Kenndaten Produktgas ohne Aufbereitung: **91.5 Vol.% CH_4 , 6.2 Vol.% H_2 , 2.1 Vol.% CO_2** G18_2013 ?

higher heating value Hs	9.82 kWh/Nm ³	■
density	0.7038 kg/m ³	■
relativ density	0.544	■
Wobbe Index Ws	13.31 kWh/Nm ³	■
		■

Message:

Anpassung Gasbeschaffenheit G18:

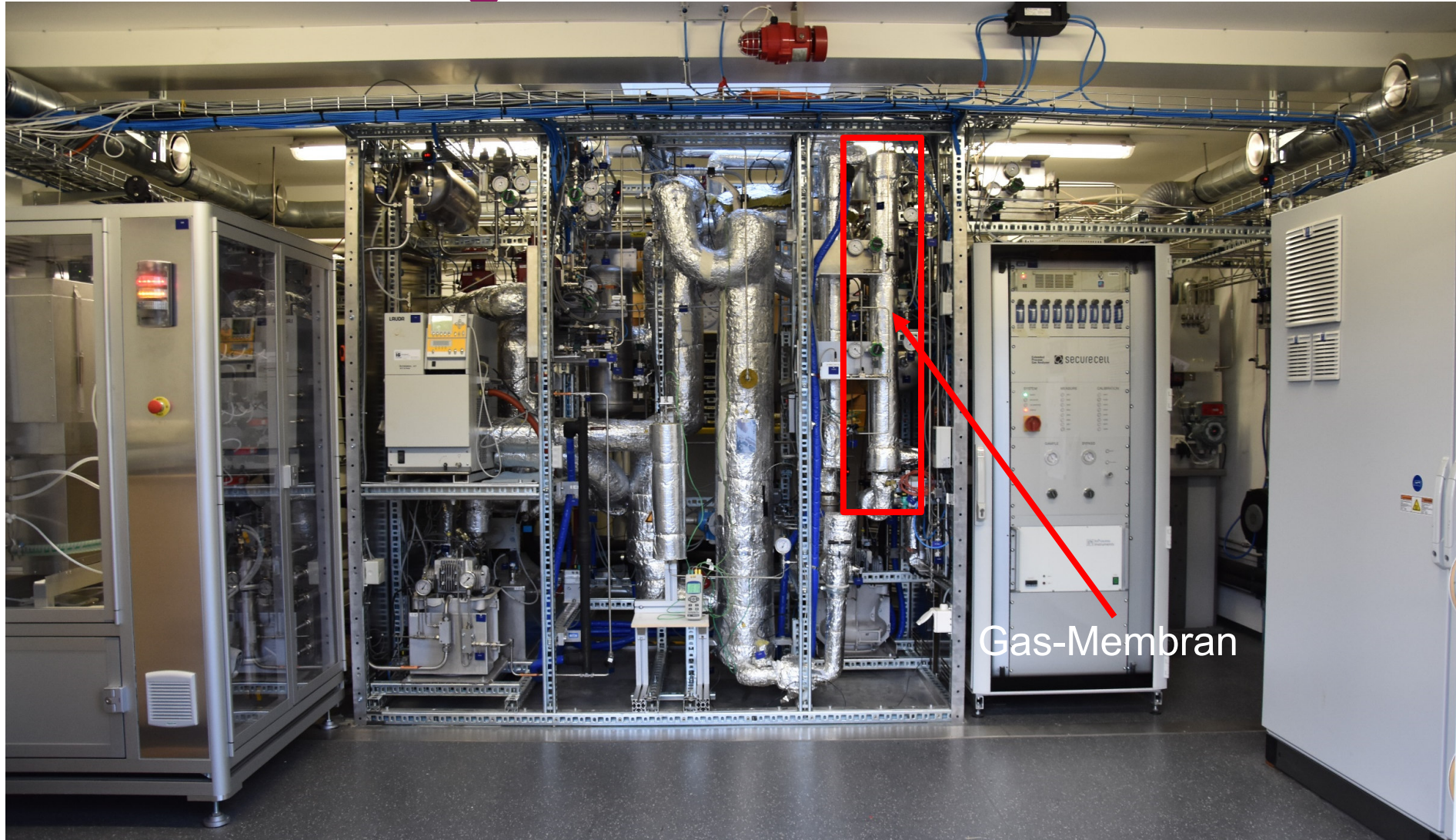
Wasserstoffgehalt von < 2 mol-% auf < 10 mol%

+ HHV Hs & rel. density

=> Festbettreaktor¹⁾ ohne weitere Membranaufbereitung möglich

¹⁾ mit niedriger GHSV

Power-to-Gas-Anlage HEPP



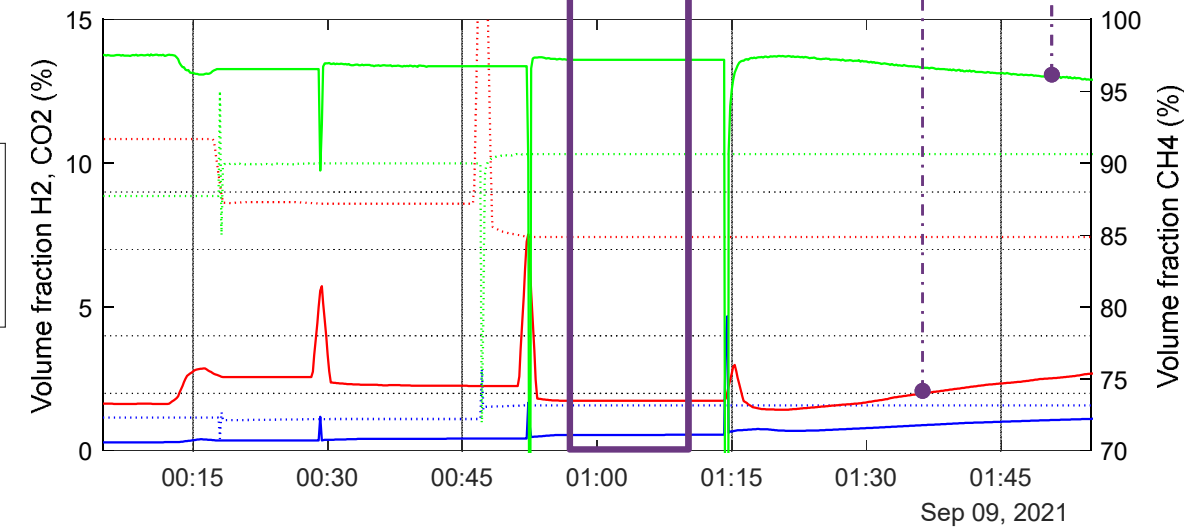
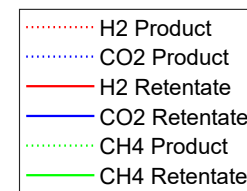
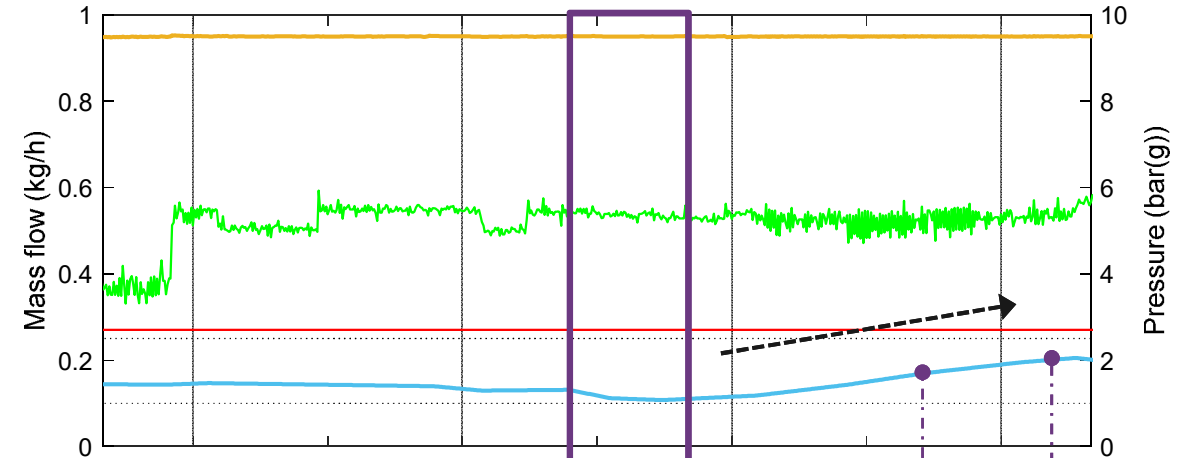
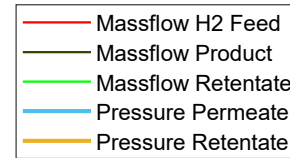
Gas-Membran

Biogas Membrane

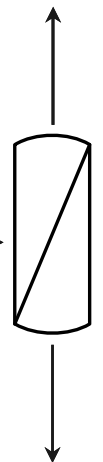
- Ziel des Tests: Finden des optimalen Betriebspunktes der Membrane. Bei geregelter Systemdruck (Retentat) soll derjenige auf der Permeatseite mit dem Massflowcontroller FIC-492 langsam runter reguliert werden, bis Einspeise-qualität erreicht ist.
- Setpoints:
 - Wasserstoff FIC-443: **0.27 kg/h** (75% Load)
 - Systemdruck PIC-643: **9.5**, bzw. **8.0 bar(g)**
(Da bei 10 bar(g) der Reaktor eine bessere Performance aufweist, wäre ein höherer Druck zu bevorzugen).

Biogas Membrane

- Eingangsdruck mit Recycle: 9.61 bar(g). <96% CH₄ bei einem **Permeatdruck** von **2.04 bar(g)** erreicht, >2% H₂ bei **1.69 bar(g)**.



Input Reaktor:
 10.62 + 1.70 = 12.32 kW_{H₂}
 2.12 kW_{SNG}
 Total = 14.44 kW



Retentat:
 9.50 bar(g), 0.537 kg/h
 97.2 Vol.% CH₄, 1.7 Vol.% H₂,
 0.6 Vol.% CO₂

Output: 8.05 kW_{SNG}

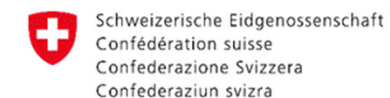
Permeat/Recycle:
 1.12 bar(g), 0.188 kg/h
 73.2 Vol.% CH₄, 22.9 Vol.% H₂,
 3.5 Vol.% CO₂

Produkt:
 9.62 bar(g), 0.690 kg/h
 90.6 Vol.% CH₄, 7.4 Vol.% H₂,
 1.6 Vol.% CO₂
Input: 9.64 kW_{SNG}

Grosses Dankeschön an die Sponsoren und Unterstützer



This project is co-funded by the European Union



Bundesamt für Umwelt BAFU

Innosuisse – Schweizerische Agentur für Innovationsförderung

Bundesamt für Energie BFE