

Power to Gas: Direkte Methanisierung von Biogas im Werdhölzli

HSR Expertengespräche 12.01.2017

Andreas Kunz: Energie 360°; Leiter Projektrealisierung

Tilman Schildhauer: PSI; Senior Scientist, Labor für Thermische Prozesse

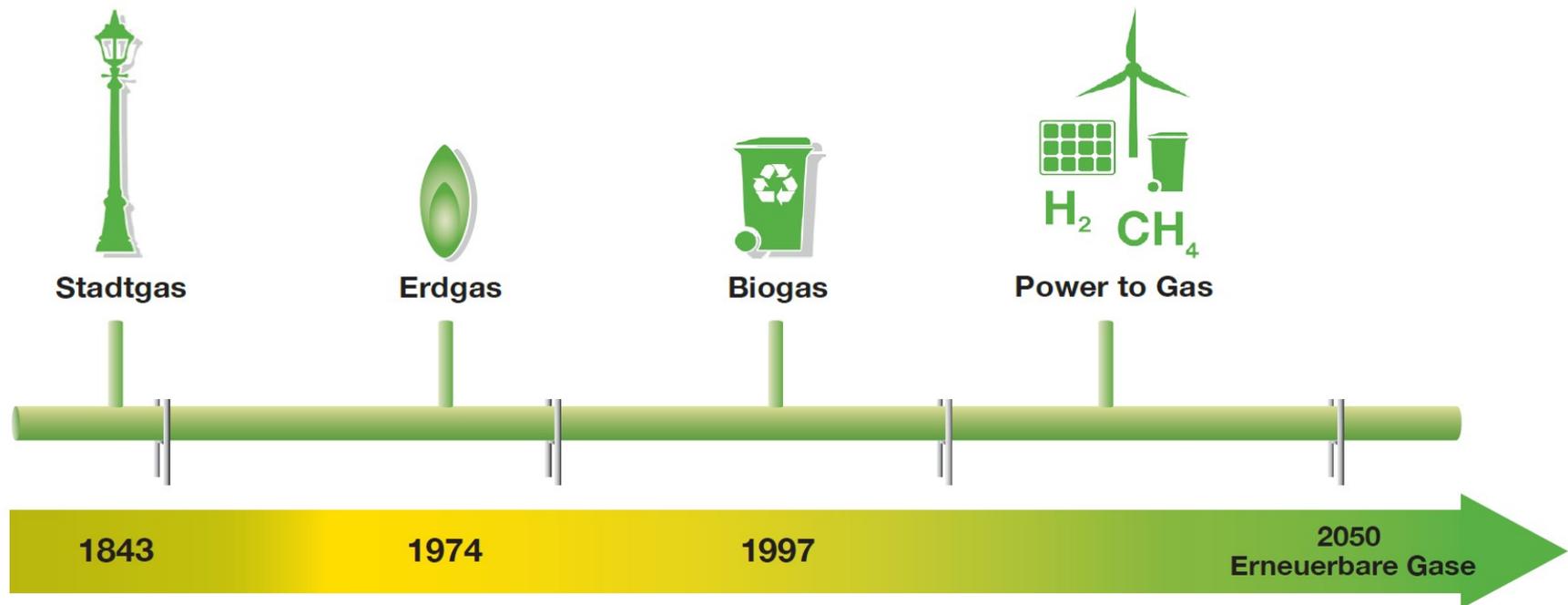
Power to Gas: Direkte Methanisierung von Biogas

Agenda

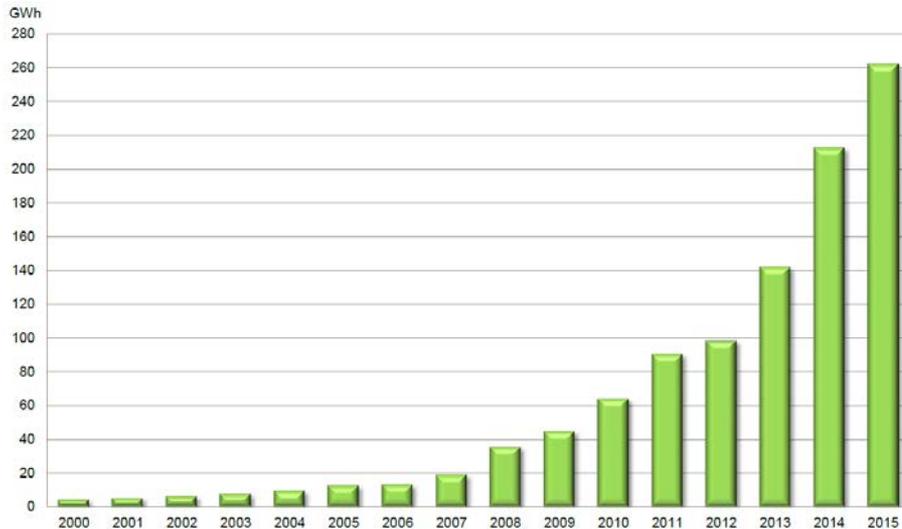
1. Entwicklung Erneuerbares Gas in der Schweiz
2. Vision: Produktionssteigerung Erneuerbares Gas mit Power to Gas
3. Wirtschaftlichkeit P-t-G im Vergleich zu konventioneller Biogas-Aufbereitung
4. Potential in der Schweiz
5. Direkte Methanisierung von Biogas, Demonstrationsanlage
6. Wirbelschicht Methanisierung: Funktionsweise und Vorteile

Entwicklung eines Energieträgers

Seit über 150 Jahren dem Fortschritt verpflichtet



Erneuerbares Gas steht erst am Anfang



Biogas aus Schweizer Produktion (2015)

Gas-Verbrauch CH (2015) : 34'620 GWh

Total Biogas (2015) : 365 GWh

Biogas Energie 360° (2015) : 147 GWh

Biomasse-Potential CH (Studie BFE 2004)

Theoretisch: 39'000 GWh

Realistisch Nutzbar ca. 25 %

Weiteres Potential durch

Power to Gas

Von Biogas-Aufbereitung zu Power to Gas

- CO₂ wird heute in Biogas-Aufbereitungs-Anlagen abgetrennt
- CO₂ soll zur Methanisierung von erneuerbarem H₂ genutzt werden
- Mit Power to Gas kann künftig mehr Erneuerbares Gas hergestellt werden

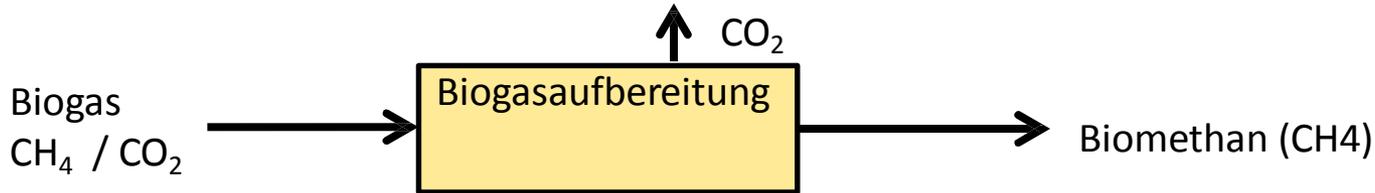
Einspeisefähiges Biogas CH₄



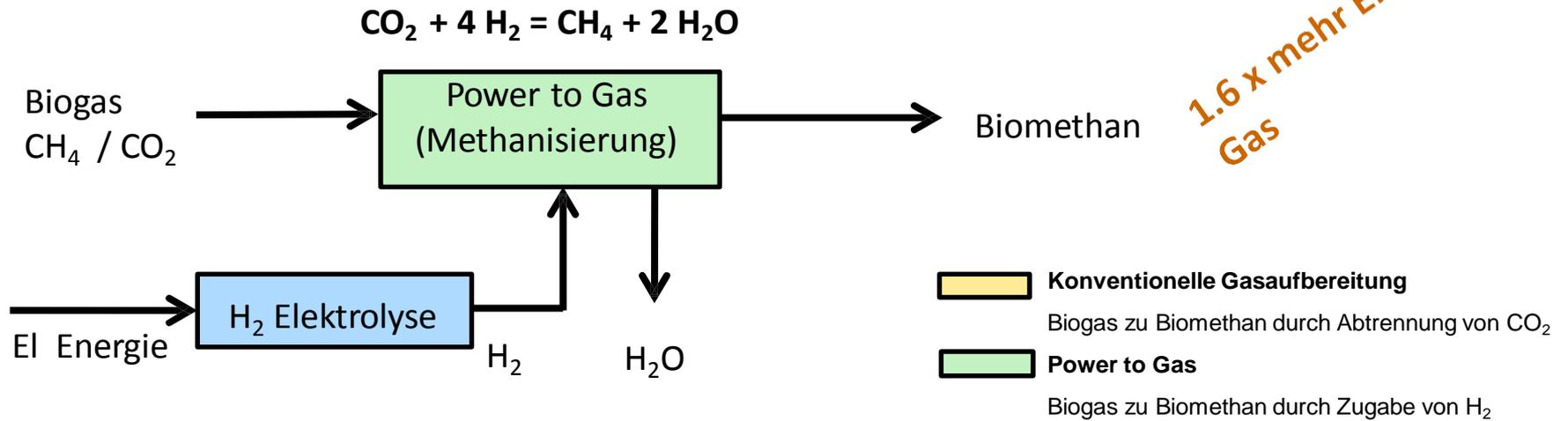
Roh-Biogas CH₄/ CO₂
1'400 Nm³/h

Mehr Erneuerbares Gas

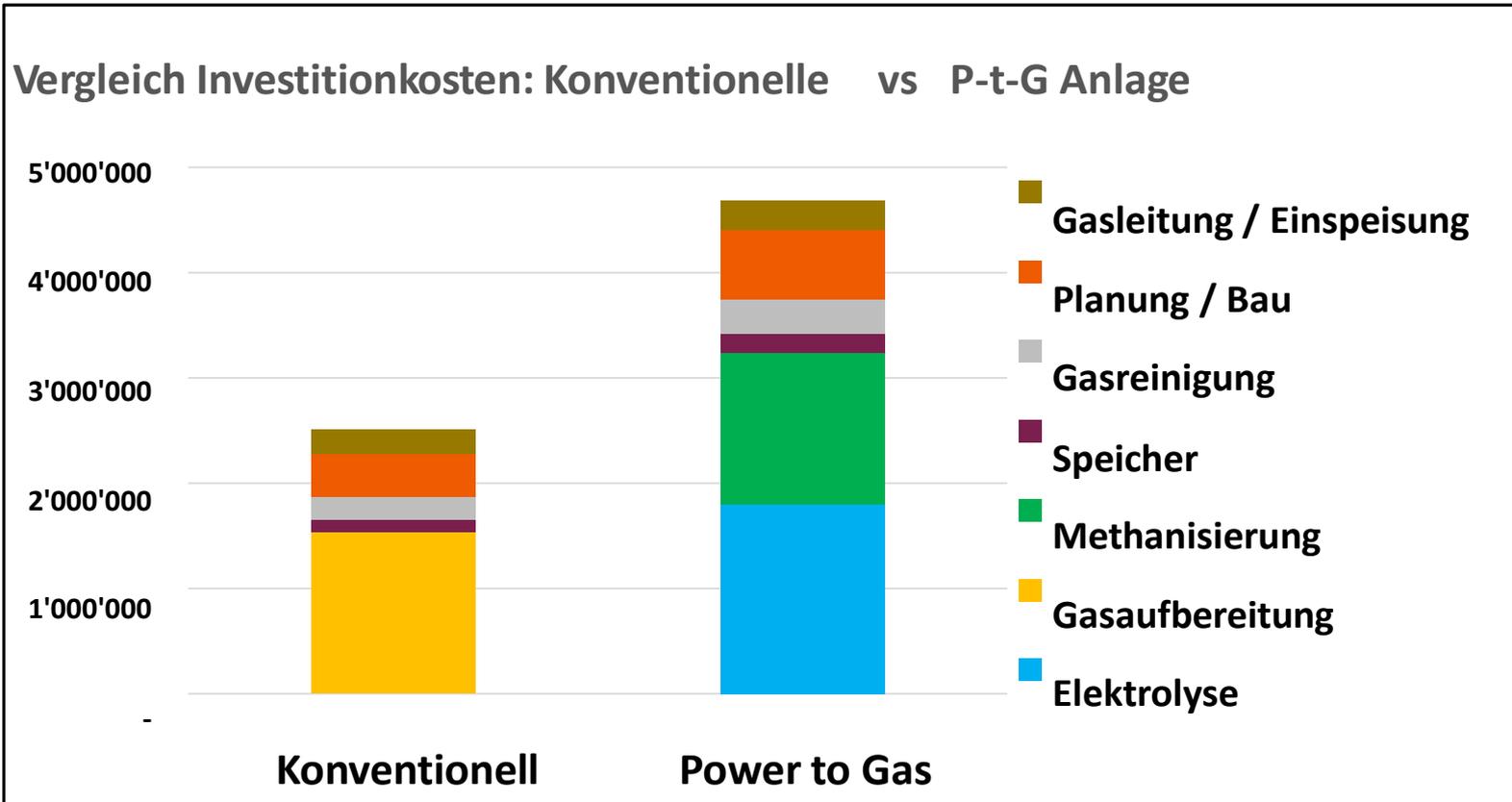
Konventionelle Gasaufbereitungsanlage



Power to Gas Technologie



Investitionskosten

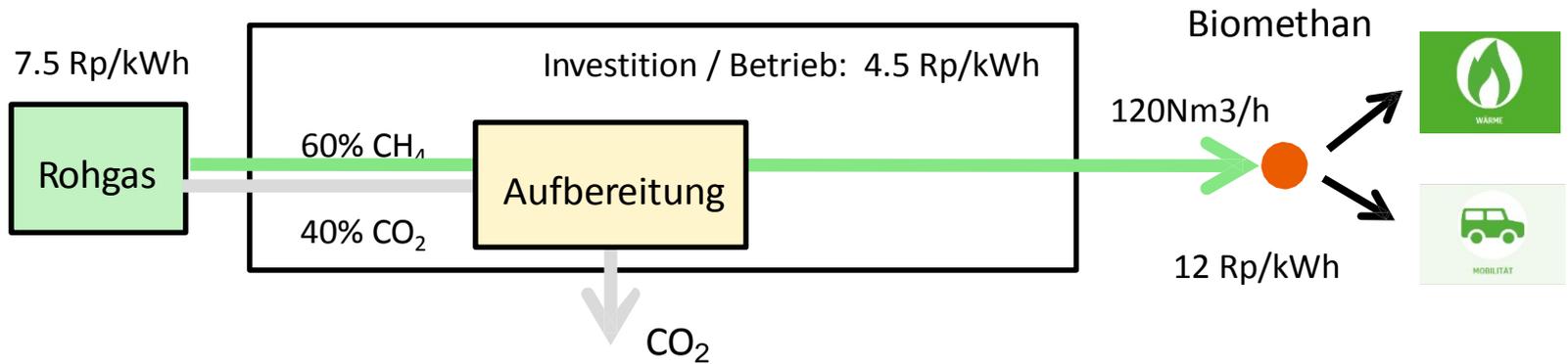


2.2 Rp	2.5 Rp	spezifisch pro kWh
---------------	---------------	---------------------------

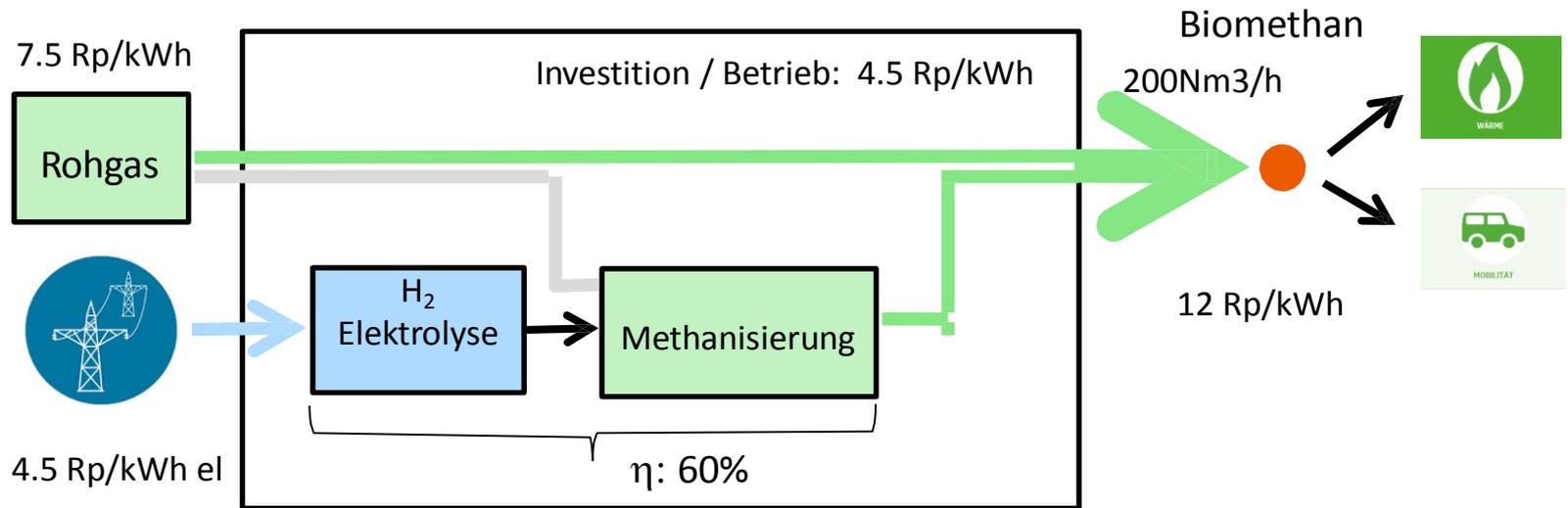
Anlagegrösse 200Nm³/h Rohgas, 1.4 MW Elektrolyse, kontinuierlicher Betrieb

Wirtschaftlichkeit im Vergleich

Konventionelle Biogas-Aufbereitung



P-t-G



Grosses Potenzial in der Schweiz



Biogasanlagen mit Einspeisung ins Gasnetz (2015)

Power to Gas Potenzial

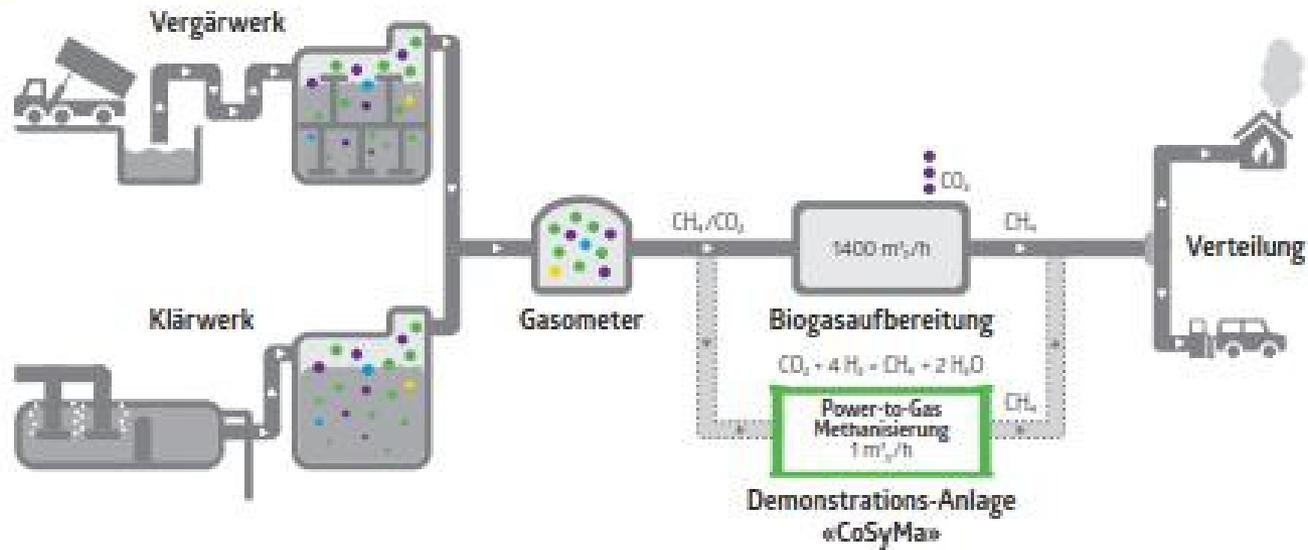
Anzahl Anlagen	Einspeisung bestehend	Potenzielle Strom-Erzeugenden Anlagen	Total Potenzial Power to Gas
Klärwerk (ARA)	15	64	79
Vergärwerke	8	9	17
Total	23	73	96

- 180 GWh: Umbau der bestehenden Biogas-Einspeise-Anlagen auf Power to Gas Technologie
- 955 GWh: Umbau der Strom-Erzeugenden-Biogas-Anlagen in Gasnetz Nähe auf Einspeisung mit Power to Gas Technologie

Erneuerbare Gasproduktion von 262 GWh auf 1.4 TWh steigern

Direkte Methanisierung von Biogas Demonstrationsanlage

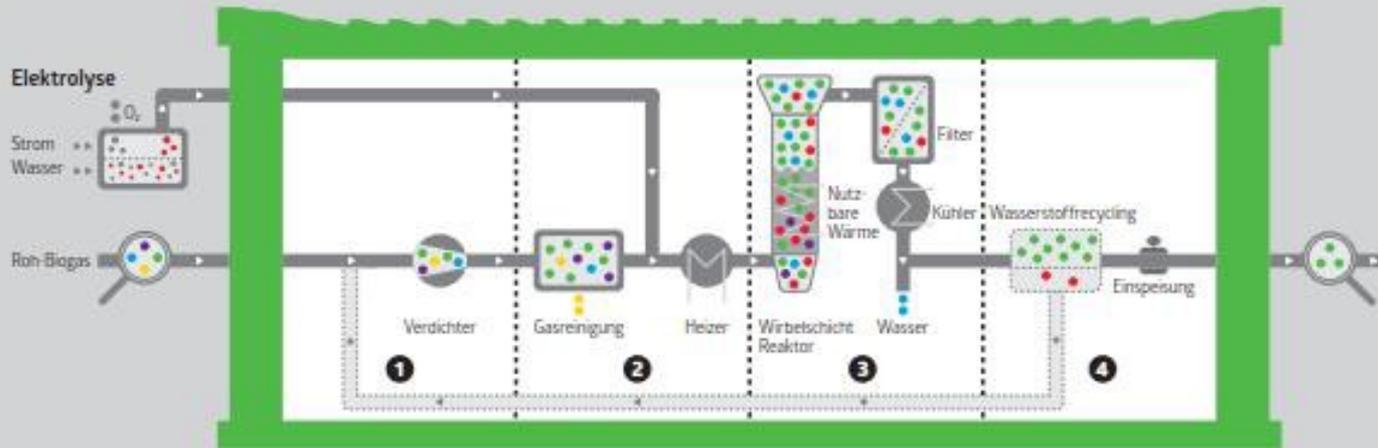
Biogas-Anlage Werdhölzli



- Demonstrationsanlage 1 - 2 Nm^3/h Gas Produktion
- Katalytische Methanisierung Wirbelschicht Reaktor
- 1'000 Stunden Versuch im Frühjahr 2017 unter realen Bedingungen

Demonstrations-Anlage «CoSyMa»

Container-basiertes System einer Methanisierungsanlage



Gasmischeinrichtung



Gasreinigung



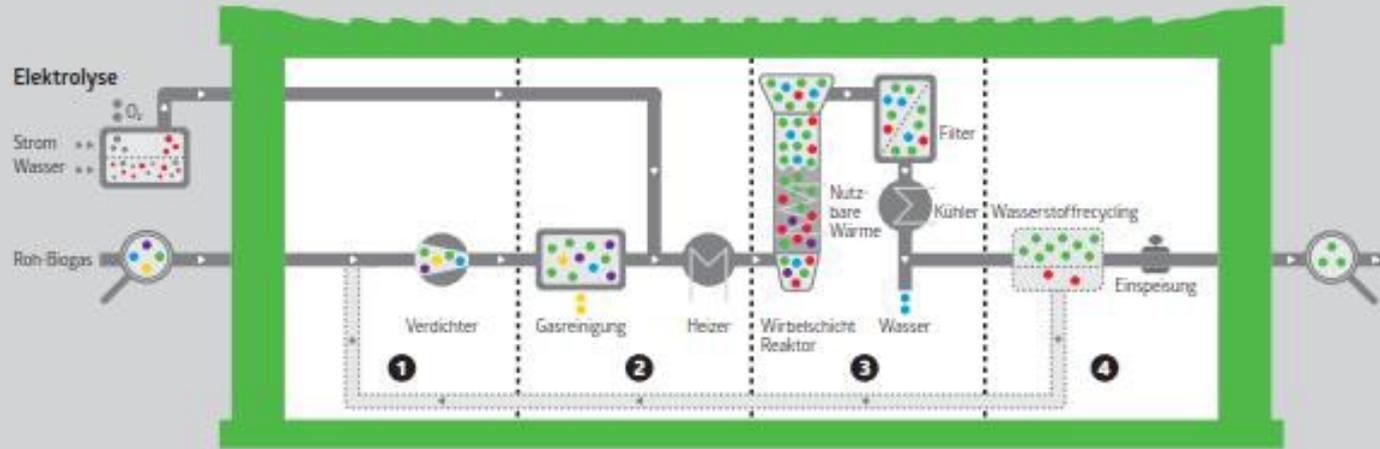
Methanisierungs-Reaktor



Gaskonditionierung

Demonstrations-Anlage «CoSyMa»

Container-basiertes System einer Methanisierungsanlage



Gasmischeinrichtung



Gasreinigung

Gasmischung:

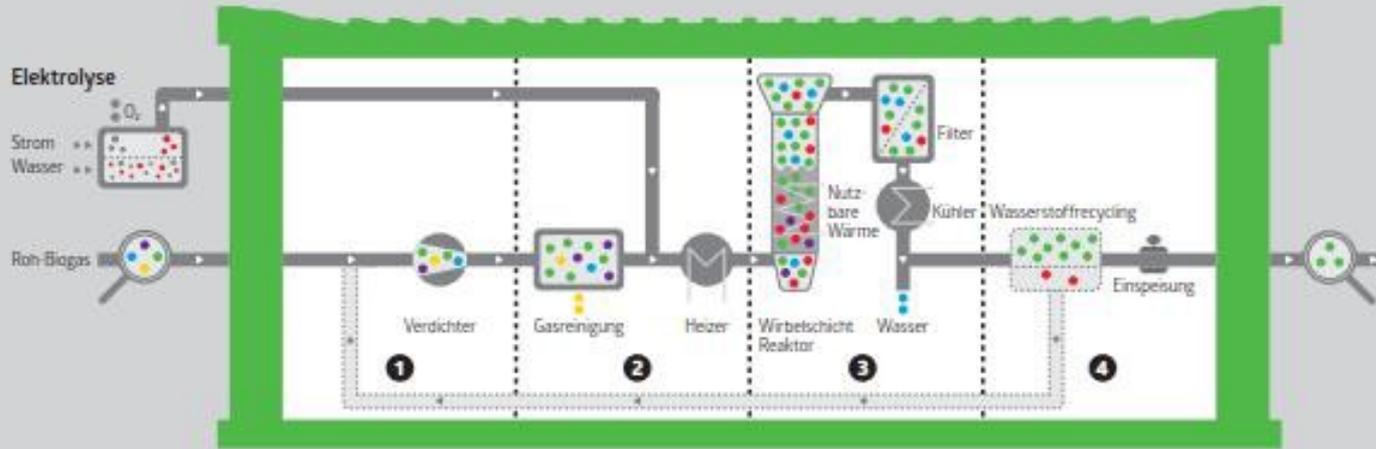
- Kompressor für Rohbiogas
- Wasserstoff aus Gasflaschen via MFCs

Gasreinigung:

- Aktivkohle-basierte Sorbentien zur Abtrennung von Siloxanen und Schwefelspezies (< 1 ppm)
- Spezifische Analytik (microGC, FTIR, Flüssig-Quench mit offline-Messung, ...)

Demonstrations-Anlage «CoSyMa»

Container-basiertes System einer Methanisierungsanlage



Methanisierung:

- Katalytischer Wirbelschichtreaktor
- Filtration/Partikelabscheidung

Gasaufbereitung:

- Kondensation und Trocknung
- Wasserstoff-Recycle noch nicht eingebaut

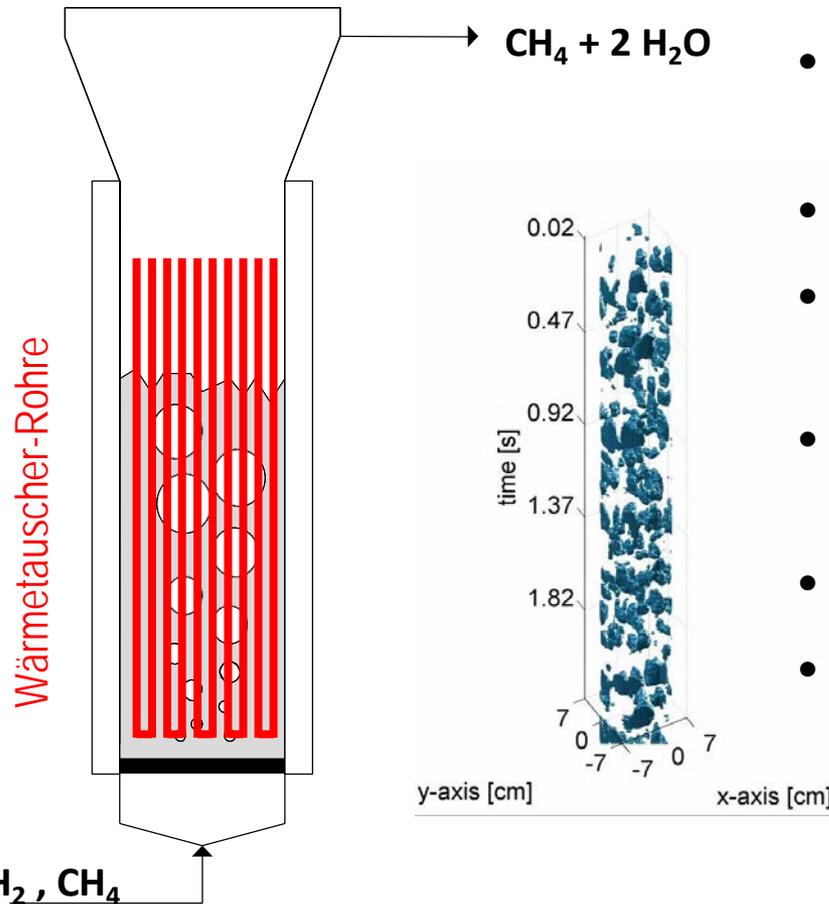


Methanisierungs-Reaktor



Gaskonditionierung

Merkmale Wirbelschicht Methanisierung

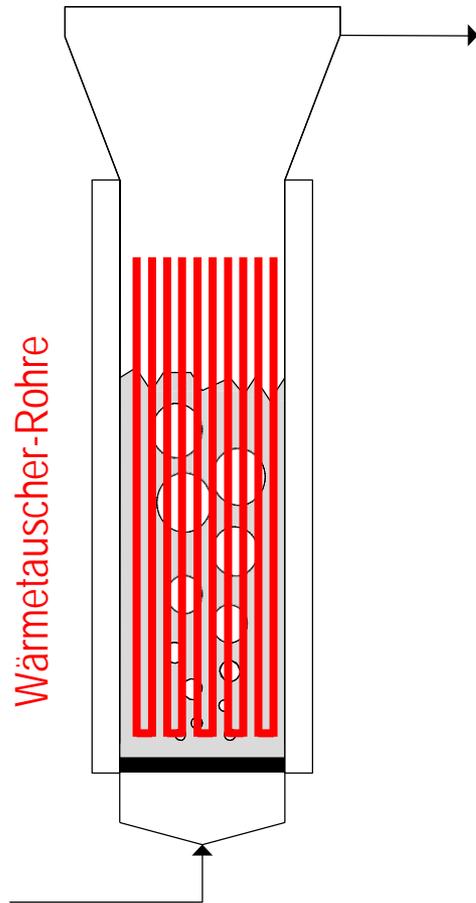


- Rohbiogas und Wasserstoff wirbeln durch Katalysator-Partikel (Nickel)
- $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- Wärmetauscher-Rohre nehmen Abwärme der Reaktion auf
- Guter Wärmeaustausch durch aufsteigende Blasen: isothermer Betrieb!
- Temperatur frei wählbar
- Stoffaustausch hängt von Bedingungen ab

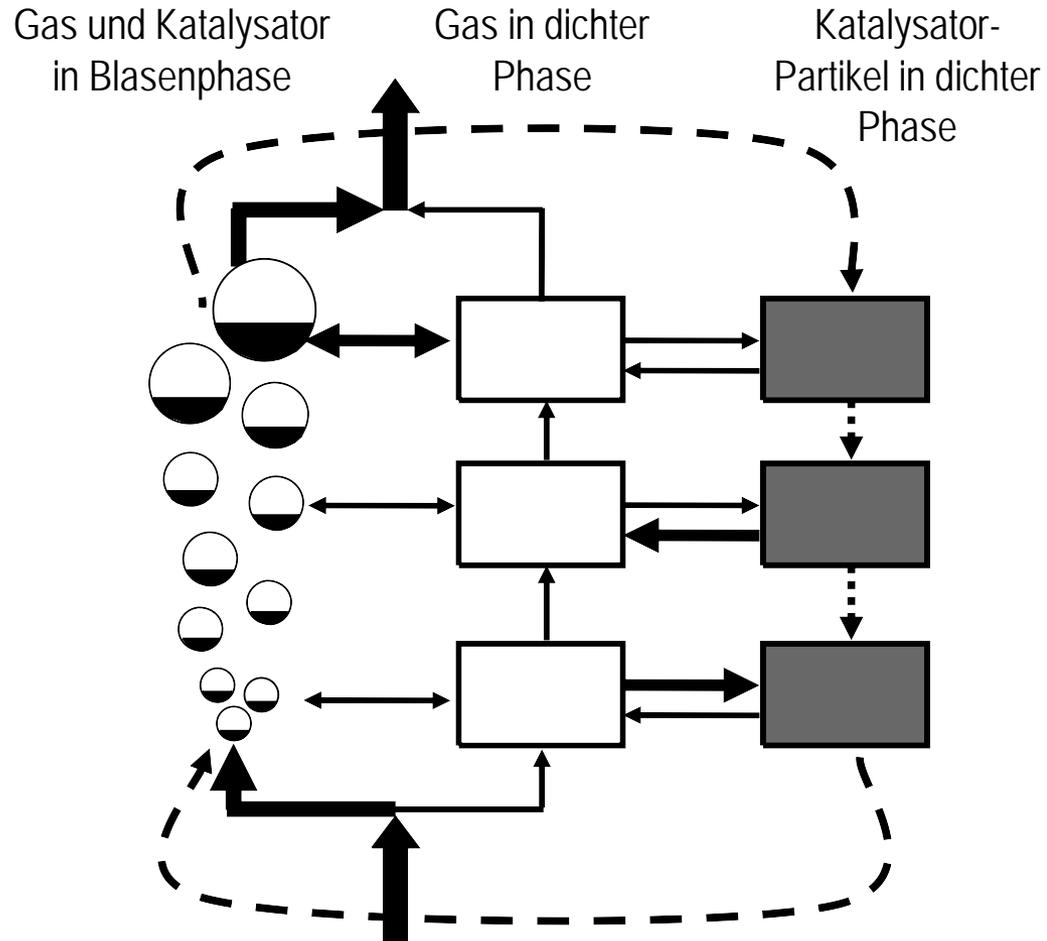
Wirbelschicht

Wirbelschicht Methanisierung

Regelmässige Durchmischung steigert Robustheit gegen Verkokung

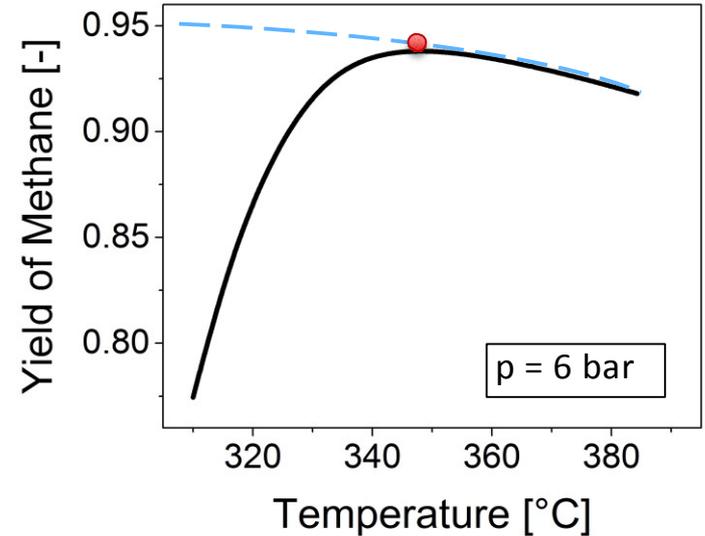
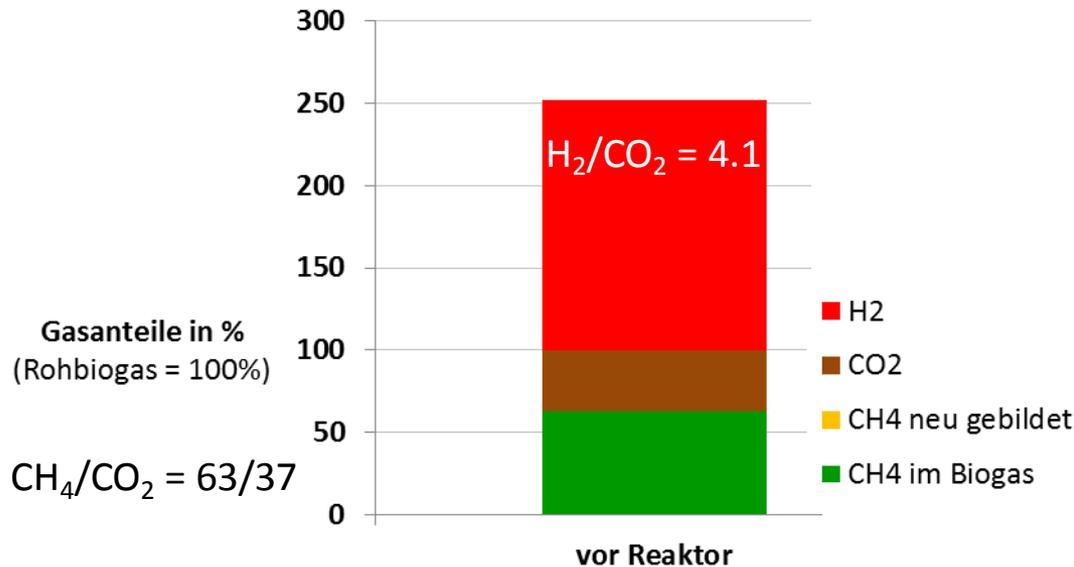


Wirbelschicht



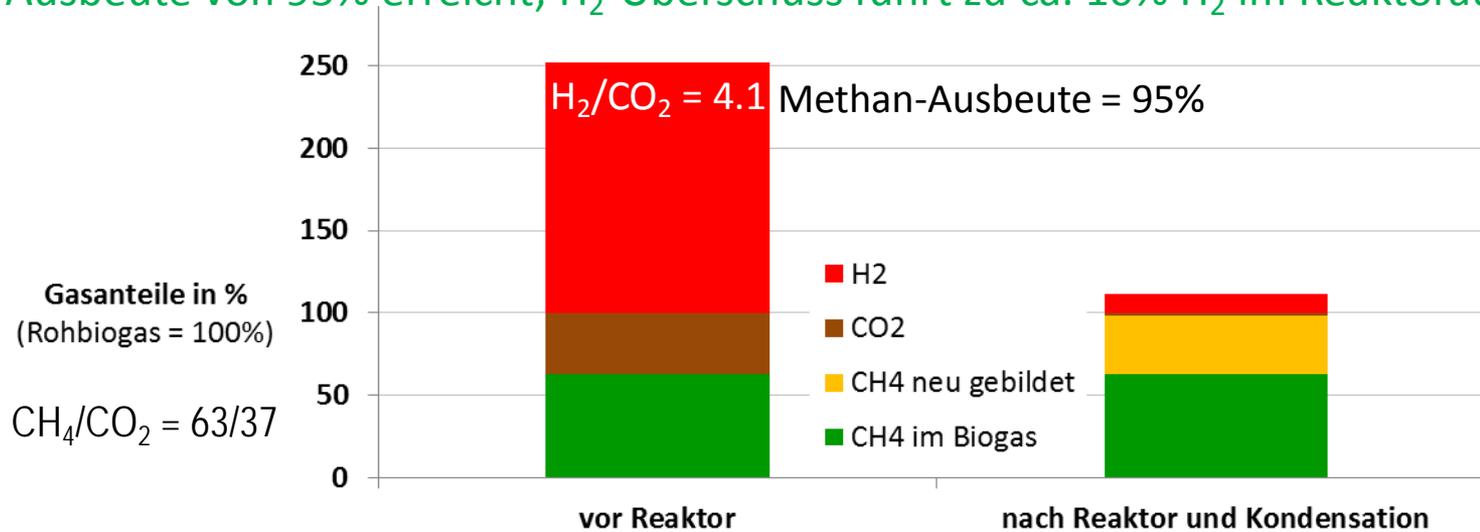
Direkte Methanisierung von Biogas

Kinetik und Thermodynamik verursachen ein Maximum in der Methan-Ausbeute



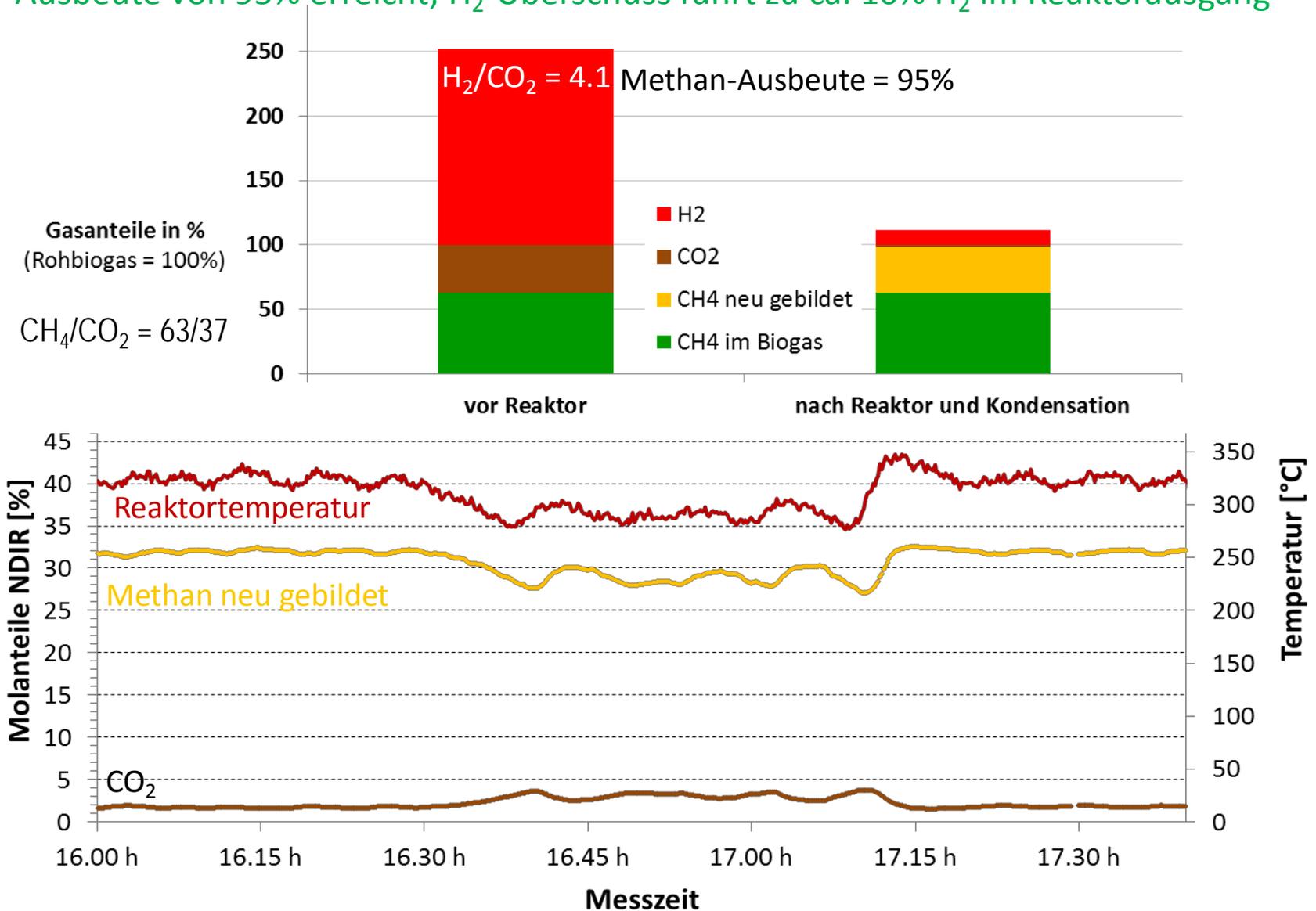
Inbetriebnahme COSYMA (Flaschengas: CH₄ im Biogas durch N₂ ersetzt)

Ausbeute von 95% erreicht; H₂-Überschuss führt zu ca. 10% H₂ im Reaktorausgang



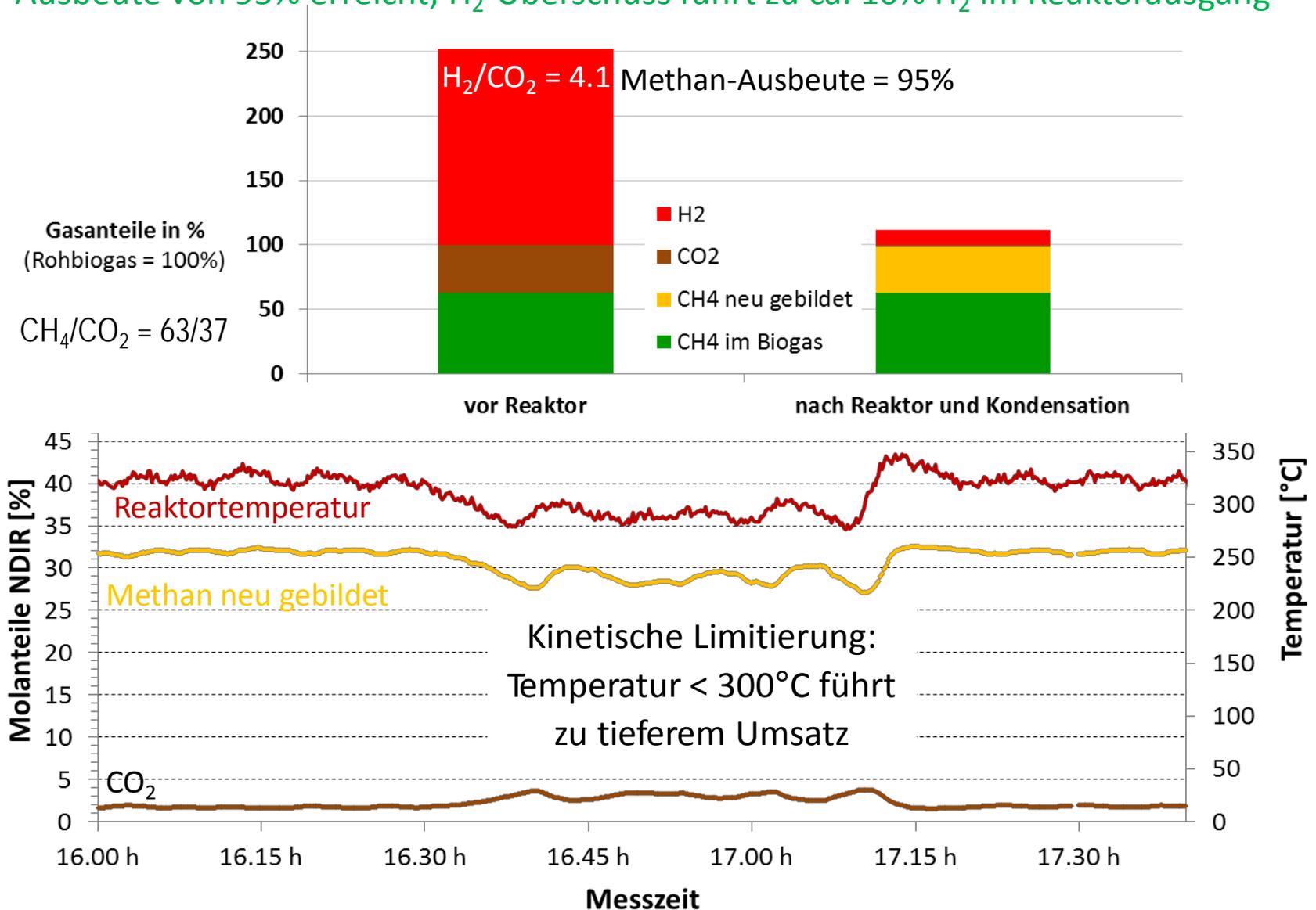
Inbetriebnahme COSYMA (Flaschengas: CH₄ im Biogas durch N₂ ersetzt)

Ausbeute von 95% erreicht; H₂-Überschuss führt zu ca. 10% H₂ im Reaktorausgang



Inbetriebnahme COSYMA (Flaschengas: CH₄ im Biogas durch N₂ ersetzt)

Ausbeute von 95% erreicht; H₂-Überschuss führt zu ca. 10% H₂ im Rektorausgang



Wirbelschicht Methanisierung von Biogas

Forschung und Prozessentwicklung, um Technologietransfer vorzubereiten

Mikro-Wirbelschicht
(TRL 2/3):
Vorversuche

COSYMA (TRL 4/5):
Dauerversuch unter
Real-Bedingung

GanyMeth
(TRL 6):
Hochskalierung



Weiteres Vorgehen

- Transport COSYMA vom PSI nach Werdhölzli (10.1.2016)
- Inbetriebnahme COSYMA in Werdhölzli
- Einspeisen des Biomethan in das Erdgasnetz
- Dauerversuch 1000 h im Frühjahr 2017

- Anlass am 5. April 2017 in Werdhölzli, in dessen Rahmen erste Ergebnisse vorgestellt werden und die Anlage besichtigt werden kann

- Nachfahren im Pilotreaktor (160 kW):
Test Scale-up-Effekte, Validierung Reaktorsimulation.

Besten Dank

Andreas Kunz

Leiter Projektrealisierung

Energie 360° AG
Erneuerbare Energien
Aargauerstrasse 182
Postfach 805
8010 Zürich

Direktwahl 043 317 24 79

andreas.kunz@energie360.ch
www.energie360.ch

Dr. Tilman Schildhauer

Senior Scientist

Paul Scherrer Institut
Labor für Thermische Prozesse

5232 Villigen PSI

Direktwahl 056 310 27 06

tilman.schildhauer@psi.ch
www.psi.ch