

# Integrated High-Temperature Electrolysis and METHanation for Effective Power to Gas Conversion

M. Gruber<sup>1</sup>, S. Harth<sup>1</sup>, D. Trimis<sup>1</sup>, S. Bajohr<sup>1</sup>, O. Posdziech<sup>2</sup>, J. Brabandt<sup>2</sup>, W. Köppel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie, Engler-Bunte-Institut

<sup>2</sup>Sunfire GmbH

<sup>3</sup>DVGW Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut

## Projektziele:

- Thermische Integration von Hochtemperatur-Dampfelektrolyse und CO<sub>2</sub>-Methanisierung (bis zu 30 bar)
- Machbarkeitsnachweis eines hocheffizienten PtG Prozesses
- Technische Realisierbarkeit von Wirkungsgraden:

$$\eta_{PtG} = \frac{\dot{n}_{CH_4} \cdot H_{o,CH_4}}{P_{el}} > 85 \%$$

- Methanproduktion: 30 - 60 kW<sub>CH<sub>4</sub></sub>

## Übliche PtG Systeme

Wirkungsgrade bis zu 61 %

Verwendung von

- Alkalische Elektrolyse: Stand der Technik
- PEM-Elektrolyse: Erste Produkte im MW<sub>el</sub> –Bereich, wenig Praxiserfahrung

Die PtG Technologie in Kombination mit thermisch integrierter Hochtemperatorelektrolyse ermöglicht deutlich höhere Strom – Gas (– Strom) Wirkungsgrade

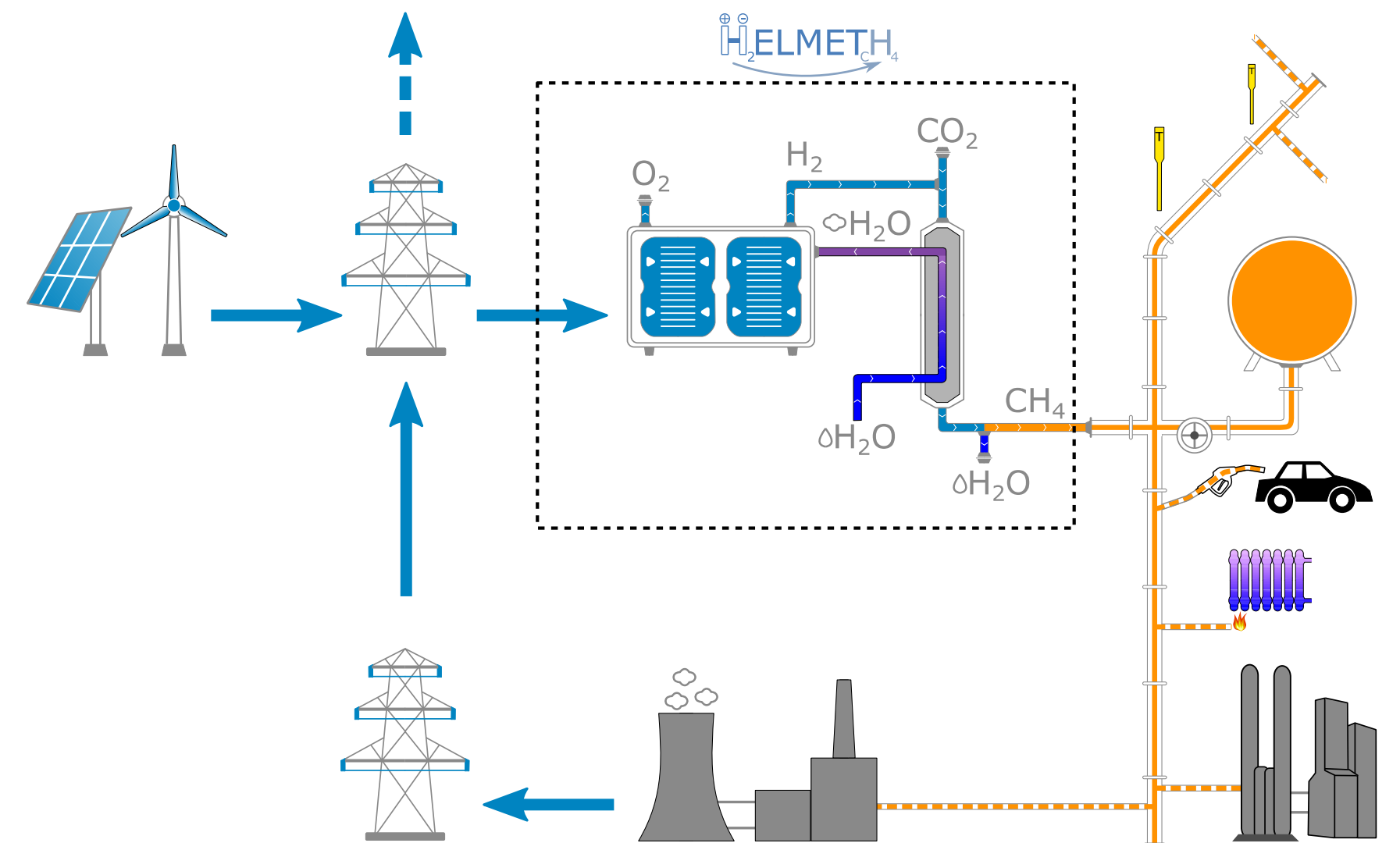


Abb. 1) Power to Gas Prozesskette

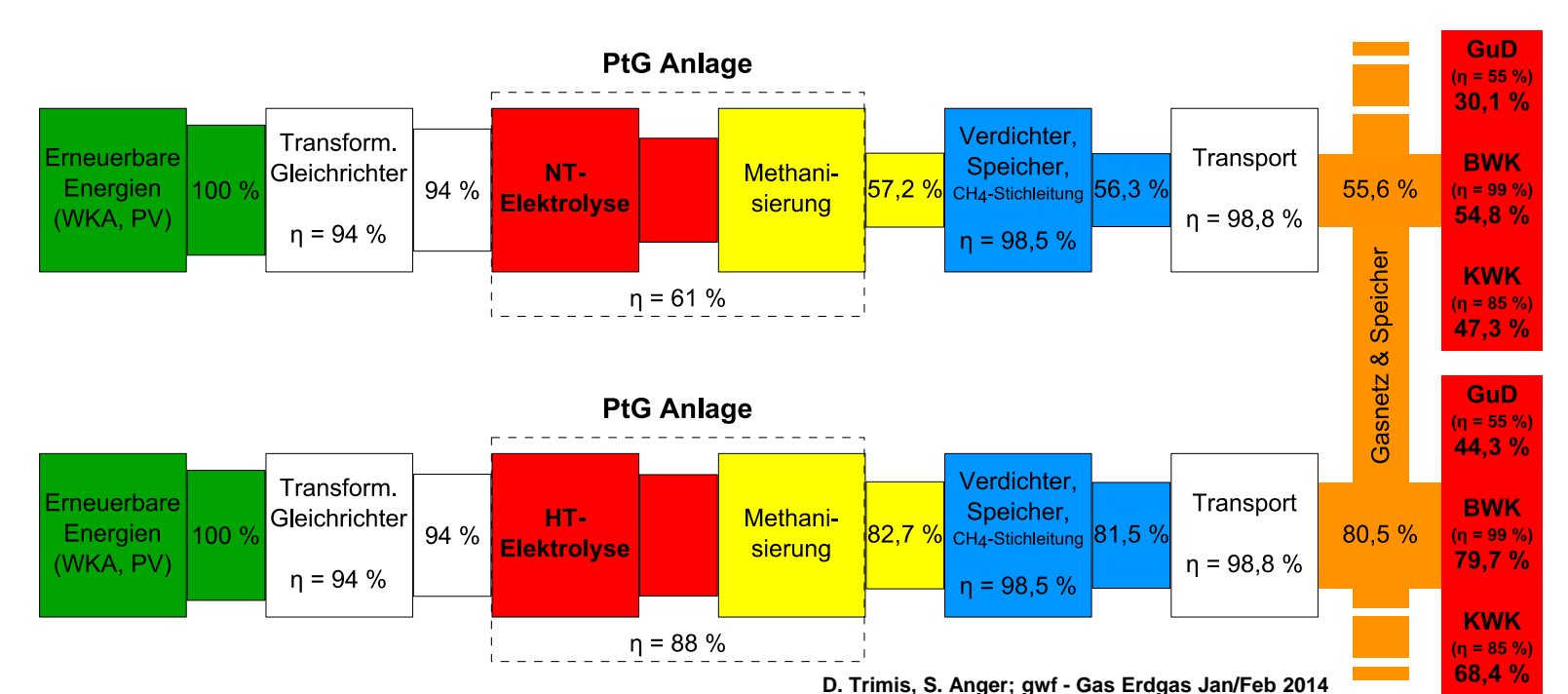


Abb. 2) Vergleich verschiedener PtG Wirkungsgradketten

## Schlüsseltechnologien des Projekts:

### Hochtemperatur-Dampfelektrolyse (Solid Oxide Electrolysis Cell – SOEC)

- Verminderter Energieverbrauch gegenüber NT-Elektrolyse

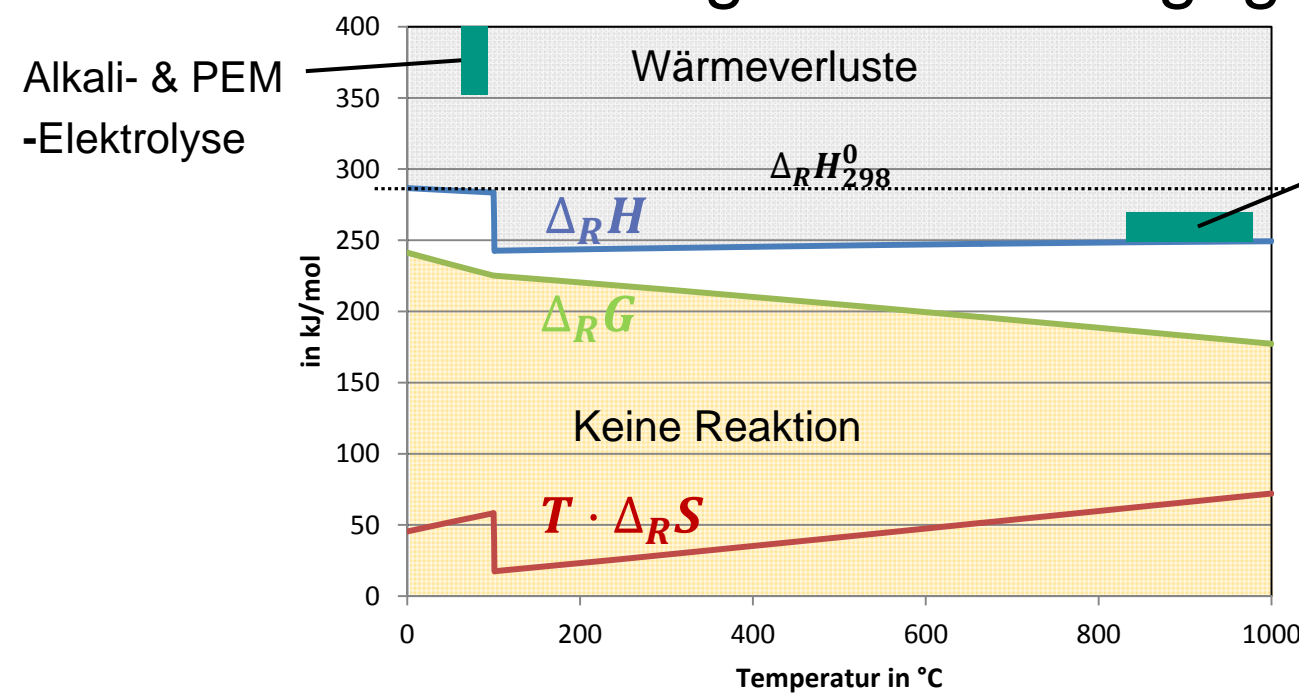


Abb. 3) Arbeitsbereich NT- und HT-Elektrolyse

- Einsatz der ersten unter Druck betriebenen SOEC (zunächst 15 bar)
- Betriebstemperatur 800°C
- Stromdichten > 1,0 A/cm<sup>2</sup>

Kopplung & Thermische Integration



Abb. 4) SOEC Modul

### Weitere Projektziele:

- Katalysator Auswahl und Optimierung
- Entwicklung von Hochtemperatur Wärmeübertragern mittels DMLS Technologie
- LCA und Evaluation von Betriebsszenarien
- Co-Elektrolyse: Gleichzeitige Zufuhr von Dampf und CO<sub>2</sub> → Potenzielle weitere PtG Wirkungsgradsteigerung

### Katalytische CO<sub>2</sub>-Methanisierung

- $CO_2 + 4 \cdot H_2 \rightleftharpoons CH_4 + 2 \cdot H_2O$   $\Delta_R H^0 = -165 \text{ kJ/mol}$
- Betrieb unter erhöhtem Druck (30 bar)

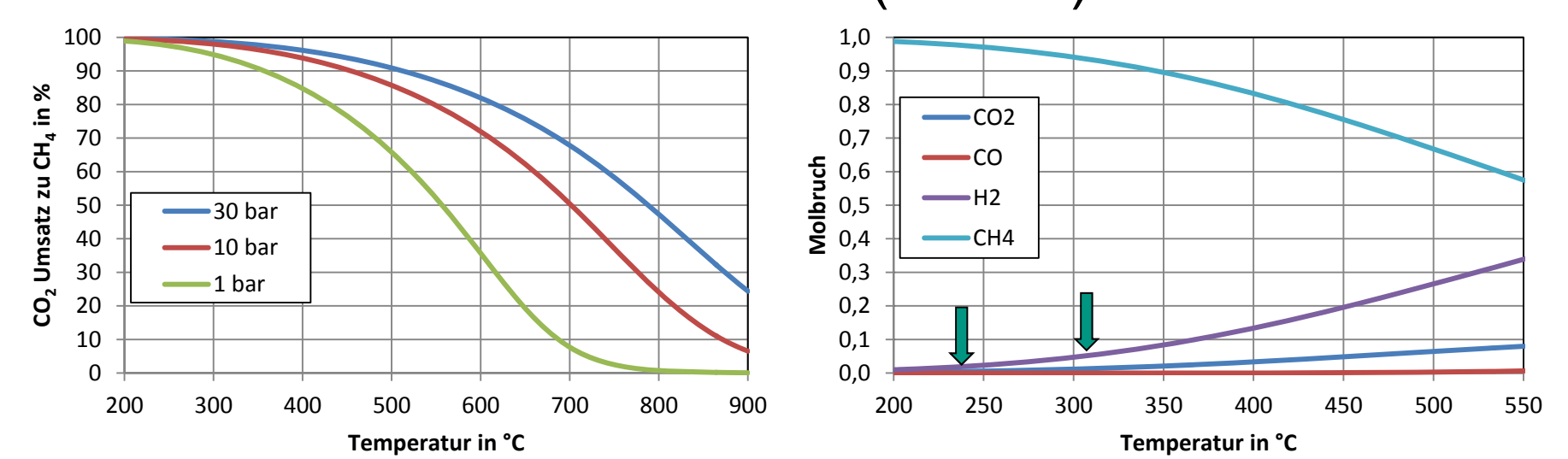


Abb. 5) CO<sub>2</sub> Umsatz einer stöchiometrischen CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub> Mischung links und Gleichgewichtszusammensetzung wasserfrei rechts

- Erdgas-Substitut soll (zukünftige) Qualität-Standards erfüllen. Wasserstoffgehalt < 2 bzw. 5 Vol.-%
- Wirtschaftlicher Einsatz verfügbarer Katalysatoren ab 300°C
- Mehrstufiges Modul mit gekühlten Reaktoren
- Kontinuierliche Dampferzeugung
- Modulation von 20 – 100 % Last und Standby-Betrieb

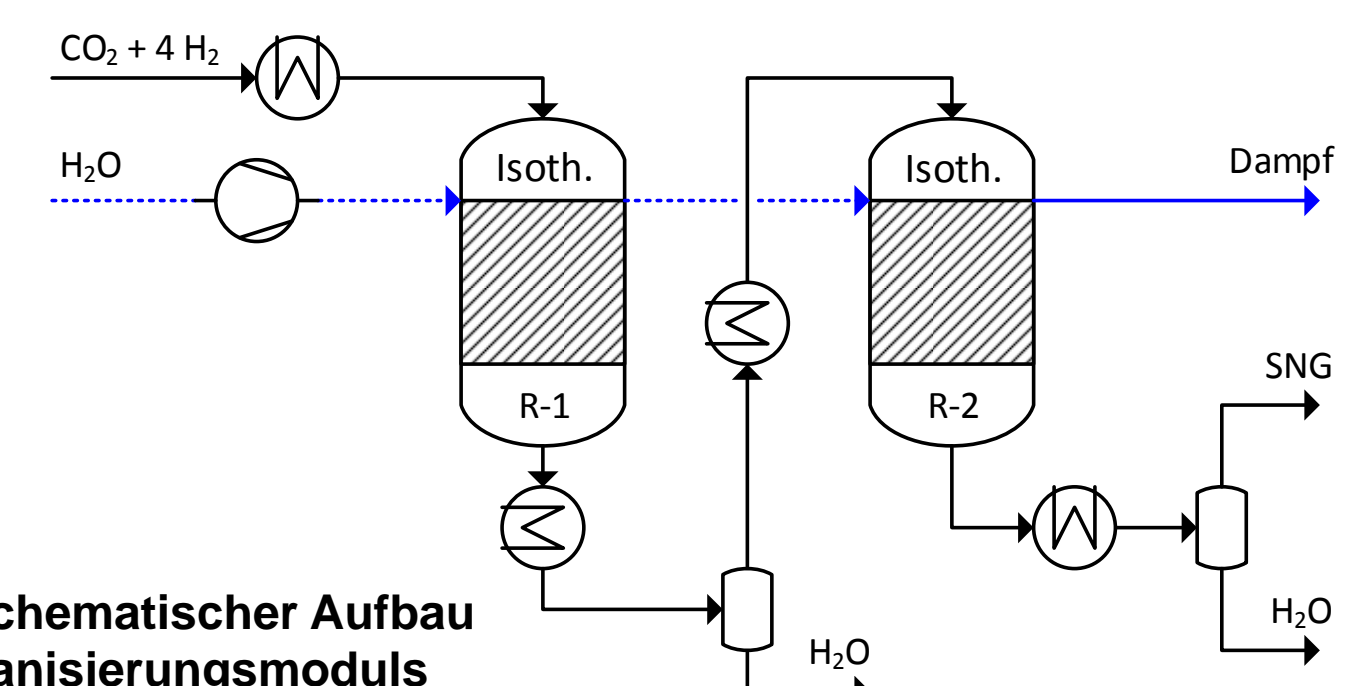


Abb. 6) Schematischer Aufbau des Methanisierungsmoduls

Hoch effizienter PtG Prozess mit Wirkungsgraden > 85% ist nach realistischen Berechnungen mit dem gewählten Konzept & Komponenten erreichbar. Kopplung für Ende 2016 geplant

[www.helmeth.eu](http://www.helmeth.eu)