

Die Umwandlung
volatiler erneuerbarer Energien in
chemische Energieträger ermöglicht eine
einfache Kopplung von Strom- und Gasnetzen.



Dreiphasen-Methanisierung (Power-to-Gas)

Pilotanlage

Betriebsparameter:

- Edukte: Synthesegas (H_2 , CO_2/CO)
- Produkte: Methan (CH_4), Abwärme
- Leistung: 100 kW (Produkt CH_4)
- Druck: 1–20 bar
- Temperatur: 250–330 °C
- Blasensäulenreaktor: $\varnothing_i = 250$ mm

Anlagengröße:

Die Anlage in einem umgebauten 40-Fuß-Container kann rund 50 Haushalte mit Methan versorgen.

Dynamischer Betrieb:

Lastwechsel von 0 bis 100 Prozent in einer Minute

Betriebsstabilität:

mehrere erfolgreiche Versuchskampagnen bis zu 100 Stunden, insgesamt 600 Stunden Methanisierungsbetrieb

Effizienz:

Die Effizienz der Dreiphasen-Methanisierung beträgt bis zu 80 Prozent und lässt sich durch Verwendung der entstehenden Prozesswärme ($T > 250$ °C) weiter erhöhen.

Methanisierung ist eine vielversprechende Technologie, um volatile erneuerbare Energien in chemische Energieträger umzuwandeln. Bei der Dreiphasen-Methanisierung handelt es sich um ein katalytisches Verfahren, das sich enorm dynamisch betreiben lässt, sodass die Umwandlung mit hoher Effizienz geschieht. In einem Blasensäulenreaktor wird eine Mischung der Gase H_2 und CO_2 oder CO in eine Suspension aus inerte Flüssigkeit und Katalysatorpartikeln dispergiert – dies ergibt drei Phasen. Auf der Oberfläche des Katalysators reagieren diese Gase schließlich zu Methan. Hohe Umsatzraten und hohe Produktselektivität ermöglichen große Methanausbeuten. So können beim Betrieb der Pilotanlage 10 m^3/h Methan fast ohne Nebenprodukte produziert werden. Die hohe Wärmekapazität der inerten Flüssigkeit erlaubt Lastwechsel von 0 bis 100 Prozent innerhalb einer Minute und die Nutzung der als Nebenprodukt anfallenden Abwärme auf hohem Temperaturniveau. Das erzeugte Methan lässt sich in die bestehende Gasinfrastruktur mit ihrer großen Energiespeicher- und Transportkapazität einspeisen und für alle Erdgasanwendungen nutzen.

Blick in den Prozessraum mit den Hauptkomponenten Gasversorgung, Blasensäulenreaktor und Kondensatkühler (von links).

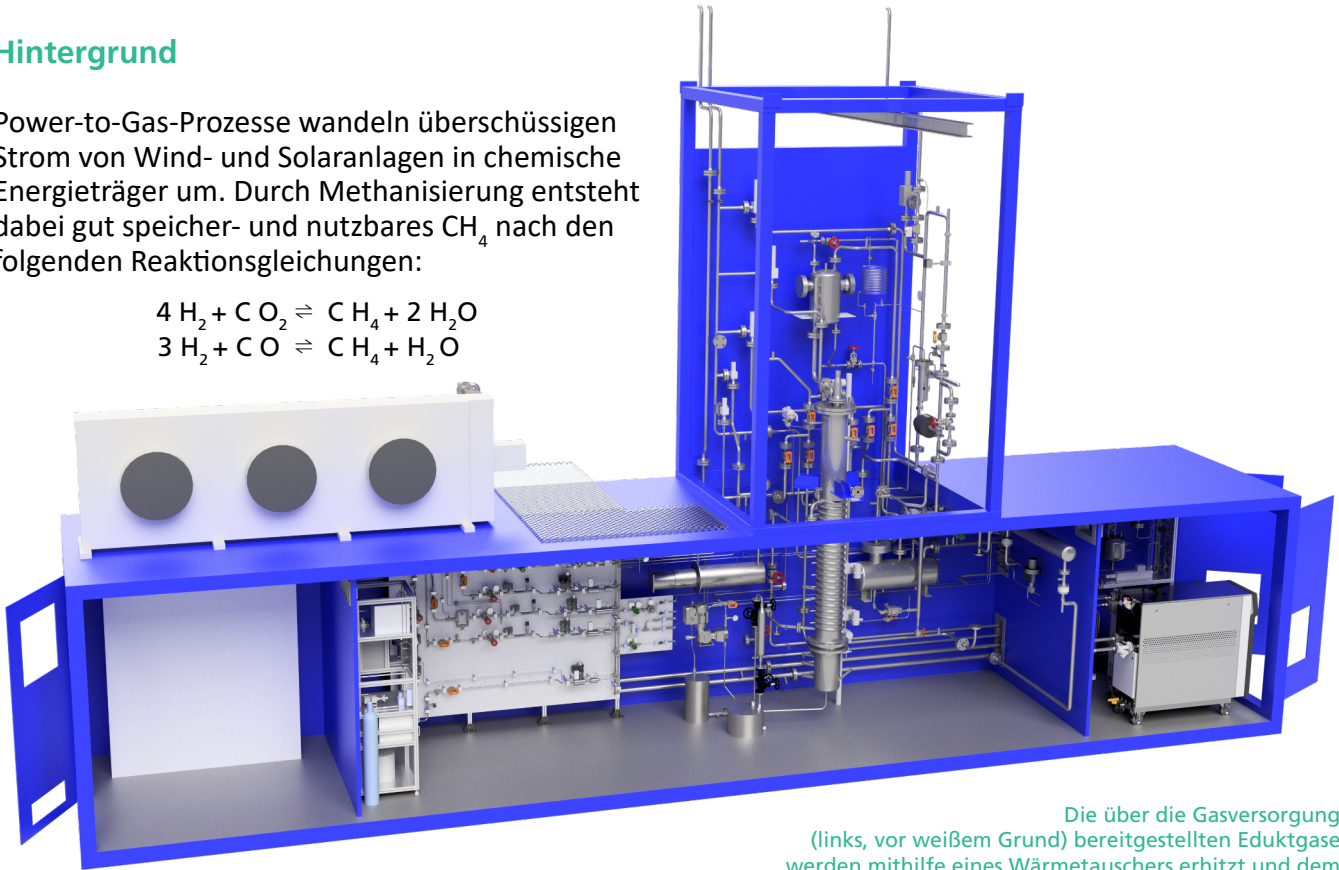
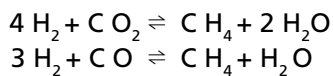




Dreiphasen-Methanisierung (Power-to-Gas)

Hintergrund

Power-to-Gas-Prozesse wandeln überschüssigen Strom von Wind- und Solaranlagen in chemische Energieträger um. Durch Methanisierung entsteht dabei gut speicher- und nutzbares CH_4 nach den folgenden Reaktionsgleichungen:



Die über die Gasversorgung (links, vor weißem Grund) bereitgestellten Eduktgase werden mithilfe eines Wärmetauschers erhitzt und dem Blasensäulenreaktor von unten zugeführt. Das dort entstehende Produktgas wird anschließend gekühlt, von entstehendem Kondensat befreit und steht für die weitere Nutzung zur Verfügung. Anhand der Thermostate (rechts) kann die Temperatur im Reaktor geregelt werden, und Wärme kann für weitere Prozesse ausgekoppelt werden.

Abbildung: Raphael Küchlin

Dreiphasen-Methanisierung – Pilotanlage

Das EBI ceb betreibt am Energy Lab 2.0 eine Pilotanlage, um das Konzept der Dreiphasen-Methanisierung (3PM) weiterzuentwickeln. Dabei liegt der Fokus auf der Reaktionskinetik, der Hydrodynamik und dem Stofftransport bei katalytischen Prozessen in dynamisch betriebenen Blasensäulenreaktoren. Durch die Reaktorgröße der 3PM-Pilotanlage lässt sich der Einfluss von Wandeffekten entscheidend verringern. Darüber hinaus ermöglicht die Infrastruktur am Energy Lab 2.0 mehrtägige Dauerversuche, um beispielsweise die Langzeit-Betriebsstabilität nachzuweisen.

Vision

Die Einspeisung von Methan aus Power-to-Gas-Prozessen ermöglicht über die bestehende Gasinfrastruktur die weitere Nutzung von Erdgas-Anwendungen in Haushalten und Industrie. Wird dazu CO_2 oder CO aus Biomasse oder anderen regenerativen Quellen verwendet, ist der Gesamtprozess weitgehend CO_2 -neutral. Die Dreiphasen-Methanisierung kann darüber hinaus durch die hohe Lastflexibilität und die Nutzung der Abwärme auf hohem Temperaturniveau die Effizienz vieler Prozessketten wesentlich erhöhen.

Dr.-Ing. Siegfried Bajohr
Engler-Bunte-Institut, EBI ceb

Engler-Bunte-Ring 1
76131 Karlsruhe

siegfried.bajohr@kit.edu