

Hochkompakte und lastflexible Mikrokanalreaktoren wandeln volatile erneuerbare Energien um.



Lastflexible Power-to-Gas-Technologie

Hintergrund

Die Umwandlung volatiler Energie aus erneuerbaren Quellen zu Methan ist eine mögliche Lösung, um das Problem der zeitlich und wetterbedingt schwankenden Diskrepanz zwischen Energiebereitstellung und Energiebedarf zu überwinden. Zudem erlaubt ein solcher Prozess die Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität. Das produzierte Methan lässt sich im bereits existierenden Gasnetz speichern und unter anderem als Einsatzstoff für die chemische Industrie nutzen oder als Treibstoff für Schiffe einsetzen, deren Elektrifizierung aufgrund des hohen Energiebedarfs schwierig ist.

Wichtige Daten

- Ausgangsstoff: Synthesegas mit H₂ und CO₂ (und/oder CO)
- Produkt: CH₄
- Nominale Leistung: 100 kW (CH₄-Output)
- Druck: 1–20 bar
- Temperatur: 300–500 °C
- Gesamtes Reaktionsvolumen: 20 Liter
- Gestellbasierte Integration
- Nebenprodukt: Wasser (hochrein, keine weitere Aufreinigung nötig)

Fakten

- Skalierbar: 1000 m³ Methan pro m³ Reaktor und Stunde
- Methanausbeute je Reaktorstufe: ~90 Prozent (zweistufig für die Herstellung von SNG – synthetic natural gas)
- Dynamischer Betrieb: Anfahren vom Kaltzustand in weniger als 30 Minuten; Lastwechsel von 30 bis 100 Prozent pro Reaktormodul in weniger als einer Minute
- Strom-zu-Methan-Wirkungsgrad: bis zu 80 Prozent

Vorteile

Die Wasserstoffherstellung ist sehr lastflexibel. Der Umwandschritt zu Methan sollte es ebenfalls sein, damit keine größeren Pufferspeicher für Wasserstoff erforderlich sind. Die Nutzung ultrakompakter Mikrokanalreaktoren erlaubt, die hochgradig exotherme Methanisierungsreaktion auch unter Bedingungen großer Lastwechsel zu kontrollieren.

Der aus zwei Modulen bestehende Reaktor im Pilotmaßstab ist für eine Methanproduktion von 10 m³/h ausgelegt und wurde als Parallelstrang in der Anlage zur Dreiphasen-Methanisierung im Energy Lab 2.0 getestet. Der Katalysator liegt als feines Pulver im Reaktor vor; die Reaktionswärme wird unter Erzeugung von Dampf abgeführt. Der erzeugte trockene Dampf liegt bei ca. 10–20 bar und überhitzten Bedingungen von 350°C vor.

Dieser Dampf lässt sich als Eingangsstoff für eine Dampfelektrolyse einsetzen, was eine Effizienzsteigerung auf 75 bis 80 Prozent für die Umwandlung von Strom zu Methan ermöglicht.





Lastflexible Power-to-Gas-Technologie

Der Reaktor als Schlüsselement

Das KIT hat diese Technologie über die vergangenen Jahre entwickelt. Das innere Reaktordesign ist patentiert und lizenziert an das Unternehmen INERATEC, eine Ausgründung des KIT. Der große Vorteil des Reaktors liegt in seiner Kompaktheit, die auf der überragenden Effizienz der Wärmeabfuhr aus der Methanisierungsreaktion beruht. Dies ermöglicht die Nutzung der Wärme in der Power-to-Gas-Prozesskette und somit eine deutliche Steigerung der Gesamteffizienz. Darüber hinaus erlaubt die Kompaktheit sehr kurze Anfahrzeiten vom Kaltzustand der Anlage bis zum Betrieb.

Vision

Derzeit steht die Gesellschaft vor dem Problem unsicherer Energieversorgung. Nicht um der Resilienz willen, sondern auch zur lokalen Energieverteilung sind flexible und effiziente Anlagen erforderlich, wie diese Technologie sie ermöglicht. Dank der Kompaktheit des Reaktorsystems lassen sich Anlagen bis in den 100 MW-Bereich skalieren. Die gestellbasierte Bauweise vereinfacht die Herstellung. Damit ist die eigentliche Installationszeit gering, was die Hochlaufzeit der Power-to-Gas-Technologie verkürzt.

Foto: A. Bramsiepe (KIT)



Prof. Dr.-Ing. Peter Pfeifer
Institut für Mikroverfahrenstechnik

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

roland.dittmeyer@kit.edu



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KUNST



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR VERKEHR