

# EE-Methan aus CO<sub>2</sub>: Entwicklung eines katalytischen Prozesses zur Methanisierung von CO<sub>2</sub> aus industriellen Quellen

Philipp Biegger, Aaron Felder, Markus Lehner  
MU Leoben, Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes,  
8700 Leoben, Franz-Josef-Straße 18  
philipp.biegger@unileoben.ac.at, markus.lehner@unileoben.ac.at

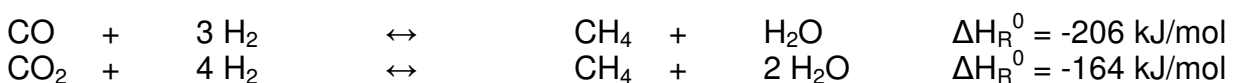
## Kurzfassung

*Die Herstellung von synthetischem Erdgas (EE-Methan) aus „grünem“ Wasserstoff, der aus der Elektrolyse von Überschussstrom aus erneuerbaren Energiequellen stammt und CO<sub>2</sub>, welches aus industriellen Punktquellen gewonnen wird, ist ein Weg zur wertschöpfenden CO<sub>2</sub>-Nutzung und gleichzeitig zur chemischen Energiespeicherung. Die Zielsetzung dieses Projektes ist es, einen auf die speziellen Randbedingungen der EE-Methanherzeugung abgestimmten katalytischen Prozess in theoretischen und experimentellen Untersuchungen zu entwickeln, der als zentrale Innovation den Katalysator in Wabenform in einem Hordenreaktorsystem verwendet. Das Projekt zielt auf den Bau einer Demonstrationsanlage nach Abschluss des Research Studios ab. Daher wird zum Projektende ein Basic Engineering für eine Demonstrationsanlage ausgearbeitet und die Übertragung vom Labormaßstab zum Prototypen geschaffen.*

## Einleitung

Das Projekt „EE-Methan aus CO<sub>2</sub>“ wurde im Herbst 2012 in der Sonderausschreibung im Rahmen der „Energieforschungsinitiative“ des BMWFJ eingereicht und Ende 2012 durch die FFG genehmigt. Der Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes an der Montanuniversität Leoben arbeitet gemeinsam mit der Firma PROFACTOR GmbH, dem Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz und dem Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften an der Technischen Universität Wien an der Entwicklung eines Methanisierungsverfahrens für CO<sub>2</sub>.

Durch den angestrebten Ausbau der erneuerbaren Energiezeugung wird es in Zukunft zu starken örtlichen und zeitlichen Schwankungen der zur Verfügung stehenden Strommenge kommen. Daher müssen Möglichkeiten zur Speicherung des Überschussstromes gefunden werden. Mittels Elektrolyse kann Wasserstoff aus Wasser und erneuerbarer elektrischer Energie erzeugt werden, welcher dann durch die heterogen-gaskatalytische Methanisierungsreaktion gemeinsam mit aus Industriequellen abgedehntem Kohlendioxid zu Methan bzw. „SNG“ (Substitute Natural Gas) umgesetzt wird.



Als CO<sub>2</sub>-Quellen kommen dabei vorrangig erschließbare CO<sub>2</sub>-Punktquellen in Frage, z.B. aus Biogas-, Biomasse- oder Industrieanlagen (Zementwerk, Stahlindustrie, Kraftwerke...). Die Herstellung von synthetischem Erdgas ist daher einerseits ein Weg zur wertschöpfenden CO<sub>2</sub>-Nutzung und gleichzeitig eine Möglichkeit zur chemischen

Energiespeicherung. Der bekannte Methanisierungsprozess muss auf die spezifischen Anforderungen im Kontext der Speicherung von Überschussstrom angepasst werden. Insbesondere sind der Wirkungsgrad durch verbesserte und effiziente Katalysatoren und Prozesse zu erhöhen sowie dezentrale, aber auch zentrale Aufstellungsvarianten auszuarbeiten, eine Modularisierung der benötigten Anlagen voranzutreiben und die Verfahrenskette technisch sowie wirtschaftlich optimal auszugestalten.

Die Herstellung von erneuerbarem Erdgas aus Strom wird auch als „Power to Gas“ bezeichnet und bietet die Möglichkeit zur Wärmenutzung, der Rückverstromung oder der gasförmigen Energiespeicherung. Vor allem in der großtechnischen Energiespeicherung haben gasförmige Energieträger, aufgrund der deutlich höheren Energiedichte, gegenüber anderen Speichersystemen Vorteile.

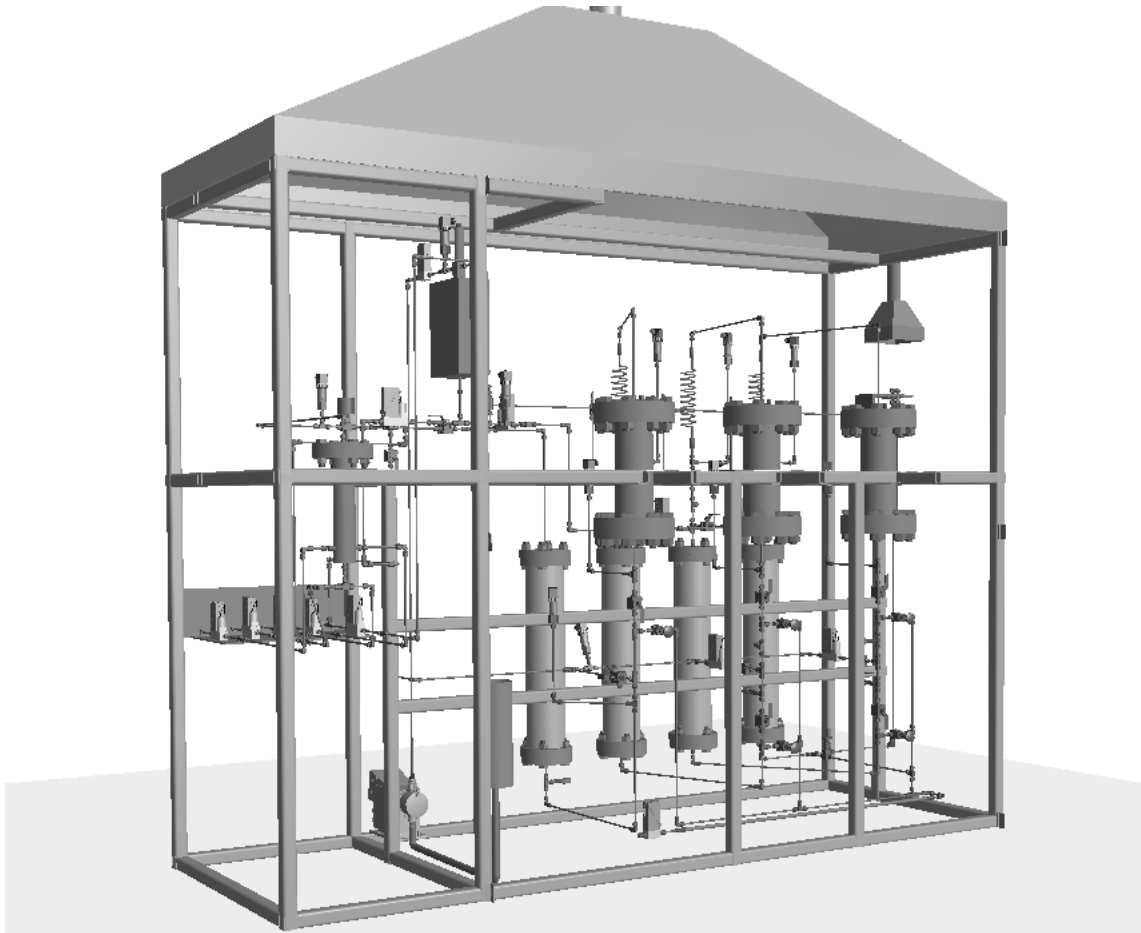
## **Ziele des Forschungsprojektes**

Die Zielsetzung des Forschungsprojektes ist es, einen auf die speziellen Randbedingungen der EE-Methanherzeugung abgestimmten katalytischen Prozess in theoretischen und experimentellen Untersuchungen zu entwickeln, der als zentrale Innovation den Katalysator in Wabenform in einem Hordenreaktorsystem verwendet. Die spezielle Katalysatorform in Kombination mit dem Hordenreaktor hat mehrere Vorteile gegenüber den bisher verwendeten Festbett- oder Wirbelbettkonzepten:

- Die Methanisierungsreaktion ist stark exotherm. Um ein ideales, nahezu isothermes Temperaturprofil im Reaktor zu erreichen, muss mit Zwischenkühlungen gearbeitet werden, was bei Verwendung von Wabenkatalysatoren in einem Hordenreaktorsystem besonders einfach realisiert werden kann.
- Zwischeneinspeisungen und –entnahmen sind einfach zu gestalten, was weitere positive Auswirkungen auf die Prozessführung hat.
- Gegenüber Fest- oder Wirbelbettreaktoren ist die Strömungsführung im mit Waben bestückten Hordenreaktor deutlich einfacher und zielgerichteter, der Druckverlust ist niedriger und darüber hinaus ist die Abrasion von Katalysatormaterial nicht zu befürchten.
- Der modulare Aufbau von Wabenreaktoren erleichtert einen problemlosen Scale-up und unterstützt das notwendige Ziel einer Modularisierung der benötigten Anlagen in hervorragender Weise.
- Der Einsatz von keramischen Waben mit Washcoat verspricht eine ausgezeichnete Kombination von Katalysatoraktivität und thermomechanischer Stabilität gepaart mit niedrigen Kosten.
- Das Reaktorkonzept ist sowohl für kleinere, dezentrale Einheiten als auch für zentrale Einheiten vorteilhaft einsetzbar.
- Darüber hinaus ist zur Gesamtbewertung des Verfahrens eine begleitende ökonomische und ökologische Betrachtung des Gesamtprozesses angestrebt, um die Auswirkung von technischen Entscheidungen im Entwicklungsprozess frühzeitig aufzuzeigen und letztlich neben der technischen Machbarkeit die Wirtschaftlichkeit und die Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz des Verfahrens aufzuzeigen.

Im Zuge des Projektes wird eine Laboranlage mit Gasdurchsätzen im Bereich weniger m<sup>3</sup>/h errichtet werden. Diese Anlage umfasst bis zu drei in Serie geschaltete Reaktoren zur Untersuchung der Wabenprototypen (siehe Abbildung 1). Nach Abschluss von Versuchen mit synthetischen Gasmischungen werden reale Gasproben herangezogen und die Katalysatoren eingehend auf Alterungs- und Vergiftungserscheinungen untersucht. Die

Ergebnisse fließen in die Herstellung der nächsten Prototypen ein. Die Aufbereitung des Gasgemisches aus dem Methanisierungsreaktor durch Membranverfahren wird theoretisch und experimentell untersucht. Begleitend werden ökologische und ökonomische Bewertungen dieses Verfahrens angestellt, um Wirtschaftlichkeit und Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz sicherzustellen.



**Abbildung 1: 3D-Schema der geplanten Versuchsanlage**

Die Ergebnisse sollen eine Basis für die Dimensionierung und Ausführung von Methanisierungsanlagen – aufbauend auf einem neuen innovativen Hordenreaktor mit keramischen Katalysatorwaben – zur Verwertung von CO<sub>2</sub> aus industriellen Punktquellen sowie der chemischen Speicherung von elektrischer Energie in Form von einspeisbarem synthetischen Erdgas liefern und die Grundlagen zum Bau einer Demonstrationsanlage schaffen. Die Entwicklung von wabenförmigen Katalysatoren zur Methanisierung ist ein aussichtsreicher Weg zur Senkung der Investitions- und Betriebskosten des Verfahrens. Zusätzlich kann durch den modularen Aufbau die Anlagengröße einfacher skaliert und dadurch die Anwendungsfelder erweitert werden.

## **Zusammenfassung**

Die Entwicklung und Untersuchung eines neuartigen Verfahrenskonzeptes mit wabenförmigen Katalysatoren verspricht eine Verbesserung und Weiterentwicklung der Technologie. Das Projekt zielt auf den Bau einer Demonstrationsanlage ab. Daher kann bei positivem Abschluss einen wesentlichen Beitrag zur Etablierung der Methanisierung als Speichertechnologie geleistet werden.