

# Verfahrensentwicklung für den Einsatz der biologischen Methanisierung in der zweistufigen Biogaserzeugung; Teilvorhaben 1: Untersuchung Festbettfermenter und volldurchmischter Reaktor (BioHydroMethan)

## Thema

Der geplante Ausbau von Erneuerbaren Energien in Deutschland erfordert beträchtliche Speicherkapazitäten für elektrische Energie, die in dieser Größenordnung nur von chemischen Energieträgern zur Verfügung gestellt werden kann. Die biologische Methanisierung von Wasserstoff im Biogasfermenter ist dabei eine vielversprechende Alternative zur katalytischen Methanisierung. Im Rahmen des Projektes soll speziell die zweistufige Variante mit separater Hydrolyse und der gezielte Wasserstoffeintrag in der Methanisierungsstufe untersucht werden. Besonderer Vorteil dieses Ansatzes ist, dass das im Biogasprozess entstehende Kohlenstoffdioxid mit Hilfe von hydrogenotrophen Methanbakterien fast vollständig zu Methan umgesetzt und mit einem im Vergleich zu herkömmlichem Biogas deutlich geringerem Aufbereitungsaufwand in das Erdgasnetz wie Biomethan eingespeist oder als Kraftstoff verwendet werden kann.

## Ziele

Im Rahmen dieses Verbundvorhabens, das aus 3 Teilprojekten besteht, sollen verfahrenstechnische Untersuchungen mit verschiedenen Reaktorausführungen, wie Festbett-, volldurchmischten und Membranreaktoren im Labormaßstab durchgeführt werden. Fundamental ist dabei die Entwicklung einer Technik zum möglichst feinblasigen Eintrag von Wasserstoff in die Fermenterflüssigkeit, um damit eine optimale Versorgung der Methanbakterien zu erreichen. Zudem wird der Einfluss von Blasengröße und -zugabe sowie die Gestaltung des Blasenaufstiegs auf die Übergabeeffizienz an die Fermenterflüssigkeit und die Methanbakterien untersucht. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf der Veränderung der Biozönose in den Methanisierungsreaktoren durch Zugabe von Wasserstoff liegen.

## Aufgaben der Landesanstalt im Projekt

Das Verbundvorhaben wird von der Landesanstalt koordiniert. Es sollen vier identische druckfreie Festbettreaktoren geplant, aufgebaut und mit diverser Messtechnik ausgestattet werden. Des Weiteren soll eine maßgeschneiderte Steuerungssoftware für die Methanisierung mit Hilfe von Wasserstoff programmiert werden. Mit einem robusten Biofilm auf dem Festbett werden Durchflussversuche mit Variation in der Temperatur (mesophil, thermophil), Wasserstoffmenge (halbstöchiometrisch, vollstöchiometrisch), automatisierten bedarfsbezogenen Anpassung der Wasserstoffmenge, Raumbelastung und Förderung von hydrogenotrophen Mikroorganismen durchgeführt werden. Im Anschluss sollen die Ergebnisse auf die Parxis übertragen werden.

In einer zweiten Druckanlage zur Methanisierung mit Hilfe von Wasserstoff soll die Fermentergeometrie dahingehend verbessert werden, dass das gasförmige Substrat Wasserstoff besser genutzt werden kann. Des Weiteren sollen Untersuchungen zum Einfluss des Betriebsdrucks (Druckstufen: 1,5, 3, 5, 9 bar) und Betriebstemperatur (mesophil - thermophil) auf die Konversionseffizienz und maximalen Beladungsraten durchgeführt werden.

## Aktueller Stand

Das Projekt konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Der Abschlussbericht liegt dem Projektträger in der finalen Version vor. Es konnte gezeigt werden, dass eine stabile biologische Methanisierung mit Hilfe von Wasserstoff über eine lange Versuchsdauer umgesetzt und der Methangehalt durch den hinzugegebenen Wasserstoff gesteigert werden kann.

In der Untersuchung mit druckfreien 100 L Festbettreaktoren mit einer Venturi-Düse als Eintrags-technik konnte die reaktionsvolumenbezogene Methanbildungsrate ( $MPR_L$ ) auf  $1,20 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  mit der vollstöchiometrischen Wasserstoffzugabe erhöht werden. Durch die Erhöhung der Prozesstemperatur konnte in diesem Reaktor keine Steigerung des Methangehalts erreicht werden.

In weiteren Untersuchungen im Anaerobfilter unter 1,5 bar und mit Sinterfilter als Eintragstechnik konnten eine  $MPR_L$  von bis zu  $2,82 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  erreicht werden. Eine Druckbeaufschlagung führte



M.Sc. Lukas Illi

M.Sc. Bernhard Lecker

B.Sc. Daniel Riehle

Dr. Hans Oechsner

Förderung:  
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

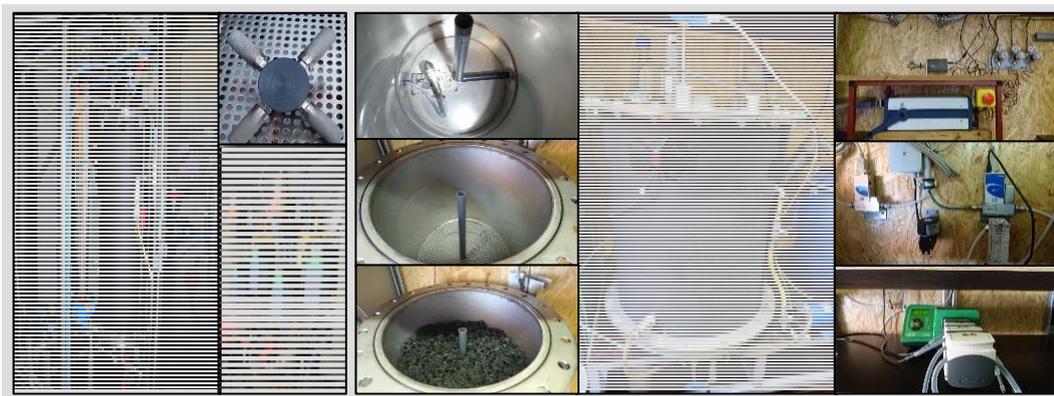
Förderkennzeichen:  
22400514

Partner:  
DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) - Bereich Wasserchemie und Wassertechnologie

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB)

Laufzeit:  
01.05.2015 – 31.05.2020

hier zu keiner weiteren Steigerung der Methanproduktion. Durch eine Verbesserung der Reaktorgeometrie in Form von spindelförmigen Einbauten und einer Temperaturerhöhung auf 45°C konnten  $MPR_L$  von bis zu  $3,05 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  erreicht werden.



Links: Automatisierte Druckanlagen zur Methanisierung mit Sinterfilter zur Wasserstoffzugabe; Rechts: Druckfreie 100L-Anlage zur Methanisierung mit Venturidüse zur Wasserstoffzugabe (Illi, 2018; Illi, 2017)

## Kontakt

Dr. Hans Oechsner

Email: [hans.oechsner@uni-hohenheim.de](mailto:hans.oechsner@uni-hohenheim.de)

Tel.: +49 (0)711 459- 22683

## Publikationen

- Lecker, Bernhard, Illi, L., Lemmer, A., Oechsner, H., 2017. Biological hydrogen methanation – A review. *Bioresour. Technol.* 245, 1220–1228. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2017.08.176>
- Power-to-Gas: Wasserstoffmethanisierung bei zweistufiger Prozessführung. 2. Fachforum: Biologische Methanisierung, OTTI e.V., Regensburg, 25.10.2016. Kurzvortrag
- Power-to-Gas: Wasserstoffmethanisierung bei zweistufiger Prozessführung. 2. Fachforum: Biologische Methanisierung, OTTI e.V., Regensburg, 25.10.2016. Poster
- Wasserstoffmethanisierung bei zweiphasiger Prozessführung: Optimierung und Variation der Prozessparameter, KTBL/FNR-Biogaskongress; Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Bayreuth, 27.09.2017. Poster
- Wasserstoffmethanisierung bei zweiphasiger Prozessführung: Variation der Wasserstoffzugabe, Biogas-Infotage 2019, renergie Allgäu e.V., Ulm, 30-31.01.2019. Poster
- Wasserstoffmethanisierung bei zweiphasiger Prozessführung: Variation der Prozesstemperatur, Biogas-Infotage 2019, renergie Allgäu e.V., Ulm, 30-31.01.2020. Poster