

Neuartiges ABRW-Biomethanisierungsverfahren zur Nutzbarmachung und Speicherung fluktuierender regenerativer Energien und CO₂-Emissionsminderung

MARTIN KUSIOR, OLIVER HORN, GÜNTER BUSCH, MARKO BURKHARDT

1 Einleitung

Durch Integration des ABRW-Verfahrens (Anaerobe bio-reaktive permeable Wand) soll durch Nutzung regenerativ erzeugten H₂ unter Reaktion mit CO₂, aus vielfältigen Quellen (BMA, BGA, KA usw.) stammend, die Einspeisung des Produktgases Methan (CH₄) ins Erdgasnetz gelingen. Dies führt zu einer realen CO₂-Kreislaufwirtschaft. Verschiedene Verfahren wie CSTR, FBR, MR, BSR oder RB werden derzeit zur biokatalytischen Methanisierung von H₂ und CO₂ eingesetzt. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren wurden bereits untersucht und diskutiert (Ullah Khan et al. 2017, Angelidaki et al. 2018, Thema et al. 2019). Eine hohe Methanbildungsrate (MBR) tritt in der Regel nur mit einer niedrigen CH₄-Konzentration auf (Jochum 2016). Untersuchungen der CSTR-Prozesse wurden eher im Bereich einer hohen MBR durchgeführt, während Untersuchungen des FBR oder des TBR in einem Bereich hoher CH₄-Konzentration ($c_{\text{CH}_4,\text{P}}$) erfolgten. Eine Nachreinigung des Produktgases ist somit erforderlich. Diese Arbeit erweitert das bestehende Verfahrensspektrum um das alternative ABRW-Biomethanisierungsverfahren (Busch und Burkhardt 2018).

2 Beschreibung der Technologie

Die gasförmigen Eduktgase durchströmen einen Biofilm, der von methanogenen Mikroorganismen auf einem durchlässigen Träger gebildet wird (Abb. 1). Die Druckdifferenz der reaktiven Wand ermöglicht den Transport der Edukte und Produkte in die gleiche Richtung und verhindert so Rückvermischung. Dadurch bleibt die hohe Methankonzentration erhalten. Aufgrund des konstanten Konzentrationsgradienten herrscht hohe Löslichkeit und Diffusion der Edukte in der flüssigen Phase, was zu einer konstant hohen Umsatzrate und einer ebenfalls erhöhten Methanbildungsrate führt.



Abb. 1: Biofilmbildung auf ABRW
(© Kusior)

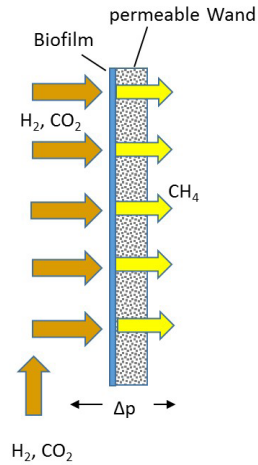


Abb. 2: Idealierte schematische Darstellung
des ABRW-Prinzips (© Kusior)

3 Experimenteller Aufbau

Für die Verifizierung wurden ein Aufbau und ein Versuchsprogramm durchgeführt. Die ABRW wurde in einer Rohrform angeordnet, bestehend aus einem äußeren gasdichten Reaktorrohr und einem inneren porösen Rohr als permeable Wand. Die Wand bestand aus gesinterterem Polyethylen mit einer Porengröße von 250 µm und war mit methanogenen Archaeen besiedelt. H₂ und CO₂ wurden im molaren Verhältnis 4:1 gemischt und durch einen MFC in den ringförmigen Raum zwischen den Rohren geleitet. Das Gas strömte durch die Wand, löste sich in der Flüssigkeit und diffundierte in den Biofilm, wo sich CH₄ und H₂O bildeten. Das Produktgas wurde aus dem inneren porösen Rohr abgeleitet, wobei die Produktgasdurchflussrate und die -zusammensetzung kontinuierlich gemessen wurden. Zur Befeuchtung des Biofilms auf der porösen Oberfläche wurde periodisch eine wässrige Nährlösung kopfseitig in das Rohr gegeben, die unterhalb des Rohres in einer Auffangflasche gesammelt wurde.

4 Ergebnisse

Im Versuchsprogramm wurde ein Biofilm auf der porösen Wand des ABRW-Reaktors etabliert. Die MBR betrug im Durchschnitt 21,1 m³_{CH₄}/(m³ · d) mit c_{CH₄,P,Ø} = 91,2% (Abb. 3). Der Verzicht auf Durchmischung führte zu geringerem technischem Aufwand und Eigenenergieverbrauch. Die Ergebnisse zeigen das Potenzial der biologischen Methanisierung mittels ABRW mit neuem

Aufbau und Verfahren. Weitere Untersuchungen und die Optimierung des Prozessdesigns werden im Rahmen des Projektes „CO₂Bi Nutzbarmachung und Speicherung fluktuierender regenerativer Energien und CO₂-Emissionsminderung – Anwendungsorientierte Qualifizierung des ABRW-Verfahrens zur Biomethanisierung“ durchgeführt, um die Leistungsgrenzen zu bestimmen und die Eignung alternativer CO- oder CO₂-Quellen wie Biomasse-Syngas, Schwachgas oder Abgase zu prüfen.

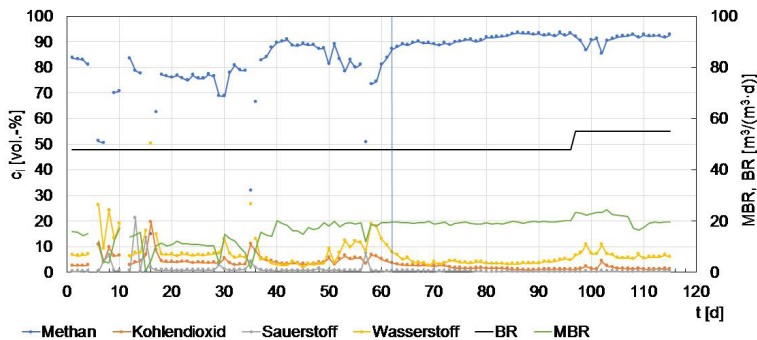


Abb. 3: Resultate des Versuchsbetriebes eines ABRW-Reaktors (© Kusior)

Literatur

- Angelidaki, I.; Treu, L.; Tsapekos, P.; Luo, G.; Campanaro, S.; Wenzel, H.; Kougias, P. G. (2018): Biogas upgrading and utilization: Current status and perspectives. *Biotechnology advances* 36(2), pp. 452–466
- Busch, G.; Burkhardt, M. (2018): Biologischen Methanisierung von Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff mittels einer anaerob-bioreaktiven permeablen Wand. Biogas Innovationspreis der Deutschen Landwirtschaft 2018, Biogasinnovationskongress 2018, Osnabrück
- Jochum, O. (2016): Biological methanation – product performance under various process conditions. In: J. Held: conference proceedings. 3rd international conference on renewable energy gas technology. 10.–11. Mai, Malmö
- Thema, M.; Weidlich, T.; Hörl, M.; Bellack, A.; Mörs, F.; Hackl, F. (2019): Biological CO₂-Methanation: An Approach to Standardization. *Energies* 12(9), pp. 1670
- Ullah Khan, I.; Hafiz Dzarfan O., M.; Hashim, H.; Matsuura, T.; Ismail, A. F.; Rezaei-DashtArzhandi, M.; Wan Azelee, I. (2017): Biogas as a renewable energy fuel – A review of biogas upgrading, utilisation and storage. *Energy Conversion and Management* 150, pp. 277–294

Förderhinweis

Die Autoren bedanken sich für die Förderung durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (FKZ: 2220NR200A).