

Mikro-Überlebenskünstler: Archaeen bewältigen biologische Methanisierung trotz Asche und Teer

Neu entwickeltes Verfahren zur Kopplung von Vergasung und biologischer Methanisierung erschließt kostengünstige holzartige Rohstoffquellen

Nürnberg, 27. Februar 2020: Ein Team aus Wissenschaft und Praxis erforschte im BMWi Förderbereich „Energetische Biomassenutzung“ wie thermochemische Vergasung holzartiger Biomasse und mikrobielle Erzeugung von Methan effizient gekoppelt werden kann. Hauptaugenmerk galt spezifischen Mikroorganismen (Archaeen) und der Frage, wie diese die biologische Methanisierung auch unter erschwerten Bedingungen aufrechterhalten können. Die Erkenntnisse tragen nicht nur zur wirtschaftlichen Optimierung von Biogasanlagen durch Quervernetzung von Nährlösungsströmen bei. Sie erschließen vor allem neue, nachhaltige und kostengünstige Rohstoffquellen.

Sie sind die Hartgesottenen unter den Ur-Organismen: Archaeen besiedeln extreme ökologische Nischen, beispielsweise Schwarze Raucher, hydrothermale Quellen am Grund der Tiefsee. Einzelne Stämme dieser Mikroorganismen sind Teil der biologischen Kaskade, die in Biogasanlagen aktiv ist, um dort CO₂ als Kohlenstoffquelle und Wasserstoff von anderen Kulturen zu übernehmen und Methan zu bilden (Methanisierung). So geschieht es auch in Power-to-Gas genannten Verfahren. Der Grundgedanke dabei ist, Strom durch die Umwandlung zu einem energiereichen Gas auch über längere Zeiträume speicherbar zu machen. Benötigt wird das beispielsweise, wenn Solarstrom aus dem Sommer und Windstrom aus den Übergangszeiten in die Wintermonate transferiert werden soll, in denen der Bedarf hoch und die Erzeugung niedrig ist. Gleichzeitig können so Strom-, Wärme- und Mobilitätssektor gekoppelt werden. Optimal ist die Verwendung von Methan als ‚Speicher‘, weil das Erdgasnetz mit etwa 220 TWh eine enorme Kapazität hat. Ein solches Verfahren ist die biologische Methanisierung. Da dieser Prozess jedoch nach aktuellem Stand noch zu unwirtschaftlich ist, verfolgten nun Forscher der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), gemeinsam mit dem Praxispartner MicroPyros GmbH und dem Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, eine Verfahrensidee, in der sie die Ausgangsstoffe der biologischen Methanisierung verändern und den Prozess damit erheblich kostengünstiger gestalten. Im Projekt „Ash-to-Gas - Mikrobielle Biomethan-Erzeugung mit Wasserstoff aus der thermischen Vergasung von Biomasse mit Nährstoffen aus Vergasungsrückständen (03KB097)“ wird dafür der Prozess der Vergasung mit der biologischen Methanisierung in Biogasanlagen gekoppelt.

Die Idee

Holzartige (lignocellulosehaltige) Reststoffe, wie kostengünstiges Straßenbegleitgrün, Grasschnitt, Stroh oder Waldrestholz werden vergast. Es entsteht ein Produktgas aus Wasserstoff (H₂), Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Kohlenmonoxid (CO), welches in einem nachgeschalteten Fermenter durch die Archaeen methanisiert wird (*siehe Bild 1*). Im Projekt wollten die Forscher nun herausfinden, ob die Mikroorganismen den erschwerten Bedingungen trotzen können. Diese werden von der Firma MicroPyros kultiviert. „Sollten die Archaeen gegenüber Kohlenmonoxid und Teeren die Methanisierung aufrechterhalten, könnte die aufwändige Gasreinigung reduziert

**DBFZ Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116
D-04347 Leipzig

Datum: 27.02.2020

Bearbeiter: Anne Mesecke

Telefon: +49 (0) 341 2434 – 439

Fax: +49 (0) 341 2434 - 133

E-Mail: anne.mesecke@dbfz.de
www.dbfz.de

Aufsichtsrat

Olaf Schäfer, BMEL, Vorsitzender
Berthold Goeke, BMU
Daniel Gellner, SMUL
Andrea Heyn, BMBF
Birgit Breißfuß-Renner, BMVI

Geschäftsführung

Prof. Dr. mont. Michael Nelles
(wissenschaftlich)
Daniel Mayer
(administrativ)

Sitz und Gerichtsstand

Leipzig
Amtsgericht Leipzig
HRB 23991

Steuernummer

232/124/01072

Ust.-IdNr. DE 259357620

Bankverbindung

Deutsche Kreditbank AG
IBAN: DE63 1203 0000 1001 2106 89
SWIFT BIC: BYLADEM1001

Alleingesellschafterin des
DBFZ Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH ist die
Bundesrepublik Deutschland,
vertreten durch das Bundes-
ministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und
Verbraucherschutz (BMEL).

werden – ein wichtiger Schritt hin zu einer wirtschaftlichen Optimierung von Biogasanlagen.“, so Yvonne Gmach, Projektleiterin von MicroPyros. Darüber hinaus sollte ermittelt werden, ob die Asche des Vergasers als Nahrung für die Archaeen verwendet werden kann um Prozesskosten zu sparen.

Kernfragen des Projektes:

- Können Kulturen der Archaeen entwickelt werden, die neben Wasserstoff und CO₂ auch Kohlenstoffmonoxid (CO) umsetzen?
- Können die Mikroorganismen auch in Gegenwart von Teeren im Synthesegas ihre hohen Umsatzraten beibehalten?
- Können Asche und Kokspartikel aus der Vergasung als Nährstoff für die Archaeen verwendet werden?

Ergebnisse im Überblick:

- Über den Projektzeitraum wies das Projektteam nach, dass sämtliche Komponenten, die in realem Synthesegas aus der Vergasung enthalten sind, von den Mikroorganismen „geduldet“ werden.
- In den Teerversuchen reagierten die Mikroorganismen auf verschiedene Teerkomponente unterschiedlich. Durchgeführte Versuche deuten darauf hin, dass größere Teermoleküle ungleich schwieriger von den Mikroorganismen zu tolerieren sind als kleinere Moleküle.
- Bei den Versuchen Nährlösung durch Asche zu ersetzen, reagierten die Mikroorganismen neutral bis negativ: Die Verbrennungs- und Vergasungsasche wird von den Mikroorganismen zwar grundsätzlich toleriert, kann nach Versuchserkenntnissen des Projektpartners MicroPyros jedoch nicht als alleiniges Nährstoffsubstitut verwendet werden.

Projektkoordinator Thomas Trabold (FAU) differenziert die Ergebnisse: *„Im Verlauf der Untersuchungen kann trotz aller Herausforderungen gezeigt werden, dass eine Adaption der Kultur an die Teere unter Verringerung der Methanproduktionsrate möglich ist. Die Teere werden höchstwahrscheinlich von den Mikroorganismen abgebaut. Dadurch ergibt sich an dieser Stelle der größte Bedarf an weiterer Forschung, was die Abbauraten, -produkte, Belastungsgrenzen und vor allem die Adaptionfähigkeit weiterer Kulturen angeht.“*

Eindeutig erfolgreich hingegen war die Reaktion der Archaeen auf Kohlenstoffmonoxid (CO); dieses wird komplett akzeptiert und verstoffwechselt. Eine weitere bedeutende Erkenntnis der Projektarbeit war die Relevanz des Versuchsaufbaus. Die Verwendung eines Rieselbettfermenters für die biologische Methanisierung birgt erhebliches Potential zur weiteren Prozessoptimierung. Es lässt sich ebenso wie im Rührfermenter eine stabile Kultur herstellen. Dies wird im [BMW-Projekt ORBIT](#) näher untersucht.

Neugierig geworden? Weitere Informationen zum Projekt:

Das Projekt „Ash-to-Gas - Mikrobielle Biomethan-Erzeugung mit Wasserstoff aus der thermischen Vergasung von Biomasse mit Nährstoffen aus Vergasungsrückständen“ (FKZ-Nr. 03KB097) wird im Rahmen des Förderbereichs „Energetische Biomassenutzung“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. Erfahren Sie mehr über die Methoden, Untersuchungen und Ergebnisse im [Projektsteckbrief](#).

Alles zum Förderbereich online: <https://www.energetische-biomassenutzung.de/>

Bildverweise:

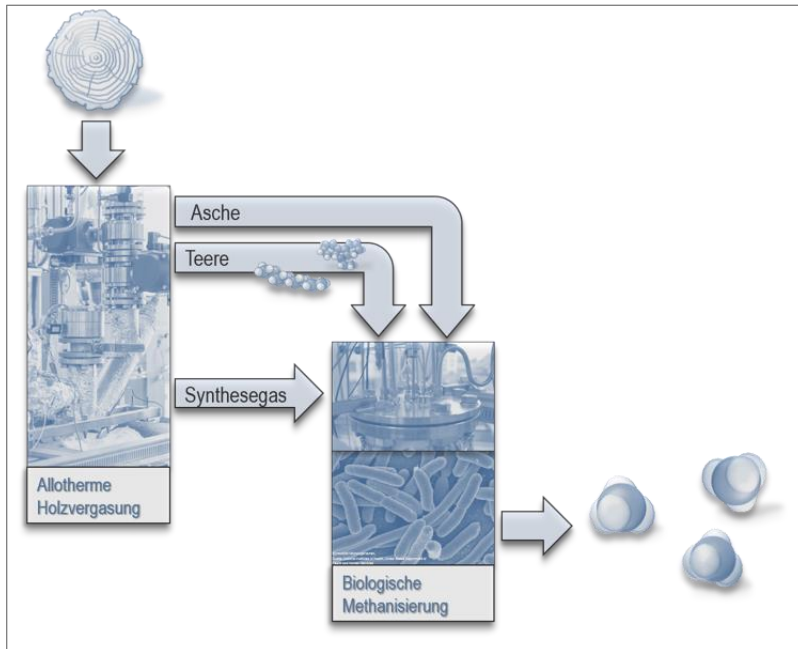


Bild 1: Skizze der Projektidee Ash-to-Gas (Quelle: FAU)



Bild 2: Aufnahme des druckaufgeladenen Laborfermenters an der FAU (Quelle: FAU)

Publikationen:

- Wolff, M.; Brotsack, R.; Karl, J.: Allothermal Steam Gasification with Biological Methanation: Biomethane from Lignocellulosic Feedstock. Conference Proceedings of the 23rd European Biomass Conference and Exhibition, 2015.
- Wolff, M.; Brotsack, R.; Karl, J.: Allothermal Steam Gasification with Biological Methanation: Biomethane from Lignocellulosic Feedstock. European Biomass Conference, EUBCE, Wien, 01.-04.06.2015
- Trabold, T.; Karl, J.: Bioverfügbarkeit und Inhaltsstoffe biogener Aschen. 2. Fachforum Biologische Methanisierung, Regensburg, 25.10.2016
- Trabold, T.; Karl, J.: Ash-to-Gas: Mikrobielle Biomethan-Erzeugung mit Wasserstoff aus der thermischen Vergasung von Biomasse mit Nährstoffen aus Vergasungsrückständen. 7. Statuskonferenz „Bioenergie: Flexibel und integriert in die nächste Epoche!“, Leipzig, 20.-21.11.2017
- Trabold, T.; Dillig, M.; Neubert, M.; Karl, J.: Direct Biological Methanation of the Synthesis Gas of an Allothermal Wood Gasifier. EUBCE 2018 – 26th European Biomass Conference & Exhibition, Kopenhagen, Dänemark, 14.-17.05.2018
- Trabold, T.; Dillig, M.; Neubert, M.; Karl, J.: Direct Biological Methanation of the Synthesis Gas of an Allothermal Wood Gasifier. Conference Proceedings of the 26th European Biomass Conference and Exhibition, 2018.
- Trabold, T.; Treiber P.; Karl, J.: Biologische Direkt-Methanisierung von Synthesegas aus der allothermen Holzvergasung. 1. Deutsches Doktorandenkolloquium Biomasse (DBZF), Leipzig, 20.-21.09.2018
- Trabold, T.; Weidlich, T.; Karl, J.: Direct Biological Methanation of the Synthesis Gas of an Allothermal Wood Gasifier. 13th International Renewable Energy Storage Conference (IRES 2019), Düsseldorf, 12.-14.03.2019.
- Weidlich, T.; Trabold, T.; Thema, M.; Sterner, M.; Karl, J.: Trickle-Bed Reactor for Biological Methanation. 13th International Renewable Energy Storage Conference (IRES 2019), Düsseldorf, 12.-14.03.2019.
- Thema, M.; Weidlich, T.; Hoerl, M.; Bellack, A.; Moers, F.; Hackl, F.; Kohlmayer, M.; Gleich, J.; Stabenau, C.; Trabold, T.; Neubert, M.; Ortloff, F.; Brotsack, R.; Schmack, D.; Huber, H.; Hafenbradl, D.; Karl, J.; Sterner, M.: Biological CO₂-Methanation: An Approach to Standardization. In: Energies, Volume 12, Issue 9, 2019, Article number 1670, 01.05.2019. DOI: 10.3390/en12091670

KONTAKT

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl – Projektleiter
Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik
Fürther Straße 244f
90429 Nürnberg

Thomas Trabold
Tel: +49 (0)911 5302 9027
Email: thomas.trabold@fau.de

Begleitvorhaben des Förderbereichs „Energetische Biomassenutzung“

Diana Pfeiffer – Projektkoordination
Telefon: +49 (0)341 2434-554
E-Mail: diana.pfeiffer@dbfz.de

Anne Mesecke – Öffentlichkeitsarbeit
Telefon: +49 (0)341 2434-439
E-Mail: anne.mesecke@dbfz.de

FÖRDERBEREICH „ENERGETISCHE BIOMASSENUTZUNG“

Seit 2018 fördert das BMWi Bioenergiethemen mit dem Förderbereich „Energetische Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe“ im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms.

Startpunkt der Förderung war - im Juni 2008 - das Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung – Förderung von Forschung und Entwicklung zur klimaeffizienten Optimierung der energetischen Biomassenutzung“, welches vom Bundesumweltministerium initiiert wurde. 2014 wechselte das Programm in den Verantwortungsbereich des BMWi. Seit 2016 ist das Programm als Forschungsnetzwerk BIOENERGIE Teil der Forschungsnetzwerke Energie des BMWi.

Nach zehnjähriger Laufzeit umfasst die Förderung zur energetischen Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe über 170 Verbundprojekte bzw. über 450 Einzelprojekte.

Im Fokus steht die Erforschung und Entwicklung von zukunftsweisenden Technologien sowie Verfahrens- und Prozessoptimierungen, die eine effiziente, wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung der Bioenergie ermöglichen und zur Versorgungssicherheit beitragen. Dazu unterstützt das Ministerium vor allem praxisorientierte Lösungen mit Demonstrations- und Pilotcharakter, die zur Flexibilisierung der Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse beitragen. Systemintegration, Sektorkopplung, Digitalisierung sowie die erfolgreiche Kombination von Anlagen und Konzepten zur Nutzung Erneuerbarer Energien sind weitere wesentliche Aspekte. Zur Verbesserung der nachhaltigen energetischen Nutzung im (gekoppelten) Wärme- und Strombereich sowie Verkehrsbereich sollen vor allem Biomassereststoff- und Abfallpotenziale erschlossen werden.

Fördermittelempfänger sind klassische Forschungseinrichtungen, aber vor allem auch klein- und mittelständische Unternehmen, die die Markteinführung bestimmter Technologien anstreben. Insgesamt sind seit 2009 rund 260 Institutionen im Netzwerk beteiligt gewesen, davon ca. 135 KMU. Das Programm und der Förderbereich waren bis dato (2008–2019) mit 81,71 Millionen Euro ausgestattet.

Das Begleitvorhaben, angesiedelt am DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, ist für die wissenschaftliche Begleitung, sowie Medien- und Pressarbeit des BMWi-Förderbereichs Bioenergie zuständig. Mit der fachlichen und administrativen Koordination desselben wurde der Projektträger Jülich (PtJ) beauftragt.

Webseite des Förderbereichs: www.energetische-biomassenutzung.de