



Quelle: Agentur für erneuerbare Energien

Optionen beim Biogas – die aktuellen Forschungsansätze

Vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels und endlicher Reserven fossiler Brennstoffe ist die Entwicklung effizienter Verfahren zur Erzeugung regenerativer Energieträger eine wichtige Herausforderung unserer Zeit. Neben der Nutzung von Wind-, Wasser- und Solarenergie ist die Nassvergärung von Biomasse durch anaerobe Mikroorganismen Stand der Technik. Der DVGW und seine Forschungseinrichtungen gestalten und unterstützen eine Vielzahl an Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten entlang der gesamten Prozesskette, von der Rohstoffgewinnung über die Erzeugung von Biogas bis hin zur Aufbereitung und Einspeisung.

Die Nassvergärung von Biomasse durch anaerobe Mikroorganismen wird deutschlandweit in etwa 6.000 Anlagen erfolgreich angewandt [1]. Neben der direkten, lokalen Umwandlung in elektrische Energie und Wärme, bei der üblicherweise nur ein geringer Anteil der bei der Verstromung anfallenden Abwärme genutzt werden kann, wird Biogas zunehmend auch aufbereitet und in Erdgasnetze eingespeist. Die Verstromung erfolgt im Anschluss an

Standorten mit ausreichend hohen Wärmesenken. Vorteilhaft sind neben den höheren energetischen Nutzungsgraden auch die zeitliche und räumliche Entkopplung von Erzeugung und Nutzung.

Speisten 2006 lediglich zwei Anlagen Biogas in das deutsche Erdgasnetz ein, wurden Ende September 2011 57 Anlagen mit einer Einspeiseleistung von ca. 40.000 m³/h (NTP) Biogas betrieben [2]. Bis Ende des Jahres

sollen ca. 100 Einspeiseanlagen an das Erdgasnetz angeschlossen sein. Damit ist Deutschland weltweiter Spitzenreiter bei der Einspeisung von Biogas.

Entlang der gesamten Prozesskette vom Pflanzenanbau und Rohstoffdarreichung über die Erzeugung von Biogas bis hin zur Aufbereitung und Einspeisung gibt es eine Vielzahl von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Der DVGW und seine For-

schungseinrichtungen gestalten und unterstützen diese Aktivitäten zusammen mit den Mitgliedsunternehmen in vielfältiger Weise. 2007 wurde das DVGW-Forschungsprogramm Biogas gestartet, um offene Fragen zur Einspeisung von Biogas zu beantworten, die im Zuge der Überarbeitung und Erweiterung des DVGW-Regelwerks auftraten. Im Rahmen der DVGW-Innovationsoffensive „Gastechnologie“ werden diese Arbeiten fortgesetzt und um innovative Ansätze erweitert, die für den weiteren Ausbau der Biogaseinspeisung Entwicklungs- und Optimierungspotenziale aufzeigen sollen. Ziel ist die Erweiterung des Rohstoffspektrums, insbesondere um biogene Reststoffe, sowie die Optimierung der Prozessketten bei der Gaserzeugung, Gasaufbereitung und Gaseinspeisung in Hinblick auf Energieeffizienz sowie ökologische und ökonomische Faktoren. Hierbei werden auch Synergien durch die Vernetzung mit öffentlich geförderten Forschungsvorhaben geschaffen.

Potenziale und Nachhaltigkeitsaspekte

Eine große Herausforderung beim Ausbau der Erzeugungskapazitäten von Biogas stellt die nachhaltige Bereitstellung von Rohstoffen dar. 2011 werden auf 1.966.000 Hektar Energiepflanzen angebaut, 800.000 Hektar davon für die Rohstoffbereitstellung zur Biogaserzeugung [3]. Prinzipiell können in Deutschland die für das Erreichen der politischen Zielvorgaben notwendigen Biomassensmengen in ausreichendem Maß bereitgestellt werden. Allerdings muss dabei die konkurrierende Nutzung, beispielsweise für die Erzeugung von anderen biogenen Energie-

trägern wie Rapsdiesel oder Ethanol, berücksichtigt und der Anbau von Monokulturen (insbesondere Mais) durch geeignete Fruchtfolgen vermieden werden. In diesem Zusammenhang sind ökologische Auswirkungen infolge des zunehmenden Anbaus von Energiepflanzen kritisch zu hinterfragen. Insbesondere die Anforderungen des Boden- und Gewässerschutz sind hierbei zu beachten [4, 5]. Um die Rohstoffsituation zu entspannen, werden Anstrengungen unternommen, um vermehrt biogene Reststoffe für die Biogaserzeugung einzusetzen. Inzwischen existieren mehrere Biogaseinspeiseprojekte, bei denen beispielsweise Lebensmittelreste, Industrieabfälle oder Klärschlamm als Substrate eingesetzt werden.

Eine ganzheitliche Bewertung des angestrebten Ausbaus der Biogaseinspeisung erfolgt im Rahmen des Forschungsvorhabens GW 2/02/10 „Potenzialstudie zur nachhaltigen Erzeugung und Einspeisung gasförmiger, regenerativer Energieträger in Deutschland“. Hierbei werden die rohstoffseitigen Potenziale (Energiepflanzen und biogene Reststoffe) unter Beachtung von gasnetzseitigen und wasserwirtschaftlichen (Boden- und Gewässerschutz) Restriktionen analysiert.

Biogaserzeugung und -aufbereitung

Auf der Erzeugungsseite werden neue Technologien entwickelt, die Verbesserungen hinsichtlich Rohstoffspektrum, Prozessintensivierung und -stabilisierung sowie Energieausbeute und -effizienz erwarten lassen. Hierzu gehören insbesondere mehrstufige Verfahren, bei denen Primär- und Sekundärgärung räumlich getrennt ablaufen, um

die Prozessparameter (z. B. pH-Wert) der einzelnen Abbauschritte getrennt voneinander optimieren zu können. Auch an den DVGW-Forschungseinrichtungen werden zusammen mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft neue Verfahrenskonzepte entwickelt [6, 7].

Als Beispiel für ein innovatives Erzeugungsverfahren soll die zweistufige Druckfermentation vorgestellt werden, die im Rahmen des BMBF-Vorhabens „B2G – Innovative Erzeugung von gasförmigen Brennstoffen aus Biomasse“ (www.b-2-g.de) gemeinsam von der Landesanstalt für Bioenergie und Agrartechnik (Universität Hohenheim) und der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) untersucht wird [6] (Abb. 1).

Mit diesem Verfahren kann Biogas effizienter erzeugt, aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist werden. Hierzu wird die eingesetzte Biomasse in der ersten Prozessstufe in ein flüssiges Perkolat überführt. Dieses wird anschließend in der zweiten Prozessstufe bei erhöhtem Druck mikrobiologisch zu einem methanreichen Biogas umgesetzt. Im Vergleich zu konventionellen einstufigen Verfahren erlaubt die zweistufige Prozessführung eine Reduktion der Verweilzeit und damit eine Steigerung der Raumbelastung. Durch niedrige pH-Werte und erhöhte Temperaturen in der ersten Stufe können auch schwer abbaubare Substrate aufgeschlossen und somit das Substratspektrum erweitert werden. Gleichzeitig wird als Nebenprodukt ein wasserstoffreiches Gas erzeugt, das beispielsweise zur Bereitstellung der notwendigen Prozessenergie genutzt werden kann. ►

THIELMANN ENERGIETECHNIK

Zellen-Gas-Filter

Für höchste Anforderungen in der Erdgasfiltration

THIELMANN-Zellengasfilter aus GGG 40 oder G-AISI 12:

- kompakte Bauweise
- wartungsfreundlich
- hohe Abscheideleistung
- langlebig
- mit DVGW-Registrierung und CE-Kennzeichnung
- auch für einen Temperaturbereich von -40° bis $+70^{\circ}$ C

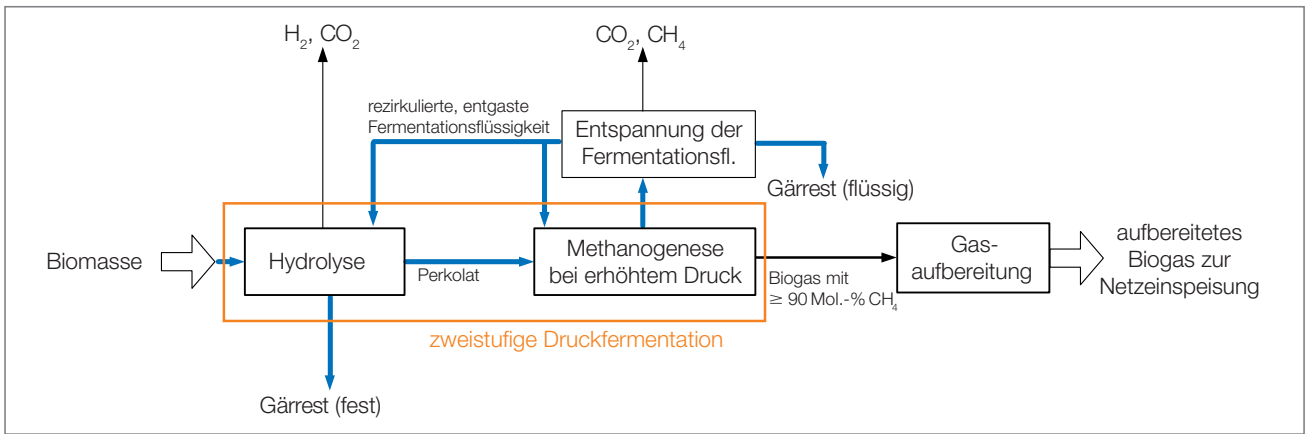
NEU sind unsere Filter in HTB-Ausführung bis 5 bar.

GTS

GAS TECHNISCHE SYSTEME



THIELMANN ENERGIETECHNIK GmbH
 Dormannweg 48, D-34123 Kassel
 Tel.: 05 61 / 507 85 0, Fax: 05 61 / 507 85 20
 e-mail: info.kassel@itron.com



Quelle: DVGW-EBI

Abb. 1: Grundfließschema zweistufige Druckfermentation

Die Bereitstellung von Biogas bei erhöhtem Druck vereinfacht die Aufbereitung und Einspeisung entscheidend, da keine zusätzliche Gasverdichtung notwendig ist. Aufgrund der mit steigendem Prozessdruck zunehmenden Löslichkeit von CO₂ erfolgt eine In-situ-Gasaufbereitung, wodurch Methangehalte von mehr als 90 Mol.-% im Rohgas erreicht werden können. Das Verfahren wird derzeit im Labormaßstab getestet.

Auch die Möglichkeiten zum Einsatz von biogenen Reststoffen stehen im Fokus der F&E-Aktivitäten. Ziel des kürzlich gestarteten DVGW-Forschungsvorhabens G 01-08-10 „Einsatz von industriellen und kommunalen Abfallstoffen für die Biogaseinspeisung“ ist es, die Potenziale und die Verwendbarkeit von kommunalen und industriellen Rest- und Abfallstoffen als Substrate für die Biogaseinspeisung zu bewerten. Hierzu werden zunächst die verfügbaren Reststoffpotenziale abgeschätzt. Im nächsten Schritt werden verfahrenstechnische Fragestellungen zur Erzeugung und Aufbereitung von Biogas aus Abfallstoffen anhand von theoretischen und experimentellen Untersuchungen geklärt. Um die für die Aufbereitung notwendigen Informationen zur Gasbeschaffenheit,

insbesondere zu Spurenstoffen (z. B. Siloxane), zu gewinnen, werden verschiedene Reststoffanlagen beprobt. Weiterhin werden die bei der Fermentation anfallenden Gärreste analysiert und deren Nutzung als Dünger oder Ersatzbrennstoff evaluiert.

Bei der Aufbereitung von Biogas werden ebenfalls weitere Entwicklungen vorangetrieben. Die am Markt verfügbaren Aufbereitungsverfahren werden insbesondere hinsichtlich Energieeffizienz (z. B. Senkung des Aufbereitungsdrucks) und der Minimierung der spezifischen Aufbereitungskosten optimiert. Außerdem werden neue Verfahren, beispielsweise zur Sauerstoffentfernung und zur Deodorierung von eingespeistem Biogas, bei der Rückspeisung in vorgelagerte Transportnetze entwickelt.

Im Rahmen der DVGW-Forschungsaktivitäten wird u. a. das Thema Sauerstoff bei der Biogaseinspeisung in Hinblick auf die Ein- und Rückspeisung in Transportnetze mit angeschlossenen Unterspeichern untersucht. Um die Bildung von elementarem Schwefel in Porenspeichern sowie sauerstoffinduzierte Korrosion in den Rohrleitungen und Anlagenteilen zu verhindern,

muss ein Grenzwert von 10 ppmv Sauerstoff eingehalten werden.

Im Rahmen des DVGW-Forschungsvorhabens G 1/05/10 „Vermeidung und Entfernung von Sauerstoff bei der Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz“ wird der Sauerstoffeintrag entlang der gesamten Prozesskette bewertet und geeignete Entfernungsmöglichkeiten in Abhängigkeit von den eingesetzten Biogasaufbereitungsverfahren evaluiert. Zur Bewertung gehört auch eine energetische Integration der Sauerstoffentfernung in den Gesamtprozess. Durch kluge Gestaltung der Prozesskette kann ein Großteil des Sauerstoffeintrags vermieden werden. Um einen Sauerstoffgehalt von 10 ppmv zu erreichen, sind jedoch auch bei optimierter Erzeugung und Aufbereitung weitere Entfernungsschritte notwendig. Als Aufbereitungsverfahren bieten sich die chemische Adsorption sowie die katalytische Sauerstoffoxidation mit Wasserstoff oder Methan/Kohlenwasserstoffen an (Abb. 2).

Einspeisung und Gasbeschaffenheit

Mit zunehmender Einspeisung von gasförmigen Brennstoffen aus regenerativen Quellen steigen die Anforderungen an das Netzmanagement. Insbesondere im Verteilbereich müssen hierzu neue Lösungen gefunden werden, die einen Umbau der Assets und einen Ausbau der IT-Infrastruktur beinhalten, um beispielsweise flexibel Kapazitätsanpassungen vornehmen zu können und um eine Verfolgung von örtlich und zeitlich variablen Brennwerten zu ermöglichen. Ein innovativer Ansatz stellt ein von E.ON Ruhrgas AG entwickeltes Brennwertrekonstruktionssystem dar, bei dem die Brennwertnachverfolgung u. a. mit Hilfe von Standardlastprofilen erfolgt [8].

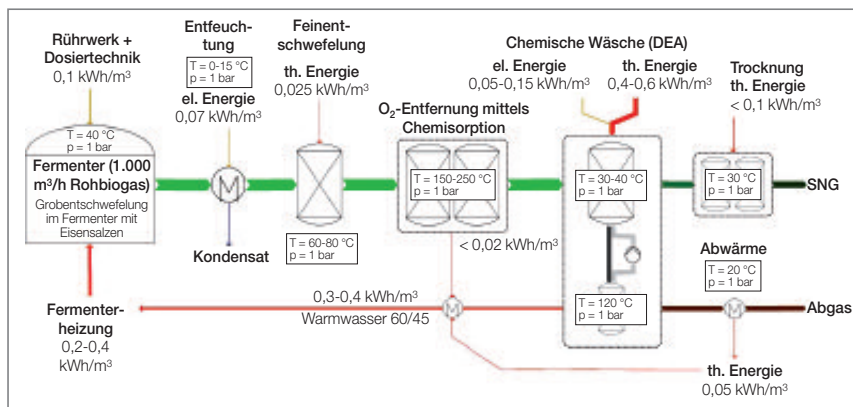


Abb. 2 Beispiel für die Integration der katalytischen Sauerstoffentfernung in den Aufbereitungsprozess

Quelle: DVGW-EBI

programmen wurden zahlreiche Biogaseinspeisungsanlagen vermessen. Durch die breite Auswahl an eingesetzten Substraten (Energiepflanzen, Gülle, biogene Reststoffe) und Aufbereitungstechnologien (Druckwechseladsorption, physikalische und chemische Wäschen, Membranverfahren) konnte ein repräsentatives Bild geschaffen werden. Neben Rohbiogas wurde das aufbereitete Biogas und das Schwachgas aus der CO₂-Abtrennung beprobt. Die bisherigen Ergebnisse bestätigten überwiegend regelwerkskonforme Gaszusammensetzungen bei der Einspeisung [5]. Neben der Gasbeschaffenheit wurden in den Projekten weitere Aspekte untersucht:

- Vergleich von Probenahme- und Analysemethoden zur Bestimmung von organischen Siliziumverbindungen,
- Emissionsmessungen an Schwachgas-Nachbehandlungssystemen,
- Quantifizierung von CH₄-Emissionen von Biogasanlagen mit Hilfe des Methan-Fern-detektionsverfahrens CHARM® und des IR-Detektionsverfahren GasCam®.

Die gewonnenen Erkenntnisse werden bei der aktuellen Regelwerksgestaltung berücksichtigt.

Ausblick

Bei der Einspeisung von Biogas bestehen viele Möglichkeiten zur Optimierung der Prozesskette in Hinblick auf Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Kostensenkung. In den nächsten Jahren dürften zahlreiche innovative Verfahren in die kommerzielle Anwendung kommen, mit denen sich weitere Verbesserungen erzielen lassen. Der DVGW und seine Forschungseinrichtungen werden die Entwicklungen weiter begleiten und die Mitgliedsunternehmen in sämtlichen Fragestellungen zur Biogaseinspeisung unterstützen.

Literatur:

- [1] Fachverband Biogas e. V., Biogas Branchenzahlen 2010, http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen, Stand April 2011
- [2] <http://www.biogaspartner.de/index.php?id=11871>, Stand April 2011
- [3] Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, www.nachwachsende.rohstoffe.de/service/daten-und-fakten/anbau (August 2011)
- [4] Kiefer, J.: Energiepflanzenanbau und Gewässerschutz", DVGW energie | wasser-praxis 58 (2007) 3, S. 79 ff
- [5] Graf, F.; Köppel, W.; Karch, U.; Kiefer, J.; Ball, T.: Langfristige Auswirkungen auf die Umwelt bei der Erzeugung und Einspeisung von Biogas", DVGW energie | wasser-praxis 61 (2010) 3, S. 49-55
- [3] Deublein, D.; Steinhauser, A.: Biogas from waste and renewable resources, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KG Weinheim (2008)

- [4] Bischofsberger, W.; Dichtl, N.; Rosenwinkel, K.-H.; Seyfried, C. F.: Anaerobtechnik, 2. Auflage, Springer Verlag Berlin Heidelberg (2005)
- [5] Biogas – Erzeugung, Aufbereitung, Einspeisung, Hrsg. Graf, F.; Bajohr, S., 1. Auflage, Oldenbourg Industrieverlag GmbH, München, 2011, ISBN 978-3-8356-3197-0
- [6] Wonneberger, A.-M.; Graf, F.; Lemmer, A.; Reimert, R.: Zweistufige Druckfermentation – Ein innovatives, optimiertes Verfahren für die Erzeugung von Biogas zur Netzeinspeisung, GWF Gas/Erdgas 152 (2011) 6, S. 370-377
- [7] Ferchau, E.; Fischer, H.; Krause, H.; Manig, R.; Nitzsche, J.; Protze, C.; Trimis, D.; Wesolowski, S.: Biogaserzeugung aus Nebenprodukten der RME-Herstellung, GWF Gas/Erdgas 152 (2011) 9, S. 524-532
- [8] Schley, P.; Schenk, J.; Hielscher, A.: Brennwertnachverfolgung in Verteilnetzen, GWF Gas/Erdgas 152 (2011) 9, S. 552-556

Autor:

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Frank Graf
DVGW-Forschungsstelle
am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher
Instituts für Technologie (KIT)
Engler-Bunte-Ring 1
76131 Karlsruhe
Tel.: 0721 96402-21
Fax: 0721 96402-13
E-Mail: graf@dvwg-ebi.de
Internet: www.dvwg-ebi.de




SEWERIN
 Technologien für die Lecksuche.

SEWERIN –

Seit über 80 Jahren
 Ihr zuverlässiger Partner
 für die Wasserlecksuche.

www.sewerin.com