

Biogasaufbereitung in Deutschland und Europa – ein Blick über den Tellerrand

Die Aufbereitung von Biogas zu Biomethan ist keine Entwicklung der letzten Jahre, sondern wird in Europa schon seit Jahrzehnten großtechnisch angewandt. Mit Stand 2008 befinden sich in Europa rund 80 Anlagen zur Aufbereitung von Biogas zu Biomethan in Betrieb. Die Gesamtleistung dieser Anlagen beträgt aktuell ca. 200 MW. Größter europäischer Biomethanproduzent ist derzeit noch Schweden. Voraussichtlich werden in Deutschland ab Mitte 2009 mehr als 50 Prozent des europaweit erzeugten Biomethans produziert.

Laut aktuellem „BIOGAS BAROMETER“ betrug die Primärenergieproduktion von Biogas in den EU-27-Staaten im Jahr 2007 rund 69 TWh, was der Leistung mehrerer Großkraftwerke entspricht. Der statistischen Auswertung liegen die drei Biogasarten Deponiegas, Klär-/Faulgas und andere Biogase (Abfallvergärung/landwirtschaftlich erzeugtes Biogas) zu Grunde. Die beiden mit Abstand größten Biogasproduzenten Europas sind Deutschland und Großbritannien, die in Summe zwei Drittel des in Europa energetisch genutzten Biogases erzeugen. Im Vereinigten Königreich dominiert die energetische Nutzung von Deponiegas deutlich vor allen anderen Biogasarten. Anders als in Deutschland, wo nahezu Dreiviertel des produzierten Biogases auf den Bereich der landwirtschaftlichen Biogasproduktion aus Gülle, Mist und nachwachsenden Rohstoffen entfallen,

spielt der Einsatz landwirtschaftlicher Substrate hier noch keine Rolle. Ein ähnliches Bild ergibt sich in Frankreich, wo jeweils rund 50 Prozent der Produktion auf Klär-/Faulgas und Deponiegas entfallen. Generell lässt sich feststellen, dass die Biogasproduktion und energetische Nutzung von Biogas in den west- und zentraleuropäischen Ländern deutlich ausgeprägter ist als in den osteuropäischen Staaten.

Grundlagen der Biogasaufbereitung

Im englischen Sprachgebrauch findet oftmals eine Unterscheidung in „biogas cleaning“ (Reinigung des Biogases) und „biogas upgrading“ (Aufbereitung des Biogases) statt. Unter Biogasreinigung wird das Abscheiden von Gasbestandteilen, wie Wasser, Schwefelwasserstoff, Ammoniak und anderen Gasbegleitstoffen, verstan-

den. Neben der Abscheidung dieser Komponenten, die meist den Summenanteil von 5 Prozent im Rohgas nicht überschreiten, kommt der Abscheidung von Kohlenstoffdioxid eine entscheidende Bedeutung zu. Daher werden die Verfahren zur Biogasaufbereitung auch nach dem Wirkungsprinzip zur CO₂-Abtrennung unterschieden. **Abbildung 1** gibt einen Überblick über die relevanten Verfahren zur CO₂-Abtrennung für den Anwendungsfall „Biogasaufbereitung“. In Europa sind bisher fünf Verfahren zur großtechnischen Anwendung gekommen, die hier weiß unterlegt sind.

Rahmenbedingungen für die Einspeisung und Nutzung von Biomethan in Europa

In der EU-Richtlinie 2003/55/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Juni 2003 über gemeinsame Vorschriften für den Erdgasbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 98/30/EG ist in Absatz 24 der Präambel folgendes festgehalten: „Die Mitgliedstaaten sollten unter Berücksichtigung der erforderlichen Qualitätsanforderungen sicherstellen, dass Biogas, Gas aus Biomasse und andere Gasarten einen nichtdiskriminierenden Zugang zum Gasnetz erhalten, vorausgesetzt, dieser Zugang ist dauerhaft mit den einschlägigen technischen Vorschriften und Sicherheitsnormen vereinbar. Diese Vorschriften und Normen sollten gewährleisten, dass es technisch machbar ist, diese Gase sicher in das Erdgasnetz einzuspeisen und durch dieses Netz zu transportieren, und sollten sich auch auf die chemischen Eigenschaften dieser Gase erstrecken.“

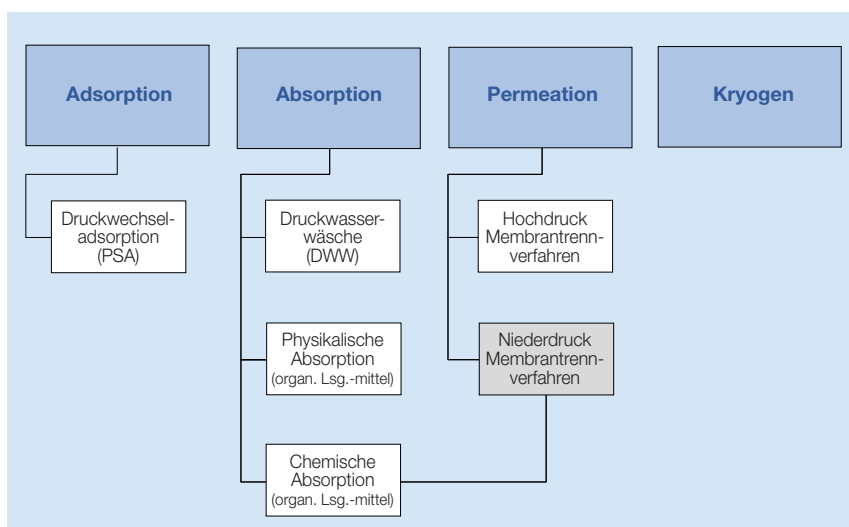


Abb. 1: Verfahren zur CO₂-Abtrennung aufgeteilt nach ihrem physikalischen Wirkprinzip – weiß unterlegt sind die Verfahren, die bisher in Europa zur großtechnischen Anwendung gekommen sind

Quelle: ISET, 2008

Derzeit bestehen nur in einigen Ländern Europas Regelungen für die Netzeinspeisung von Biomethan – ein einheitlicher eu-

ropäischer Standard existiert jedoch noch nicht. Ausgewählte nationale Umsetzungen dieser Vorgabe für die Netzeinspeisung und weitere Rahmenbedingungen für die Produktion und Nutzung von Biomethan werden nachfolgend beschrieben.

Deutschland

In Deutschland regeln die einschlägig bekannten DVGW-Arbeitsblätter G 260 „Gasbeschaffenheit“ (05/2008) und G 262 „Nutzung von Gasen aus regenerativen Quellen in der öffentlichen Gasversorgung“

(11/2004) die Anforderungen an die Einspeisung von Biomethan in die Erdgasnetze. Mit den novellierten Rechtsverordnungen „Gasnetzzugangsverordnung“ und „Gasnetzentgeltverordnung“ sowie der ab 2009 in Kraft tretenden Novelle des EEG werden Zuständigkeiten klarer definiert, Vorgaben an die energetische Effizienz und an maximale Treibhausgasemissionen bei der Aufbereitung festgelegt und wirtschaftliche Anreize für die effiziente Nutzung des Biomethans vor allem in der Kraft-Wärme-Kopplung geschaffen.

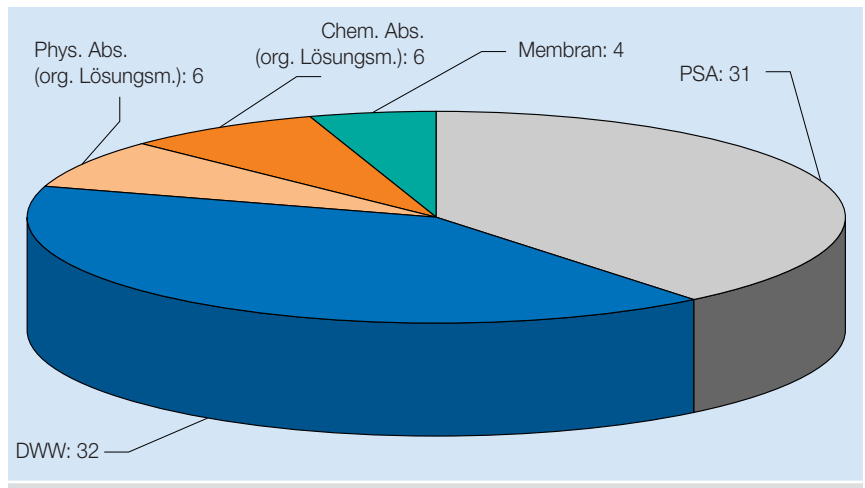


Abb. 2: Biogasaufbereitung in Europa – Anlagenanzahl nach Aufbereitungsverfahren

Quelle: ISET, 2008

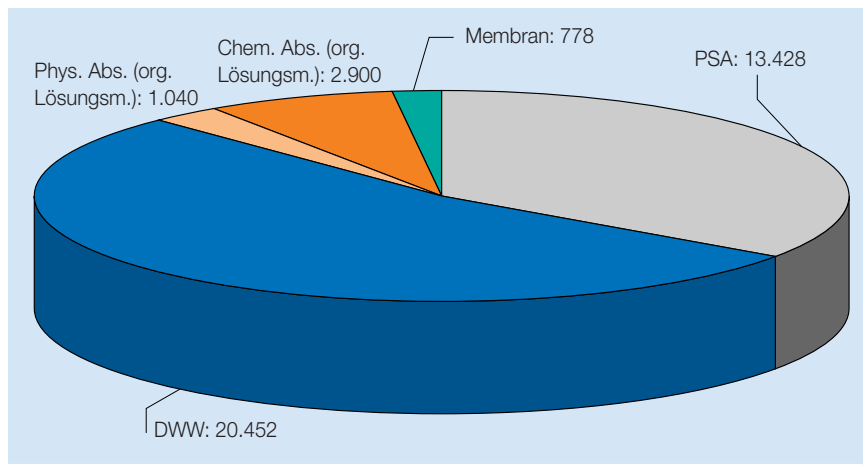


Abb. 3: Biogasaufbereitung in Europa – Anlagenrohgaskapazität in Nm³/h nach Aufbereitungsverfahren

Quelle: ISET, 2008

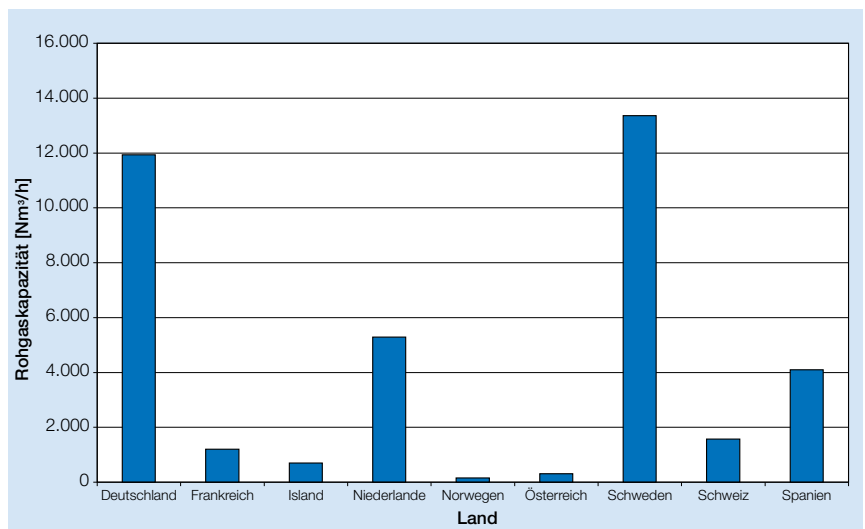


Abb. 4: Biogasaufbereitung in Europa – Rohgaskapazität nach Ländern

Quelle: ISET, 2008

Frankreich

Die Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz ist aktuell in Frankreich nicht zulässig, obwohl oder gerade weil die Einspeisung von aufbereitetem Deponiegas 1998 im Projekt MONTECH schon einmal durchgeführt wurde, jedoch Diskussionen über die notwendige Gasqualität und mögliche Verunreinigungen des Gasnetzes dazu geführt haben, dass dieses Projekt kein aufbereitetes Gas (mehr) einspeist. Aktuell hat sich die „L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail“ am 29. Oktober 2008 dafür ausgesprochen, Biomethan in das Erdgasnetz einzuspeisen, um es somit flexibler dem Nutzungspfad „Kraftstoff“ zuführen zu können. Laut GdF-Suez steht die abschließende Entscheidung über die Zulässigkeit der Netzeinspeisung jedoch noch immer aus. Die aktuellen Gasnetzzugangsbedingungen sowohl der GdF-Suez als auch des französischen Gastransportnetzbetreibers GRT sind bereits derart gestaltet, dass sie die Möglichkeit der Einspeisung regenerativ erzeugter Gase berücksichtigen.

Niederlande

In den Niederlanden ist die Netzeinspeisung von Biomethan möglich und wird an einigen Anlagen schon seit Jahren umgesetzt (Einspeisung von aufbereitetem Deponiegas an vier Mülldeponien). Laut MARCOGAZ findet eine direkte Abstimmung zwischen Gasversorger und „Kunde“ bezüglich der einzuhaltenden Qualitätsparameter statt.

Österreich

In Österreich erfolgt die Regelung der Anforderungen der Einspeisung von Biomethan in die Erdgasnetze durch die Richtlinien G 31 „Erdgas in Österreich“ (05/2001) und G 33 „Regenerative Gase – Biogas“ (06/2006) der ÖVGW (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach).

Schweden

In Schweden wurde bereits 1999 der Standard SS 155438 „Motorbränslen –

Tabelle 1: Auszug aus Swedish Standard SS 15 54 38 „Motorbränslen - Biogas som bränsle till snabbgående ottomotorer“

Parameter	Einheit	Biogas, Typ A	Biogas, Typ B
Wobbe-Index	MJ/Nm ³	44,7-46,4	43,9-47,3
Methangehalt	Vol-%	96-98	95-99
Wassertaupunkt beim höchsten Lagerdruck (t = niedrigste Tagesdurchschnittstemperatur auf einer monatlichen Basis)	°C	t-5	t-5
Wassergehalt, Maximum	mg/Nm ³	32	32
Summe CO ₂ , N ₂ , O ₂ , Maximum	Vol-%	4	5
davon O ₂ , Maximum	Vol-%	1	1
Gesamtschwefel, Maximum	mg/Nm ³	23	23
Stickstoffverbindungen, Maximum (ohne N ₂ , gerechnet als NH ₃)	mg/Nm ³	20	20
Maximale Größe von Partikeln	µm	1	1

Quelle: ISET nach Swedish Gas Center, "Biogas - Basic data on biogas - Sweden", 2007

Biogas som bränsle till snabbgående ottomotorer“ verabschiedet, welcher die Qualitätsanforderungen von Biogas als Kraftstoff regelt. Tabelle 1 beschreibt einige ausgesuchte Parameter dieses Standards. Biogas Typ A bezieht sich auf Fahrzeuge ohne Lambda-Regelung, Typ B auf Fahrzeuge mit Lambda-Regelung. Dieser Standard findet gleichermaßen Anwendung bei der Einspeisung von Biogas in die Erdgasnetze. Hier hat jedoch – ähnlich wie in Deutschland bei der Austausch-

gaseinspeisung – zusätzlich eine Brennwertanpassung stattzufinden. Hintergrund dieser auf die Nutzung als Fahrzeugkraftstoff bezogenen Regelung ist zum einen, dass das in Schweden produzierte Biomethan fast ausschließlich in den Nutzungspfad „Kraftstoff“ gelangt und zum anderen, dass das schwedische Erdgasnetz wesentlich unzureichender ausgebaut ist, als es in Deutschland der Fall ist – die Möglichkeit der Netzeinspeisung in Erdgasnetze bestand bisher aus-

Tabelle 2: Auszug aus Schweizer Standard SVGW G 13 „Richtlinien für die Einspeisung von Biogas ins Erdgasverteilnetz“

Parameter	Einheit	Biogas, uneingeschränkte Einspeisung
Methangehalt	Vol-%	≥ 96
Wassertaupunkt (bei max. auftretendem Betriebsdruck an der Einspeisestelle)	°C	-8
Nebel, Staub		technisch frei
Brennwert	kWh/Nm ³	10,6-13,1
oberer Wobbe-Index	kWh/Nm ³	13,3-15,7
zulässige örtliche Schwankung oberer Wobbe-Index	kWh/Nm ³	+0,7/-1,4
Kohlenstoffdioxid	Vol-%	≤ 6
Sauerstoff	Vol-%	≤ 0,5
Kohlenstoffmonoxid	Vol-%	≤ 0,5
Gesamtschwefel (im odorierten Gas)	mg/Nm ³	≤ 30
Schwefelwasserstoff	mg/Nm ³	≤ 5
Ammoniak	mg/Nm ³	≤ 20
Mercaptane (im odorierten Gas)	ppmV	≤ 5
Wasserstoff	Vol-%	≤ 4
Teer (Summe PAC + BTX)	ppmV	≤ 50
Halogenverbindungen	mg Cl/Nm ³	≤ 1
Schwermetalle (inkl. Quecksilber)	mg/Nm ³	≤ 5

Quelle: ISET nach Verband der Schweizerischen Gasindustrie, „Basis-Information“, 4/08

schließlich im Bereich der schwedischen Westküste und wurde nur an wenigen Anlagen umgesetzt.

Schweiz

Die Schweizer Richtlinien G13 „Richtlinien für die Einspeisung von Biogas ins Erdgasverteilnetz“ des SVGW (Schweizerischer Verband des Gas- und Wasserfaches) regeln die Anforderungen an die Gasbeschaffenheit von Biogas aus fermentativen Prozessen und von ähnlichen Gasen für die Einspeisung ins Erdgasverteilnetz sowie die technischen Anforderungen an die Einspeiseanlagen. Ziel ist es, hierdurch die Betriebssicherheit der Einspeiseanlagen, des Erdgasverteilnetzes und der angeschlossenen Gasapparate zu gewährleisten. Tabelle 2 stellt einen Auszug der in 2008 neu erschienenen Ausgabe der G 13 dar.

Stand der Biogasaufbereitung in Europa

Derzeit befinden sich 79 Anlagen zur Aufbereitung von Biogas (inkl. Klär- und Dephlegas) zu Biomethan in Europa in Betrieb (Abb. 2). Bezogen auf die Anzahl bisher realisierter Anlagen dominieren die Druckwasserwäsche und die Druckwechseladsorption. Physikalische Absorptionsverfahren (mit organischen Lösungsmitteln) sind bislang nur in Deutschland und der Schweiz, chemische Absorptionsverfahren (mit organischen Lösungsmitteln) nur in Deutschland, der Schweiz, Schweden, Spanien und Membranverfahren nur in den Niederlanden und Österreich zur großtechnischen Anwendung gekommen.

In Summe befinden sich derzeit in Europa Biogasaufbereitungsanlagen mit einer Gesamtrohgas Kapazität von 38.598 Nm³/h in Betrieb. Abbildung 3 zeigt die Aufteilung auf die fünf etablierten Aufbereitungsverfahren. Die durchschnittliche Anlagengröße beträgt 489 Nm³/h (bezogen auf die Rohgaskapazität).

Die meiste und langjährigste Erfahrung bei der Aufbereitung von Biogas besteht in den Niederlanden, Schweden und der Schweiz, wobei Schweden sowohl in Bezug auf die Anzahl der realisierten Aufbereitungsanlagen (aktuell: 34) als auch die Gesamtrohgas Kapazität (aktuell: > 13.000 Nm³/h) deutlich dominiert. Auch in Deutschland bestehen schon seit mehreren Jahrzehnten Erfahrungen in der Biogasaufbereitung. Ein signifikanter Zubau ist jedoch erst seit 2006 zu verzeichnen. Abbildung 4 gibt einen Überblick über die Gesamtrohgas Kapazitäten der Biogasaufbereitungsanlagen in Europa, unter-



Abb. 5: Übersicht Biogasaufbereitungsanlagen in Deutschland – Status: in Betrieb

Quelle: ISET, 2008

teilt auf die verschiedenen Länder, in denen bisher Aufbereitungsprojekte realisiert wurden. In Bezug auf den Nutzungspfad lässt sich sagen, dass über 75 Prozent des in Europa erzeugten Biomethans als Fahrzeugkraftstoff verwendet werden.

In Deutschland befanden sich mit Stand Oktober 2008 15 Anlagen zur Aufbereitung von Biogas zu Biomethan in Betrieb (Abb. 5). An zwei Standorten handelt es sich um Aminwäsche-Pilotanlagen (Godenstedt, Schwandorf), bei denen bisher keine Netzeinspeisung stattgefunden hat. An je zwei Standorten wird Biogas mittels Druckwasserwäsche (Könnern, Darmstadt) und physikalischer Adsorption mit organischen Lösungsmitteln (Jameln, Ronnenberg) aufbereitet. An insgesamt neun Standorten kommt das Verfahren der Druckwechseladsorption zum Einsatz (Ketzin, Schwandorf, Graben, Pliening, Burgrieden, Mühlacker, Bottrop, Straelen,

Werlte), welches derzeit in Deutschland noch klar dominiert.

An zwei Anlagen (Jameln, Bottrop) wird Biomethan zur direkten Nutzung als Fahrzeugkraftstoff produziert. Bei allen anderen Anlagen findet vorwiegend eine Nutzung in der Kraft-Wärme-Kopplung nach EEG statt. Ein Teil wird jedoch auch anteilig als Erdgassubstitut vermarktet bzw. in Form eines Erdgas/Biogas-Mixes als Kraftstoff an öffentlichen Erdgastankstellen vertrieben.

Beispiele aus der Praxis Bern/Schweiz

An der Abwasserreinigungsanlage in Bern wurde im Januar 2008 eine Druckwechseladsorption zur Aufbereitung von Biogas in Betrieb genommen. Es handelt sich hierbei um ein 6-Bett-System mit einer Rohgaskapazität von 350 Nm³/h. Das Klärgas weist eine Methankonzentration von ca. 65 Pro-

zent auf und wird auf ca. 97,5 Prozent im Produktgas aufgereinigt. Die Feinent Schwefelung erfolgt durch einen Aktivkohlefilter vor Eintritt in das Kohlenstoffmolekularsieb der PSA. Das aufbereitete Biogas wird in das vorhandene Erdgasnetz (Druckstufe: ~5 bar) eingespeist und dient BERNMOBIL als Kraftstoff für die Berner Busflotte. Die Hochdruckkompression auf ein Druckniveau von ca. 275 bar erfolgt auf dem Betriebsgelände von BERNMOBIL, wo sich auch Speicher und Betankungsanlagen befinden.

Lille/Frankreich

Auf der Kläranlage „Marquette“ der nordfranzösischen Stadt Lille wurde im Zeitraum 1993 bis 1995 eine der ersten Anlagen zur Aufbereitung von Klärgas in Frankreich errichtet, die 1995 ihren Betrieb aufnahm. Die Aufbereitung erfolgte durch eine Druckwasserwäsche mit einer Rohgaskapazität von 100 Nm³/h. Die Methankonzentration des Rohgases betrug 64 Prozent und wurde durch die Aufbereitung auf ca. 97 Prozent im Biomethan angehoben. Eine LPG-Zudosierung erfolgte nicht. Das produzierte Biomethan wurde als Kraftstoff für Busse verwandt. Die Hochdruckkompression erfolgte auf dem Betriebsgelände der Kläranlage, wo sich sowohl das Gaslager als auch die Biomethantankstelle befanden. Die Anlage stellte nach insgesamt neun Jahren ihren Betrieb ein. Derzeit wird über die Installation einer neuen Aufbereitungsanlage nachgedacht.

An der neu errichteten Abfallvergärungsanlage der Stadt Lille wurde 2008 eine weitere Anlage zur Aufbereitung von Biogas in Betrieb genommen. Beim Verfahren hat man sich erneut für eine Druckwasserwäsche entschieden. Die Anlage besteht aus zwei gleich dimensionierten Linien mit einer Gesamtrohgaskapazität von 1.200 Nm³/h. Das Biogas weist einen Methangehalt von 56 Prozent auf und wird auf ca. 97 Prozent im Biomethan aufbereitet. Das produzierte Biomethan soll zukünftig in das Erdgasnetz eingespeist werden und als Kraftstoff für Busse und Müllfahrzeuge dienen. ▶

Probleme mit GABI-Gas ?

ZFA & Energiedatenmanagement sind unsere Kernkompetenz. Deshalb sind wir seit Jahren ein anerkannter und zuverlässiger Partner der Energiewirtschaft.

Wir regeln das für Sie.

GeneSys

ZFA • EDM • Software & Services

GeneSys GmbH
Müller-Breslau-Str. 30 a • 45130 Essen
Tel.: 02 01/89 54 54-0 • Fax: 02 01/89 54 54-40
info@genesys-e.de • genesys-e.de



Abb. 6: Biogasbus in Bern/Schweiz

Quelle: Bildarchiv BERNMOBIL



Abb. 7: Hochdrucklager der Biogasaufbereitungsanlage „Marquette“/Lille

Quelle: Beil. 2008



Abb. 8: Betankung an einer Göteborger Biogastankstelle

Quelle: Beil. 2008

Göteborg/Schweden

In Göteborg wurde im April 2007 die zum einen größte Biogasaufbereitungsanlage Schwedens und gleichzeitig der größte „Aminwäscher“ Europas zur Aufbereitung von Biogas in Betrieb genommen. Betreiber der Aufbereitungsanlage ist der regionale Energieversorger GÖTEBORG ENERGI AB. Die Kapazität der Anlage beträgt 1.600 Nm³/h. Das Biogas stammt aus einer Göteborger Kläranlage und wird über eine mehrere Kilometer lange Biogasleitung zum Standort der Aufbereitungsanlage transportiert. Die Feinentschwefelung erfolgt durch einen Aktivkohlefilter vor Eintritt in die Absorptionskolonne, in der die reversible Absorption des CO₂ durch ein Ethanolamin-Wasser-Gemisch stattfindet. Die Regeneration der Absorptionslösung erfolgt unter Einsatz von Wärme. Das Produktgas wird in einer PSA/TSA (Druckwechsel-/Temperaturwechseladsorption) getrocknet, einer Brennwertanpassung auf einen Heizwert von 11,1 kWh/Nm³ unterzogen, odorisiert und in ein 4-bar-Erdgasnetz eingespeist. Der Großteil des Gases wird als Fahrzeugkraftstoff über ein Zertifikatesystem an den Göteborger Erdgas-tankstellen angeboten – ein geringerer Anteil geht jedoch auch in die Kraft-Wärme-Kopplung bzw. dient zur direkten Wärmeerzeugung. Physisch befinden sich derzeit rund 2 Prozent Biomethan im Göteborger Erdgasnetz.

Die Biogasanlage in Laholm in der Nähe Göteborgs erzeugt bereits seit einigen Jahren auf der Basis von Rindergülle als Primärsubstrat sowie Grünschnitt bzw. NawaRos als Kofermentate Biogas, das entsprechend aufbereitet über eine ca. 2 Kilometer lange Stichleitung der Gasversorgung der zweitgrößten Stadt Schwedens zugeführt wird. Dabei gilt als lokale Besonderheit, dass das gesamte Gasaufkommen zur Versorgung der Stadt – Erdgas und Biogas – auf den Brennwert von Stadtgas herunterkonditioniert wurde, da erst aktuell die Umstellung der Gasverbrauchseinrichtungen in Göteborg auf Erdgasbeschaffenheit erfolgt.

Stockholm/Schweden

An der Kläranlage „Henriksdal“ der schwedischen Hauptstadt Stockholm befinden sich zwei Druckwasserwäscher zur Aufbereitung von Klärgas in Betrieb. In Summe verfügen die beiden Linien über eine Rohgaskapazität von 1.400 Nm³/h. Das Rohgas weist eine Methankonzentration von ~65 Prozent auf, die auf ca. 97 Prozent durch die Aufbereitung angehoben wird. Eine separate Feinentschwefelung erfolgt nicht, da bei der Druckwasserwäsche ne-



Quelle: Beil, 2008

Abb. 9: Straßentransport von Biomethan in Schweden mit einem „Swap-body-system“

ben CO₂ auch H₂S mit absorbiert wird. Die CO₂-Entfernung erfolgt nach einer zweistufigen Kompression auf einem Druckniveau von ca. 8 bar (abs.). Das mit Wasser gesättigte Produktgas wird einer Trocknung unterzogen, odorisiert und auf den je nach Nutzungspfad notwendigen Druck gebracht. Die Anlage „Henriksdal“ versorgt über eine 4 bar-Biomethanleitung zum einen ein Busdepot in Stockholm, zum anderen ein nahe gelegenes Wohngebiet, in dem Biomethan zu Heiz- und Kochzwecken eingesetzt wird. Darüber hinaus findet mit einem Teilstrom eine Hochdruckkompression am Ort der Aufbereitungsanlage statt. Mit diesem Gas werden eine Biogastankstelle auf dem Betriebsgelände der Kläranlage versorgt und weiterhin Hochdruckgasbehälter für den Straßentransport zu weiter entfernten Biogastankstellen befüllt.

BIOGASMAX

Im europäischen Forschungsprojekt BIOGASMAX sind über 30 Partner aus Deutschland, Frankreich, Großbritannien,

Italien, den Niederlanden, Polen, Schweden und der Schweiz vertreten. Hauptziel des Projektes ist es, das Thema „Biomethan als Fahrzeugkraftstoff“ unter technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten im Rahmen eines „Well-to-Wheel“-Ansatzes (von der Produktion des Biogases bis zur Konversion im Fahrzeugmotor) zu demonstrieren. Das ISET führt im Projekt u. a. ein Monitoring mehrerer europäischer Biogasaufbereitungsanlagen durch.

Literatur:

www.biogasmax.eu

Institut für Solare Energieversorgungstechnik ISET e. V. (2008). Tagungsband 6. Hanauer Dialog „Biogasaufbereitung zu Biomethan“, Kassel, Hanau.

Persson, M., Wellinger, A., Rehlund, B., Rahm, L. (2007). Report on Technological Applicability of Existing Biogas Upgrading Processes.

Persson, M., Jönsson, O., Wellinger, A. (2006). Biogas Upgrading to Vehicle Fuel Standards and Grid Injection. Malmö, Aadorf.

Wellinger, A. (2008). Taxation and legal aspects for the use of biogas.

EurObserv'ER (2008). BIOGAS BAROMETER

DVGW (2008). Arbeitsblatt G 260 Gasbeschaffenheit. Bonn.

DVGW (2004). Arbeitsblatt G 262 Nutzung von Gasen aus regenerativen Quellen in der öffentlichen Gasversorgung. Bonn.

ÖVGW (2001). G 31 Gasbeschaffenheit. Wien.

ÖVGW (2006). G 33 Regenerative Gase – Biogas. Wien.

SVGW (2004). G 13 Richtlinien für die Einspeisung von Biogas ins Erdgasverteilnetz. Zürich.

Verband der Schweizerischen Gasindustrie VSG (2008). Basis Information 4/2008.

Swedish Gas Center (2007). BIOGAS – BASIC DATA ON BIOGAS – SWEDEN

MARCOGAZ (2006). Injection of Gases from Non-Conventional Sources into Gas Networks. Brüssel.

Autoren:

Dipl.-Ing. Michael Beil

ISET e. V.

Rodenbacher Chaussee 6

63457 Hanau

Tel.: 06181 58-2717

Fax: 06181 58-2702

E-Mail: mbeil@iset.uni-kassel.de

Internet: www.iset.uni-kassel.de und

www.biogasmax.eu

Dipl.-Ing. Uwe Hoffstede

ISET e. V.

Rodenbacher Chaussee 6

63457 Hanau

Tel.: 06181 58-2704

Fax: 06181 58-2702

E-Mail: uhoffstede@iset.uni-kassel.de

Internet: www.iset.uni-kassel.de und

www.biogasmax.eu

Dipl.-Chem. Uwe Klaas

Deutsche Vereinigung

des Gas- und Wasserfaches e. V./

Technisch-wissenschaftlicher Verein

Josef-Wirmer-Str. 1-3

53123 Bonn

Tel.: 0228 9188-821

Fax: 0228 9188-996

E-Mail: klaas@dvgw.de

Internet: www.dvgw.de



Die **SHT, Sanitär- und Heizungstechnik, Ausgabe 12** enthält Beiträge zu den Themen Abflusssysteme, Regenwasser sowie Klimaschutz und stellt neue Produkte der Messe CHILLVENTA vor. Lesen Sie darüber hinaus u. a. mehr zu den Themen:

- **Reportage**
Sporthalle Lemgo beugt vor
- **Entwässerung**
Rückstau konsequent verhindern
- **Industrie**
Erfolg treibt Grohe an

Kostenloses Probeheft unter abo-service@krammerag.de