

Exposé zukunftsweisender Einkommensoptionen für Biogasanlagenbetreiber

Biogas als Zusatzgas im Erdgasnetz



© Landpixel (links); Mark Paterson | KTBL (rechts)

Benedikt Hülsemann, Pol Straus | Universität Hohenheim

Mark Paterson | Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

Erstellt: April 2021

Diese Veröffentlichung entstand im Rahmen des Projektes „Biogas Progressiv: Zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen“ (ProBiogas) finanziert mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) aus dem Sondervermögen Energie- und Klimafond (FKZ: 22405416; 22407617; 22408117).

Einleitung

Für zahlreiche Biogasanlagenbetreiber stellt sich mit Ablauf der 1. EEG-Förderperiode nach 20 Jahren die Frage, wie ihre Anlage weiterhin rentabel regenerative Energie produzieren kann. Die im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2021) vorgesehene Verlängerung der Vergütung über die Ausschreibungen für Biomasseanlagen bietet grundsätzlich die Möglichkeit eines Weiterbetriebs, allerdings sind dafür technisch sowie ökonomisch optimierte Anlagenkonzepte notwendig.

Mit dem Projekt „Biogas Progressiv – zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen“ (ProBiogas) verfolgen die Projektpartner das Ziel, praxistaugliche Verfahrensoptionen für den Weiterbetrieb von Biogasanlagen zu evaluieren. Alle potenziellen Nutzungsoptionen, die im Projekt nicht techno-ökonomisch detailliert dargestellt werden konnten, werden in Form einer Konzeptbeschreibung vorgestellt.

Bei den hier beschriebenen Verfahrensoptionen handelt es sich um Konzepte, die derzeit zum Beispiel nur über einen eingeschränkten Absatzmarkt verfügen, sich noch in der Entwicklung befinden, nicht die Marktreife erlangt haben oder nur unter sehr speziellen Bedingungen realisiert werden können. Sie alle eint jedoch, dass sie in Zukunft eine mögliche Einkommensquelle für landwirtschaftliche Biogasanlagen darstellen können.

Dieses Exposé soll als fundierte Entscheidungshilfe dienen, ob sich mit Biogas Einspeisung von als Zusatzgas im Erdgasnetz für den Biogasbetrieb eine Erlössituation realisieren lässt.

1. Allgemeine Beschreibung

Zusatzgase sind Gase, welche sich in Bezug auf Zusammensetzung und Brennwert signifikant vom Erdgas unterscheiden und nur in begrenzter Menge in Erdgasnetze eingespeist werden dürfen. Die zulässige prozentuale Menge des Zusatzgases, die maximal eingespeist werden darf, ergibt sich aus den spezifischen Brennwertdaten und dem Brennverhalten des Zusatzgases. Je nach Anteil der Beimischung, darf bei gleichbleibendem Brennwert der untere Wobbe-Index unterschritten (15 kWh/m^3 für H-Gas / $12,4 \text{ kWh/m}^3$ für L-Gas) sowie die relative Dichte des Erdgasprodukts überschritten werden (Adler et al. 2014; DVGW G 260 2013). Je größer der Volumenstrom des Grundgases umso besser kann die Brennwertdifferenz zwischen Grund- und Zusatzgas ausgeglichen und mehr Zusatzgas eingespeist werden (Adler et al. 2014).

Bis 2015 wurde von ca. ein Viertel der deutschen Haushalte, vor allem im Nordwesten Deutschlands, L-Gas („low-calorific gas“) bezogen (Adler et al. 2014). Jedoch startete im Mai 2015 aufgrund der rückläufigen Förderung von L-Gas in Deutschland und den Niederlanden, die schrittweise Umstellung der L-Gas-Netze auf H-Gas-Versorgungsnetze („high-calorific gas“), welche bis 2030 erfolgreich abgeschlossen sein soll (Bundesnetzagentur 2019).



2. Verfahrenstechnische Beschreibung

Getrocknetes und entschwefeltes Biogas darf grundsätzlich bereits als Zusatzgas dem Erdgasnetz zugeführt werden ohne dass eine Aufbereitung zu Biomethan erfolgen muss (Hüttenrauch und Zöllner 2016). Bei der Entschwefelung ist allerdings darauf zu achten, dass von einer biologischen Entschwefelung abzuraten ist, da unerwünschte Mengen an Sauerstoff und Stickstoff über die Luftzufuhr ins Produktgas gelangen (Adler et al. 2014).

Grenzwerte in Bezug auf Gasbegleitstoffe (z.B. Staub-, Wasser und Schwefelkonzentrationen) für Zusatzgase sind in den DVGW Arbeitsblättern G 260 und G 262 festgelegt (siehe Tabelle 1). Weitere Anforderungen an Biogas, das zur Einspeisung genutzt werden soll, sind in Arbeitsblatt G 262 geregelt. Das Einhalten der Grenzwerte ist durch den Anschlussnehmer nachzuweisen (GasNZV 2010).

Wenn das Biogas als Zusatzgas eingetracht werden soll, muss ein Mischer vorgesehen werden. Anlagen zur Mischung werden mit dem Heizwert- oder Wobbe-Index geregelt (FNR 2014).

Tabelle 1: Grenzwerte für Gasbegleitstoffe der 2. Gasfamilie nach DVGW Arbeitsblatt G 260 (DVGW 2013)

Begleitstoff	Einheit	Grenzwert
Wassergehalt		
Netzbetriebsdruck \leq 10 bar	mg/m ³	200
Netzbetriebsdruck \geq 10 bar	mg/m ³	50
Kohlenwasserstoff - Kondensationspunkt	°C	-2
Nebel, Staub, Flüssigkeit	-	Technisch frei
Sauerstoff		
Netzbetriebsdruck < 16 bar	Mol %	3,0
Netzbetriebsdruck > 16 bar	Mol %	0,001
Gesamtschwefel	mg/m ³	8,0
Merkaptanschwefel	mg/m ³	6,0
Schwefelwasserstoff	mg/m ³	5,0

Das einzuspeisende Biogas muss auf den örtlich vorliegenden Druck der anliegenden Leitung zur Einspeisung ins Gasnetz verdichtet werden. Generell wird unterschieden sich Niederdrucknetzen, welche bei Drücken < 0,1 bar arbeiten, Mitteldruckleitungen mit drücken zwischen 0,1-1 bar, sowie Hochdruckleitungen, die bei Drücken >1 bar betrieben werden. Aufgrund der erforderlichen hohen Erdgasvolumenströme kommt für die Zusatzgaseinspeisung hauptsächlich die Transportnetzebene in Frage welche für gewöhnlich im Hochdruckbereich zwischen 25 und 80 bar betrieben werden (Berger et al. 2010).



Gasübergabestation

Zur Einspeisung ist eine Gasübergabestation nötig. Die Station ist die Schnittstelle zwischen Anlagenbetreiber und Netzbetreiber. Ab diesem Punkt ist der Netzbetreiber zuständig für die Regelung von Einspeisevolumen, Gasqualität und nötige Verdichtung des Gases zur Einspeisung (Berger et al. 2010). Die Übergabestation setzt sich zusammen aus Gasmischer, Gasdruckregelanlage und Gasbeschaffenheitsmessung (BMVIT 2014).

Gasmischanlagen

Da es aufgrund der laminaren Strömung im Gasnetz nicht zu einer eigenständigen Vermischung des Gases in der Gasleitung kommt, erfolgt die Einspeisung über eine Gasmischanlage, die sicherstellt, dass eine gute Durchmischung des Zusatzgases mit dem Erdgas erfolgt und so der Wobbe Index des Gasgemischs konstant gehalten werden kann (Institut für Energetik und Umwelt 2006).

Die Voraussetzungen und Anforderungen an Gasmischanlagen sind im technischen Arbeitsblatt der DVGW G 213 geregelt (Berger et al. 2010).

Die Gasmischanlagen werden mit dem Heizwert- oder Wobbe-Index geregelt, wobei der Druck und der Volumenstrom als Stellgrößen fungieren. Probleme entstehen in diesem Fall bei geringen Volumenströmen oder Diskontinuitäten, was eine Regelung kompliziert gestaltet. Außerdem ist die Netzgröße zu beachten, die als „Dämpfungsglied“ wirkt (FNR 2014).

Eine statische Mischanlage stellt eine Vorrichtung dar bei der über eine unabhängige Zufuhrleitung ein Zusatzgas in einen Grundgasstrom eingeleitet wird. Die Zufuhrleitung ragt in die Hauptleitung hinein und ist ausgerichtet in die Strömungsrichtung des Erdgases. Am Ende der Zufuhrleitung ist mindestens ein Gasverwirbelungskörper angebracht der eine Durchmischung der Gase sicherstellt. Mögliche Gasverwirbelungskörper stellen ein Prallblech, Verwirbelungskegel oder Lochblech dar (Klos 2012). Durch einen größeren Rohrdurchmesser der Hauptleitung nach der Verwirbelungseinheit kann das Zusatzgas aufgenommen werden, ohne dass sich der Gasdruck im System erhöht. Das genaue Mischverhältnis kann über Sensoren für Brennwert und Wobbe Index gemessen und geregelt werden, so dass über die Mischstrecke des Gasmischers ein homogenes Gasgemisch eingestellt werden kann (Klos 2012). Eine weitere Möglichkeit zur Gasmischung stellen kreuzende Lamellen dar. Der Mischeffekt resultiert aus einer relativen Verschiebung der Teilströme von benachbarten Lamellen sowie einer erhöhten Turbulenz an den Kreuzungspunkten (Bürgi et al. 1981).

Um die Homogenität im Gasgemisch sicherzustellen ist für gewöhnlich ein zweites Verwirbelungs-/Durchmischungselement nötig. Die Mischelemente müssen dabei um 90° zueinander verdreht sein. Im nachfolgenden Leerrohr kommt es durch die schräg zueinander austretenden Teilströme zu einer weiteren Homogenisierung. Durch eine abwechselnde Anordnung von Mischelementen und Leerrohren kann daher eine



verbesserte Durchmischung gewährleistet werden, jedoch verlängert sich die Durchmischungstrecke maßgeblich (Bürgi et al. 1981) .

Gasdruckregelanlage

Gasdruckregelanlagen dienen dazu den Gasdruck innerhalb des Leitungssystems zu regeln, wobei das Gas von einem Eingangsdruck aus in das Netz eingespeist wird und dann kontinuierlich auf einen niedrigeren Ausgangsdruck entspannt wird. Zusätzlich ist die Regelungsanlage mit einer Volumenmessung ausgestattet welche eine Regelung der Volumenströme ermöglicht (Adler et al. 2014).

Gasbeschaffenheitsmessung

Die Gasbeschaffenheitsmessungsanlage stellt sicher, dass Vorgaben zur Gasqualität nach DVGW Arbeitsblättern G 260 und G 262 eingehalten werden, und neben der Erfassung von Gasbegleitstoffen, Wobbe-Index, Norm-Dichte und Heizwert, über die Brennwertmessung zudem die Erstellung einer Abrechnungsmessung möglich ist. Zusammensetzung und Brennwert werden über einen Gaschromatographen und ein Kalorimeter erfasst (Berger et al. 2010). Des Weiteren werden über Taupunktspiegel und Hygroskope der Kohlenwasserstoff- und Wassertaupunkt bestimmt. In Ausnahmefällen wird mittels Dichtemesser die Normdichte im Netz bestimmt. Die Gasbeschaffenheitsmessung ist besonders bei der Einspeisung von Zusatzgas von Bedeutung und muss in Echtzeit erfolgen, damit in Bezug auf Wobbe-Index, Brenn- und Heizwert eine rechtlich reguläre Gasbeschaffenheit sichergestellt werden kann (Adler et al. 2014).

3. Anknüpfungspunkte zur Biogasanlage

Biogas setzt sich zu 50-75 % aus Methan, 35-50 % CO₂ und 2-10 % anderen Bestandteilen (H₂O, H₂, N₂, O₂, H₂S) zusammen und ist in den DVGW Arbeitsblättern G 260 und G 262 als Gas der zweiten Gasfamilie aufgeführt, welche für die Einspeisung ins öffentliche Gasnetz geeignet sind (FNR 2016; DVGW 2013; DVGW 2011). Zudem wird für die Zusatzgaseinspeisung keine kostenaufwendige CO₂-Abtrennung benötigt, so dass an geeigneten Standorten der Absatz von Biogas als Zusatzgas eine sinnvolle Option darstellen kann.

Das Biogas muss in den meisten Fällen nur entschwefelt und getrocknet werden. Dies ist auch für die alternative Verstromung notwendig um eine Korrosion des Blockheizkraftwerks zu verhindern. Es werden allerdings höhere Anforderungen bei der Einspeisung ins Erdgas gefordert, sodass mit einem gewissen wirtschaftlichen Mehraufwand zur Aufrüstung der Gasaufbereitung zu rechnen ist (Adler et al. 2014).

Bei großen Volumenströmen des Erdgases wirkt sich die Brennwertabweichung zwischen Zusatz- und Erdgas deutlich geringer aus. In Bezug auf die verschiedenen Netzebenen würde sich daher die Einspeisung in überregionale Ferngasleitungen anbieten, da bedeutendes Potenzial im Hinblick auf die hohen Transportströme besteht. Theoretisch



könnte einem russischen Erdgasstrom, ein Biogasstrom mit einer Zusammensetzung von 50 % CO₂ und 50 % CH₄, von bis zu 9 Vol.% beigemischt werden (DVGW 2013).

4. Ökonomische Angaben

Die hohen Investitionskosten für die Biomethanaufbereitung und -einspeisung machen diese Vermarktungsoption für viele kleine und mittlere Biogasanlage in der Regel unattraktiv. Eine Möglichkeit Kosten für die Konditionierung des Gases in Summe zu vermeiden, besteht in der Anwendung der Einspeisung des Biomethans in das Erdgasnetz als Zusatzgas im Gegensatz zur Einspeisung als Austauschgas (IEE 2019).

Die Anschlusskosten an das Erdgasnetz sind laut Gasnetzzugangsverordnung zu 75 % durch den Netzbetreiber und zu 25 % durch den Anschlussnehmer zu tragen. Sofern eine Verbindungsleitung von mehr als zehn Kilometern erforderlich ist, sind die Kosten durch den Anschlussnehmer zu begleichen. Die Beteiligung des Anschlussnehmers an den Investitionskosten zur Errichtung einer Gasübergabestation, ist über die Gasnetzzugangsverordnung auf maximal 250.000 € (GasNZV 2010).

Es kann auf Seiten des Anschlussnehmers auf die kostenaufwendige CO₂-Abtrennung verzichtet werden, die bei einer Anlagengröße von ca. 250 m³_{Rohbiogas}/h etwa 30 % der Gesamtkosten der Biomethanherstellung ausmachen (BMVIT 2014). Auch von Netzbetreiberseite können Kosten eingespart werden, da eine Konditionierung im Falle der Zusatzgaseinspeisung entfällt (Hüttenrauch und Zöllner 2016).

Das Einspeisen von Biogas ohne Biomethan hat keine wirtschaftlichen Nachteile. Der Gaspreis für den Endverbraucher wird auf Basis des Brennwertes und nicht des Methangehaltes berechnet. Daher ist der Abrechnungspreis flächendeckend der Gleiche wie von aufbereiteten Biogas (Hüttenrauch und Zöllner 2016).

5. Marktrelevanz und Absatzmärkte

Die Option der Zusatzgaseinspeisung stellt jedoch bei den bisher in Betrieb befindlichen Biogaseinspeiseanlagen die Ausnahme dar. Auf Basis von Erhebungen im Rahmen des Projekts „eMicroBGAA“ speisten von rund $\frac{1}{4}$ des derzeitigen Anlagenbestandes ca. 82 % der deutschen Biomethaneinspeiseanlagen ihr Biomethan als Austauschgas ein. Die restlichen Anlagen führten entweder eine Zusatzgaseinspeisung oder eine Einspeisung als Grundgas unter Schaffung eines Brennwertbezirkes, in welchen Biomethan (anstatt des Erdgases selbst) als Grundgas im Erdgasnetz fungiert, durch. Die Einführung von Biomethan-Brennwertbezirken mit dem Effekt der Vermeidung einer LPG-Konditionierung findet schon seit mehreren Jahren statt (IEE 2019).

6. Rechtliche Belange

In der Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV) sind die Bedingungen, zu welchen den Netzzugangsberechtigten Zugang zum Leitungsnetz gewährt wird, geregelt. Zur Gasbeschaffenheit wird dabei auf das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) verwiesen, welches



wiederum darlegt, dass Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von Gas den Regeln der DVGW zu entsprechen haben (FNR 2014).

Die Anforderungen zur Zusatzgaseinspeisung stellt maßgeblich des Arbeitsblattes G 685 des DVGW. Demnach darf der Brennwert des Endproduktes sich im Netzbereiches zwischen zwei Einspeisepunkten nicht um mehr als 2 % unterscheiden, was sich nur in Leitungen mit hohen Erdgasströmen realisieren lässt (DVGW 2013).

7. Chancen und Hürden

Die Erdgasströme in netzkonformen Verteilungs- und Regionalnetzen sind deutlich zu niedrig so dass für die Biogaseinspeisung als Zusatzgas nur die Einspeisung in Fern- und Transportleitungen in Frage kommt (Hüttenrauch und Zöllner 2016). Jedoch muss berücksichtigt werden, dass Gasflüsse in Erdgasleitungen temporär sehr gering sind und sich so Gasmischungen in nicht zulässigen Zusammensetzungen bilden können (DVGW 2013).

Da der Endproduktbrennwert innerhalb eines geschlossenen Netzes nicht stärker variieren darf als 2 %, ist zudem nur eine Einspeisung als Zusatzgas in Netze mit Einseiteneinspeisung grundsätzlich unproblematisch, während für Netze mit Mehrseiteneinspeisung der Aufwand deutlich bedeutender und das Potenzial an einzuspeisender Biogasmenge deutlich begrenzt wäre (Hüttenrauch und Zöllner 2016). Bei der Einseiteneinspeisung erfolgt die Versorgung des Netzes über mehrere Einspeisepunkte mit gleicher Gasqualität, während bei der Mehrseiteneinspeisung unterschiedliche Gasqualitäten ins Netz eingeleitet werden, was den regulatorischen Aufwand in Bezug auf Gasmischung deutlich erhöht und eine Einspeisung von Zusatzgasen mit signifikant unterschiedlichen Brennwertigenschaften nahezu unmöglich gestaltet (Hüttenrauch und Zöllner 2016). Dies hat vor allem damit zu tun, dass je mehr unterschiedliche Einspeisepunkte berücksichtigt werden müssen, Modelle zur Brennwertnachverfolgung komplexer und infolgedessen fehleranfälliger werden. Außerdem führen unzureichende Fließzustände, wie sie aufgrund der nicht konstanten Volumenströme im Erdgasnetz teilweise auftreten, zu ungenauen Rechnungsergebnissen was wiederum die Gefahr birgt, dass unzulässige Gasmische transportiert werden (Urban 2013; DVGW 2013).

Der technische Aufwand für die Zusatzgaseinspeisung ist relativ gering und die Brennwertnachverfolgung ist in Ferntransportnetzen möglich, wenn auch unter einem höheren administrativen Aufwand. Dennoch ist das Potenzial für Biogasanlagen Zusatzgas einzuspeisen auf lokale Standorte begrenzt und nur in Einzelfällen möglich, da Transportleitungen mit Einseiteneinspeisung in der Nähe der Anlage notwendig sind (Urban 2013).



8. Weiterführende Informationen

Schlussbericht des Projekts „Effiziente Mikro-Biogasaufbereitungsanlagen“ (eMikroBGAA) erstellt vom Fraunhofer-IEE, dem Deutschen Biomasseforschungszentrum und der Gas- und Umwelttechnik GmbH (2019): www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22401615.pdf.

Leitfaden „Biogasaufbereitung und -einspeisung“ der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2014) erstellt vom Deutschen Biomasseforschungszentrum und Schnutenhaus & Kollegen Rechtsanwälte: www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2021/Mediathek/leitfaden_biogaseinspeisung-druck-web.pdf.



Literatur

Adler, Philipp; Billig, Eric; Brosowski, André; Daniel-Gromke, Jaqueline; Falke, Iris; Fischer, Erik (2014): Leitfaden Biogasaufbereitung und -einspeisung. 5., vollständig überarbeitete Auflage. Gülzow-Prüzen: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR). Online verfügbar unter <https://edocs.tib.eu/files/e01fb16/868893196.pdf>.

Berger, Robert; Bothendorf, Erik; Klinkert, Volker; Meyer-Prescher, Bernd (2010): Gasnetze der Zukunft. Studie zu den Auswirkungen der Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz auf den Netzbetrieb und Endverbraucher. Hg. v. Wolfgang Urban. Stuttgart: Fraunhofer-Verl.

BMVIT (2014): Biogas Netzeinspeisung. Energie Systeme der Zukunft. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Online verfügbar unter <https://www.biogas-netzeinspeisung.at/technische-planung/biogasnutzung-netzeinspeisung/uebernahmestation.html>, zuletzt geprüft am 21.01.2020 09h58.

GasNZV (2010): Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV). Vom 3. September 2010 (BGBl. I S. 1261), die zuletzt durch Artikel 8 des Gesetzes vom 16. Juli 2021 (BGBl. I S. 3026) geändert worden ist; Online verfügbar unter www.gesetze-im-internet.de/gasnzv_2010/GasNZV.pdf (Zugriff am 14.4.2021)

Bundesnetzagentur (2019): Marktraumumstellung von L- auf H-Gas. Online verfügbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/service/UmstellungLGas.pdf;jsessionid=BB2D292EC30AE9361B60B21DD7424432?__blob=publicationFile&v=5

Bürgi, Roland; Tauscher, Willy; Streiff, Felix (1981): Vermischen von Gasen in statischen Mischern. In: Chemie Ingenieur Technik 53 (1), S. 39–42. DOI: 10.1002/cite.330530109.

DVGW (2013): Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz. Hg. v. Deutscher Verein Gas- und Wassfaches e.V. Deutscher Verein Gas- und Wassfaches e.V.

DVGW G 260 (2013): DVGW G 260. Technische Regel - Arbeitsblatt. Gasbeschaffenheit. Bonn: Deutscher Verein Gas- und Wassfaches e.V.

DVGW G 262 (2011): DVGW G 262. Technische Regel - Arbeitsblatt. Nutzung von Gasen aus regenerativen Quellen in der öffentlichen Gasversorgung. Bonn: Deutscher Verein Gas- und Wassfaches e.V.

FNR (2016): Leitfaden Biogas. Von der Gewinnung zur Nutzung. 7. Auflage, Hg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 2016, Gülzow

FNR (2014): Leitfaden Biogasaufbereitung und -einspeisung. 5. Auflage, Hg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) , 2014, Gülzow



Hüttenrauch, Jens; Zöllner, Sylvana (2016): Identifizierung von Optimierungspotenzial im Gasverteilnetz. Hg. v. Gaswirtschaftlicher Beirat der DBI-GTI gGmbH. DBI – Gastechnologisches Institut gGmbH, Freiberg

IEE (2019): Effiziente Mikro-Biogasaufbereitungsanlagen (eMikroBGAA). Schlussbericht des Verbundvorhaben von Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE, Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH und Gas- und Umwelttechnik GmbH, Kassel, Leipzig

Institut für Energetik und Umwelt (2006): Förderung der Biogaseinspeisung in Luxemburg. Hg. Ministère de l'économie et du commerce extérieur

Klos, Holger (2012): Verfahren und Vorrichtung zum Bereitstellen eines Gasgemischs. Angemeldet durch Klos, Holger. Veröffentlichungsnr: DE102012110596A1.

Urban, Wolfgang (2013): Netzanschluss von Biogasanlagen - ein Überblick. Ecologic Institute. Berlin, 2013.

