

Biomethaneinspeisung in der Landwirtschaft

Geschäftsmodelle – Technik – Wirtschaftlichkeit

KTBL-Schrift 495



Autoren

Die Autoren sind Mitglieder der KTBL-Arbeitsgruppe „Gaseinspeisung“:

T. Balling | Agrokraft Streutal GmbH & Co. KG, Bad Hersfeld

M. Beil | Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (Faunhofer IWES), Kassel

A. Hauptmann | Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

Dr.-Ing. G. Reinhold | Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena

H. Seide (Vorsitzender) | Kraft und Stoff Dannenberg GmbH & Co. KG, Damnatz

Dr.-Ing. W. Urban | Ecologic Institute, Berlin

Dr. F. Valentin | Rechtsanwälte Schnutenhaus & Kollegen, Berlin

B. Wirth (Geschäftsführer) | Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

Unter Mitarbeit von

H. von Bredow | Rechtsanwälte Schnutenhaus & Kollegen, Berlin

S. Czech | Rechtsanwälte Schnutenhaus & Kollegen, Berlin

Dr. M. Meyer | Rechtsanwälte Schnutenhaus & Kollegen, Berlin

Die Informationen der vorliegenden Schrift wurden vom KTBL und den Autoren nach bestem Wissen und Gewissen nach dem derzeitigen Stand des Wissens zusammengestellt. Das KTBL und die Autoren übernehmen jedoch keinerlei Haftung für die bereitgestellten Informationen, deren Aktualität, inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität.

© 2012

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

Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt

Telefon (06151) 7001-0 | Fax (06151) 7001-123

E-Mail: ktbl@ktbl.de | www.ktbl.de

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des KTBL urheberrechtswidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Redaktion

B. Wirth, A. Hauptmann | KTBL

Lektorat

M. Pikart-Müller | KTBL

Titelfoto

B. Wirth | KTBL

Vertrieb

KTBL | Darmstadt

Druck

Druckerei Lokay | Reinheim

Printed in Germany

ISBN 978-3-941583-70-2

Vorwort

Die Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz ist ein zukunftssträchtiges Verfahren der Biogasnutzung. Im Vergleich zur Stromerzeugung aus Wind- und Sonnenenergie handelt es sich bei Biomethan um einen speicherbaren Energieträger, der zur bedarfsgerechten Stromproduktion eingesetzt werden kann. Zudem kann das Biomethan über das weit verzweigte Gasnetz transportiert und überall dort genutzt werden, wo auch Erdgas zum Einsatz kommt.

Biomethan kann nach Einschätzung der Bundesregierung einen wichtigen Beitrag zum Ausbau einer nachhaltigen, unabhängigen und klimaschonenden Energieproduktion in Deutschland leisten. Die Aufbereitung des in Biogasanlagen erzeugten Gases zu Biomethan und dessen Einspeisung in das Gasnetz werden aus diesem Grund gefördert.

Die Landwirtschaft kann davon profitieren und ihre Kompetenz sowie ihre Ressourcen mit einbringen. So entstehen für landwirtschaftliche Betriebe neue Wertschöpfungspotenziale, die sowohl dem Betrieb als auch dem gesamten ländlichen Raum zugutekommen können.

Diese Schrift informiert über die möglichen Einsatzfelder des Biomethans und die wichtigsten Techniken zur Biogasaufbereitung und Biomethaneinspeisung. Die Zahlen und Fakten können dem Landwirt bei geplanten Anlagenprojekten als Entscheidungshilfe dienen.

Mein Dank gilt allen Mitwirkenden an dieser Schrift. Er gilt insbesondere den engagierten Mitgliedern der KTBL-Arbeitsgruppe „Gaseinspeisung“, durch deren ehrenamtliche Mitarbeit dieses Buch erst ermöglicht wurde.

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

DR. HEINRICH DE BAEY-ERNSTEN
Hauptgeschäftsführer

Inhalt

1	Einleitung	7
2	Einspeisung von Biomethan.....	8
2.1	Entwicklung in Deutschland.....	8
2.2	Einsatzfelder für Biomethan	9
2.3	Rechtliche Grundlagen	12
2.4	Vertragsstrukturen.....	18
3	Technik und Verfahren zur Biogasaufbereitung und Einspeisung von Biomethan	21
3.1	Anforderungen an das einzuspeisende Biomethan	21
3.2	Biogasaufbereitung	25
3.2.1	Biogasentschwefelung	26
3.2.2	Biogastrocknung.....	27
3.2.3	CO ₂ -Abtrennung.....	28
3.2.4	Abgasbehandlung.....	35
3.3	Biomethaneinspeisung in das Erdgasnetz	36
4	Anlagenbetrieb	40
4.1	Betrieb und Wartung.....	40
4.2	Störungen und Fehlerquellen	41
5	Geschäftsmodelle.....	42
6	Investitionsbedarf und Kosten der Rohgasbereitstellung, Biogasaufbereitung und Biomethaneinspeisung in das Erdgasnetz.....	46
6.1	Grundannahmen.....	46
6.2	Rohgasbereitstellung.....	47
6.3	Biogasaufbereitung	48
6.4	Erdgasnetzanschluss	50
6.5	Biomethantransport und -vertrieb	51
6.6	Biomethanbereitstellung frei Erdgasnetz	52
6.7	Kombi-Anlage mit Biomethaneinspeisung und Vor-Ort-Verstromung (IIa).....	54
6.8	Sensitivitätsanalysen	57

7	Wann lohnen sich die Rohgasbereitstellung, Biomethaneinspeisung und Vor-Ort-Verstromung?.....	60
8	Beispiele aus der Praxis.....	64
8.1	Strom, Wärme, Gas und Kraftstoff vom Bauern	64
8.2	In der Gemeinschaft liegt die Kraft.....	65
9	Zusammenfassung	67
	Literatur	69
	Anhang.....	73
	Glossar.....	77
	Anschriften der Autoren.....	79
	KTBL-Veröffentlichungen	80
	aid-Veröffentlichungen.....	84

1 Einleitung

Die Anzahl der Anlagen zur Biomethaneinspeisung hat in den vergangenen Jahren stetig zugenommen. Investierten bisher meist Energieversorgungsunternehmen und Investorengemeinschaften in diese Technologie, so finden sich heute zunehmend Biomethanprojekte in landwirtschaftlicher Hand. Die Biomethaneinspeisung stellt auch eine mögliche Alternative zur Vor-Ort-Verstromung in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) dar.

Mit der Aufbereitung von Rohgas und Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz kann eine räumliche und zeitliche Entkopplung zwischen Biogaserzeugung und -nutzung erfolgen. Dadurch kann das Biogas effizient und bedarfsorientiert genutzt werden. Allerdings ist der Anschluss an das bundesweite Erdgasnetz nicht überall möglich oder ökonomisch sinnvoll, da Aufbereitungs- und Netzanschlusskosten große Biogasanlagen erfordern. Eine dezentrale Verstromung von Biogas in Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist dann attraktiver, wenn ein großer Teil der entstehenden Wärme in räumlicher Nähe der Produktion genutzt werden kann (URBAN 2010). Bei der Vorplanung einer Biogasanlage sollten daher alle Möglichkeiten der Biogasnutzung mit einbezogen werden.

In dieser Schrift wird der Begriff Biomethan für aufbereitetes Biogas zur Einspeisung verwendet.

Alle Angaben zum Energiegehalt von Biogas und Biomethan in der vorliegenden Schrift beziehen sich auf den in der Gaswirtschaft üblichen Brennwert von Methan im Normzustand ($H_{s,n}$). Bei Bedarf können die Angaben auf den Heizwert im Normzustand ($H_{i,n}$) umgerechnet werden, indem die auf den Brennwert bezogene Energiemenge durch den Faktor 1,108 dividiert wird. Die auf den Brennwert bezogenen spezifischen Kosten (ct/kWh ($H_{s,n}$)) können auf den Heizwert durch Multiplikation mit dem Faktor 1,108 umgerechnet werden.

3 Technik und Verfahren zur Biogasaufbereitung und Einspeisung von Biomethan

3.1 Anforderungen an das einzuspeisende Biomethan

Bei der Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz der öffentlichen Gasversorgung sind viele technische und rechtliche Rahmenbedingungen zu beachten. Besonders wichtig für die Auswahl und Konzeption der Aufbereitungstechnologie sind die DVGW-Regelwerke. In ihnen werden die Gasqualität, deren zulässige Schwankungen und die Technologie des Gasnetzzugangs geregelt.

Bei der physischen Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz ist sicherzustellen, dass das Biomethan am Einspeisepunkt und während der Einspeisung die Qualitätsvorgaben der DVGW-Arbeitsblätter G 260 (Gasbeschaffenheit) und G 262 (Nutzung von Gasen aus regenerativen Quellen in der öffentlichen Gasversorgung) nach dem Stand von 2007 erfüllt (§ 36 (1) GasNZV). Der Einspeiser trägt hierfür auch die Kosten. In Tabelle 2 sind die geforderten Grenzwerte der Gasbegleitstoffe nach G 260 und G 262 gelistet. Darüber hinaus sind weitere DVGW-Arbeitsblätter zu beachten: G 685, G 280, G 1000, die Prüfgrundlage VP 265-1 und die technischen Richtlinien G 14 der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) (DVGW 2000, 2004, 2005, 2008, 2008a, 2012). Ebenso sind technische Normen zu berücksichtigen, beispielsweise die DIN 51624 für den Einsatz von Biogas in Tankstellen als Kraftstoff für Fahrzeuge. In Tabelle 3 werden die Anforderungen an die Grenzwerte der Gasbegleitstoffe nach DIN 51624 für die Kraftstoffnutzung aufgezeigt.

Grundsätzlich empfiehlt es sich für Betreiber von Aufbereitungsanlagen, die mittlerweile fortgeschriebenen Anforderungen in den DVGW-Arbeitsblättern G 260 und G 262 zu beachten und Anlagenhersteller darauf zu verpflichten, etwaige Anpassungen der technischen Anforderungen nachzuführen.

In Fällen, in denen eine Biomethaneinspeisung in Ferngasleitungen erfolgen soll, müssen unter Umständen noch strengere Anforderungen an die Gasqualität berücksichtigt werden. Die Anforderungen umfassen strengere Sauerstoffgrenzwerte und sind in der „Common Business Practice“ CBP 2005-001/02 der European Association for the Streamlining of Energy Exchange-gas (EASEE-gas) niedergelegt.

Tab. 2: Anforderungen an die Gasbeschaffenheit methanreicher Gase zur Einspeisung in Erdgasnetze DVGW G 260/262 (Stand 2007) (DVGW 2000, 2004)

Parameter	Kurzbezeichnung	Einheit	Erdgas-Gruppe		Quelle
			L	H	
Wobbe-Index (Gesamtbereich)	$W_{s,n}$	kWh/m ³	10,5–13,0	12,8–15,7	G 260
		MJ/m ³	37,8–46,8	46,1–56,5	G 260
Wobbe-Index (Nennwert)	$W_{s,n}$	kWh/m ³	12,4	15,0	G 260
		MJ/m ³	44,6	54,0	G 260
Schwankungsbereich im örtlichen Versorgungsgebiet	$W_{s,n}$	kWh/m ³	-1,4 bis +0,6	-1,4 bis +0,7	G 260
Brennwert	$H_{s,n}$	kWh/m ³	8,4–13,1		G 260
		MJ/m ³	30,2–47,2		G 260
Relative Dichte	d_n		0,55–0,75		G 260
Anschlussdruck (Gesamtbereich)	p_{an}	mbar	18–24		G 260
Kohlenwasserstoffe: Kondensationspunkt		°C	Bodentemperatur ¹⁾		G 260
Wasser: Taupunkt		°C	Bodentemperatur ¹⁾		G 260
Nebel, Staub, Flüssigkeit			technisch frei		G 260
Sauerstoff-Volumenanteil (in trockenen Verteilungsnetzen)		%	3		G 260
Sauerstoff-Volumenanteil (in feuchten Verteilungsnetzen)		%	0,5		G 260
Gesamtschwefel, Jahresmittelwert, kurzzeitig		mg/m ³	30 ²⁾		G 260
			150 ²⁾		
Mercaptanschwefel		mg/m ³	6		G 260
Mercaptanschwefel, kurzzeitig		mg/m ³	16		G 260
Schwefelwasserstoff		mg/m ³	5		G 260
Schwefelwasserstoff (in Ausnahmefällen kurzzeitig)		mg/m ³	10		G 260
CO ₂ -Gehalt		Vol.-%	≤ 6		G 262
H ₂ -Gehalt		Vol.-%	≤ 5		G 262

¹⁾ Bezogen auf den jeweiligen Leitungsdruck.

²⁾ Ohne Odoriermittel.

Tab. 3: Anforderungen an die Beschaffenheit von Biogas für den Einsatz als Kraftstoff für Fahrzeuge gemäß DIN 51624 (KLAAS 2009)

Parameter	Einheit ¹⁾	Grenzwert	
		min.	max.
Heizwert (Erdgas H)	MJ/kg	46	
Heizwert (Erdgas L)	MJ/kg	39	
Dichte (absolut)	kg/m ³	0,72	0,91
Methanzahl (berechnet)		70	
Methangehalt	%	80	
Summengehalt C ₂ -KW	%	12	
Retrograde Kondensation ²⁾	%	ist auszuschließen	
Summengehalt > C ₂ -KW ²⁾	%	8,5	
Propangehalt ²⁾	%	6	
Butangehalt ²⁾	%	2	
Pentangehalt ²⁾	%	1	
Gehalt an Hexan und höhere KW ²⁾	%	0,5	
Sauerstoffgehalt	%	3	
Wasserstoffgehalt	%	2	
Summengehalt an Kohlenstoffdioxid und Stickstoff (CO ₂ + N ₂)	%	15	
Schwefelwasserstoffgehalt	mg/kg	7	
Mercaptanschwefelgehalt	mg/kg	8	
Gesamtschwefel seit 1.1.2009	mg/kg	20	
Wassergehalt	mg/kg	40	
Gehalt an Kompressorenöl und Schwebstoffen		noch keine Festlegung; Partikel sind zu entfernen	

¹⁾ Prozentangaben auf die Stoffmenge bezogen (n/n).

²⁾ Die Grenzwerte für den Summengehalt bzw. die Gehalte der einzelnen Komponenten sind so zu wählen, dass bei einem Entleerungsdruck von 2 500 kPa keine flüssige Phase zurückbleiben kann (Vermeidung der retrograden Kondensation).

Die Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz kann nach dem DVGW-Regelwerk G 260 entweder als Austauschgas oder als Zusatzgas erfolgen. Für den Betreiber von BGAA ist wichtig, welche Gasart (Erdgas L oder H) bzw. welchen Brennwert das örtlich verteilte Erdgas aufweist und in welchem Netzabschnitt (örtliches Endverteilernetz, Regionalverteilernetz oder Ferngasnetz) eingespeist wird. Hinsichtlich des Brennwertes ist zu beachten, dass in Deutschland drei verschiedene Erdgas-H-Qualitäten mit jeweils unterschiedlichen Gaszusammensetzungen und Brennwerten verteilt werden. Dies kann im Einzelfall zu technischen Restriktionen bei der Einspeisung, insbesondere bei sehr hochkalorischem Nordsee-Verbundgas, führen. Die Druckstufe des jeweiligen Netzabschnitts kann ebenfalls Einfluss auf die Wahl des Biogasaufbereitungsverfahrens ausüben. Aus wirtschaftlicher Sicht sind für die Einspeisung von Biomethan in Endverteilernetze beispielsweise drucklose Aufbereitungsverfahren günstig.