

# Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieser Präsentation (u.a. Texte, Grafiken, Fotos, Logos etc.) und die Präsentation selbst sind urheberrechtlich geschützt. Sie wurden durch Fraunhofer UMSICHT selbständig erstellt. Eine Weitergabe von Präsentation und/oder Inhalten ist nur mit schriftlicher Genehmigung von Fraunhofer UMSICHT zulässig.

Ohne schriftliche Genehmigung von Fraunhofer UMSICHT dürfen dieses Dokument und/oder Teile daraus nicht weitergegeben, modifiziert, veröffentlicht, übersetzt oder reproduziert werden, weder durch Fotokopien, Mikroverfilmung, noch durch andere – insbesondere elektronische - Verfahren. Der Vorbehalt erstreckt sich auch auf die Aufnahme in oder die Auswertung durch Datenbanken. Zuwiderhandlungen werden gerichtlich verfolgt.

©Copyright Fraunhofer UMSICHT, 2010

**Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:**

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und  
Energietechnik UMSICHT  
Dr.-Ing. Hartmut Pflaum  
Leiter Marketing, Kommunikation,  
Unternehmensplanung  
Osterfelder Straße 3  
46047 Oberhausen  
Tel.: 0208-8598-1171  
E-Mail: [hartmut.pflaum@umsicht.fraunhofer.de](mailto:hartmut.pflaum@umsicht.fraunhofer.de)

---

# Biogaseinspeisung in Erdgas-/Mikro-gasnetze – Möglichkeiten und offene Fragen

---

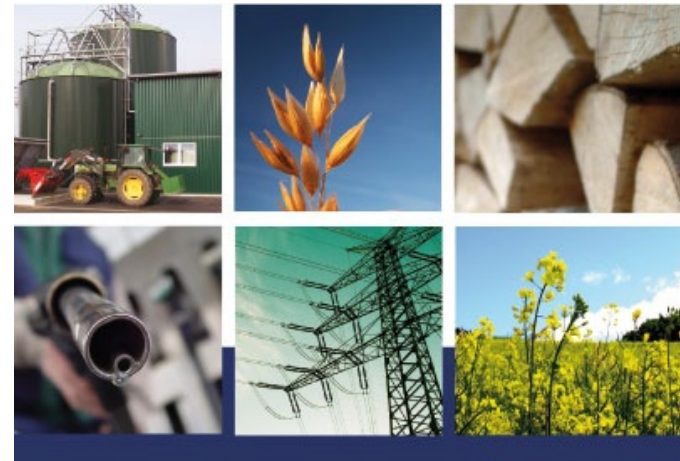
11. NRW-Biogastagung

25. März 2010

Landwirtschaftszentrum Haus Düsse

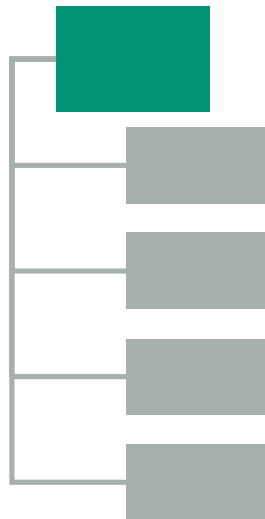
Joachim Krassowski

Wolfgang Urban



[joachim.krassowski@umsicht.fraunhofer.de](mailto:joachim.krassowski@umsicht.fraunhofer.de)

# Gliederung



- n Hintergrund
- n Konzepte zur Biogaseinspeisung
  - Satelliten-BHKW
  - Mikrogasleitung und Satelliten-BHKWs
  - Einspeisung in das Erdgasnetz
  - Gasseitige Bündelung von Biogasanlagen
- n Biogasaufbereitung zur Einspeisung in das Erdgasnetz
  - marktverfügbare Verfahren
  - Verfahrensvergleich

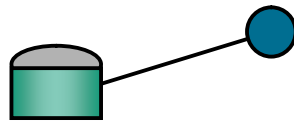
# Hintergrund

## EEG – Ursprung im Jahr 2000, Novellen 2004 u. 2009

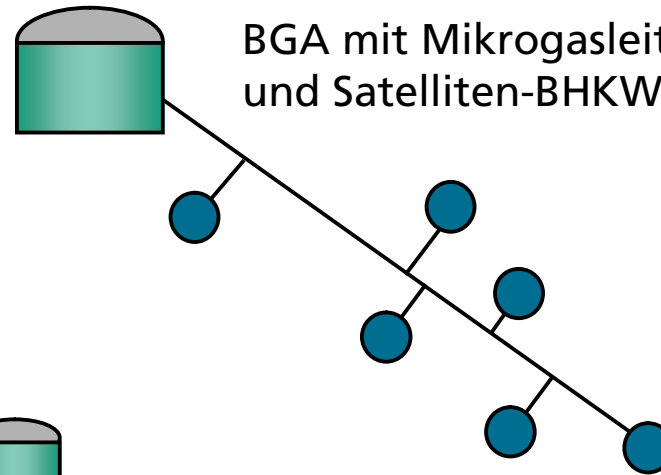
- n Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG  
Ziel des EEG: Erhöhung des Anteils EE im Strombereich (30 % in 2020)
  - Vorrangiger Anschluss von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus EE
  - Vorrangige Abnahme, Übertragung, Verteilung und **Vergütung** dieses Stroms
  
- n Strom aus Biogas fällt (i. A.) unter die Regeln des EEG
  
- n Vorteile des EEG gelten auch, wenn Biogas eingespeist wird, §27(2):  
»Aus einem Gasnetz entnommenes Gas gilt als Biomasse, soweit die Menge des entnommenen Gases im Wärmeäquivalent am Ende eines Kalenderjahres der Menge von Gas aus Biomasse entspricht, das an anderer Stelle im Geltungsbereich des Gesetzes in das Gasnetz eingespeist worden ist.«

# Konzepte zur Biogaseinspeisung

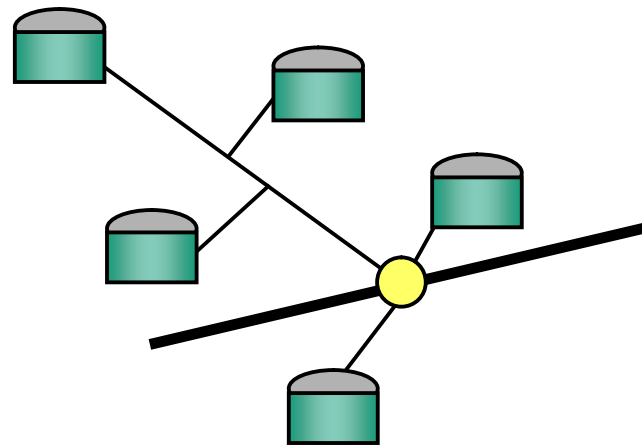
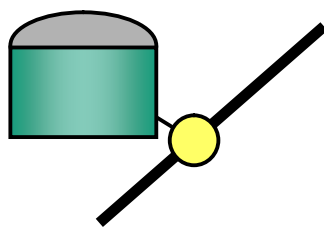
BGA mit Satelliten-BHKW



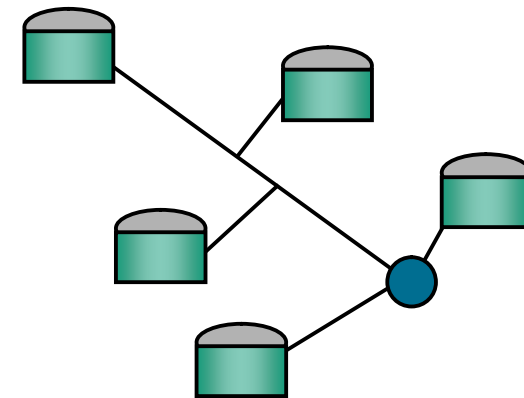
BGA mit Mikrogasleitung und Satelliten-BHKWs



Mikrogasleitung + Gaseinspeisung in das Erdgasnetz



Mikrogasleitung + BHKW



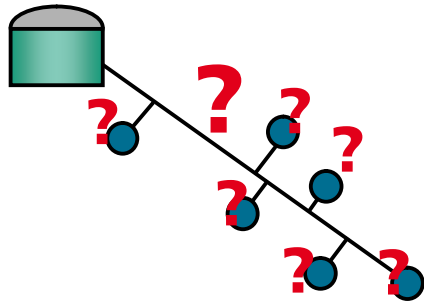
BGA Gaseinspeisung in das Erdgasnetz

# BGA mit Satelliten-BHKW



- n BGA am Standort mit BHKW zur Deckung des Eigenwärmebedarfs, zusätzlich externes Satelliten-BHKW
- n Gasleitungen zum externen BHKW bis zu 3 - 4 km Länge
- n Kosten für Gasleitung je nach Verlegeart und Durchmesser ca. 40 - 100 €/ lfd. m
- n Standardtechnologien verfügbar
- n Am Satelliten-BHKW können prinzipiell alle Bonusse des EEG zur Anrechnung gebracht werden
  - gemäß der allgemeinen Einschätzung von Rechtsexperten, haben Anlagen die Biogas in eine Gasleitung (ohne Verzweigungen) einspeisen und das selbe Biogas am anderen Ende zur Nutzung in einem BHKW wieder ausspeisen, einen Anspruch auf den Güllebonus. Die Leitungslänge ist hierbei nicht relevant.
  - Die Eigenständigkeit des Satelliten-BHKW sollte vor der technischen Umsetzung durch ein Rechtsgutachten abgeklärt werden.
- n Wirtschaftlichkeit hängt wesentlich von der Leitungslänge und der Wärmenutzung (EEG 2009, Anlage 3 Nr. III) ab

# BGA mit Mikrogasleitung und Satelliten-BHKWs



- n Erweiterung des Konzeptes mit nur einem BHKW
- n Standardtechnologien verfügbar
- n Wirtschaftlichkeit hängt wesentlich von der Leitungslänge und der Wärmenutzung (EEG 2009, Anlage 3 Nr. III) ab

## Diskussionspunkte

- n Gasnetzbegriff im Sinne des EEG § 27 Abs. 2?
- n Bei „Gasnetz“ Entfall von Güllebonus und Emissionsminderungsbonus
  - Derzeit gibt es noch keine eindeutige Klarstellung wie der Gasnetzbegriff des EEG auszulegen ist. Bei Biogasleitungen, auch solchen an denen mehrere BHKW angeschlossen sind, gibt es jedoch starke Argumente für einen Anspruch auf den Güllebonus.
- n Anlagenbegriff im Sinne des EEG § 19 Abs.1?
- n Zusammenfassung von Anlagen mindert die Wirtschaftlichkeit
  - Die Eigenständigkeit des Satelliten-BHKW sollte vor der technischen Umsetzung durch ein Rechtsgutachten abgeklärt werden.

# BGA mit Gaseinspeisung in das Erdgasnetz



- n Verschiedene Technologien marktverfügbar, derzeit 32 Anlagen in Deutschland in Betrieb (dena)
- n Immissionsschutz-Bonus und Gülle-Bonus sind nicht anrechenbar
- n »Technologie-Bonus« wird bezogen auf die Biogasaufbereitungsanlage und ist an Bedingungen geknüpft:
  - n CH<sub>4</sub>-Emissionen < 0,5 %, Strombedarf max. 0,5 kWh/m<sup>3</sup> Rohgas
  - n Prozesswärme aus EE, Aufbereitung auf Erdgasqualität
- n Vergütungssätze bezogen auf max. Kapazität Gasaufbereitungsanlage:
  - n 2 ct/kWh<sub>el</sub> bei 350 Nm<sup>3</sup>/h aufbereitetes Rohgas
  - n 1 ct/kWh<sub>el</sub> bei 700 Nm<sup>3</sup>/h aufbereitetes Rohgas



# BGA mit Gaseinspeisung in das Erdgasnetz

## Rechtlicher Rahmen: Novelle GasNZV, GasNEV 2008

- n Gasnetzzugangsverordnung - GasNZV und Gasnetzentgeltverordnung – GasNEV
- n Biomethan muss vorrangig angeschlossen und transportiert werden
- n Investitionskosten für Netzanschluss sind zw. NB und Anschlussnehmer hälftig aufzuteilen, Betriebskosten sind vom Netzbetreiber zu tragen
- n Mehrkosten der Netzbetreiber können innerhalb eines Marktgebietes auf die Gaspreise umgelegt werden
- n Pauschale von 0,7 ct/kWh (H<sub>s</sub>) für vermiedene Netzentgelte an Biogaseinspeiser zu zahlen
- n Vereinfachter Jahresbilanzausgleich für Biogaseinspeiser mit 25 Prozent Flexibilitätsrahmen

# BGA mit Gaseinspeisung in das Erdgasnetz

## DVGW-Regelwerk

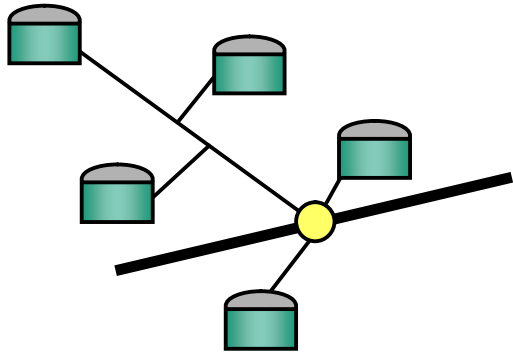
- n Anzuwendendes DVGW-Regelwerk: G262, G260 (G261, G685, G213, G280)  
Einhaltung verbrennungstechnischer Kennwerte: Brennwert  $H_{s,n}$ , Dichte, Wobbe-Index  $W_{s,n}$  – Grenze G262 bzgl. Zusammensetzung:  $CO_2 < 6 \%$
- n Übergabe Biomethan an Netzbetreiber (NB) direkt nach Aufbereitung (G260, G262)
- n Netzbetreiber ist für Anpassung des Biomethan an eichrechtliche Vorgaben (G685) und Netzdruck verantwortlich
- n Abrechnung (G 685): höchste Anforderung hinsichtlich Biomethan-einspeisung, zulässige Abweichungen  $< 1 \%$  bzw.  $2 \%$  vom Brennwert, oft nur erreichbar durch Zuspeisung von LPG oder Luft

# BGA mit Gaseinspeisung in das Erdgasnetz

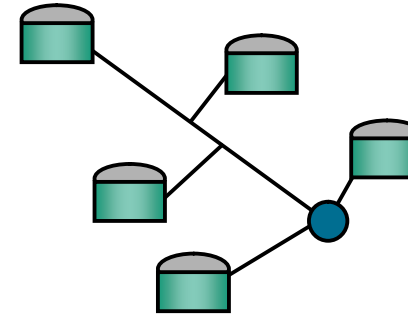
## Aktueller Stand bei der Umsetzung von Projekten

- n Zeitverzögerungen aufgrund fehlender Praxiserfahrung der Beteiligten, unklarer Verantwortungsbereiche bzw. Schnittstellendefinitionen und formale Fragen (z. B. Rechte u. Pflichten, Haftung, Planung u. Durchführung Netzanschlussprüfung) Wer trägt welche Kosten?
  - n Derzeit hohe Gefahr des Projektverzugs, Empfehlung: Umsetzungsplanung mit Netzanschluss beginnen
- n Oftmals noch zu klärende technische Fragen:
  - n über DVGW G260/G262 hinausgehende Anforderungen an Biomethanqualität, Redundanz, Netzkompatibilität
  - n Redundanzfragen führen häufig zur Kostenexplosion
- n Zunehmende Unsicherheit bei Preis- und Absatzmöglichkeiten für Biomethan (Biogaseinspeisegesetz?)

# Gasseitige Bündelung von Biogasanlagen



Mikrogasleitung + Gaseinspeisung  
in das Erdgasnetz



Mikrogasleitung + BHKW



# Gasseitige Bündelung von Biogasanlagen

## Aktueller Stand

- n Konzeptstudien vorhanden (z. B. DBI, energy-21)
- n Positive Aspekte: Lokale (kleinere) Biogasanlagen ermöglichen lokale Wertschöpfung und nachhaltiges Substratmanagement
- n Technologie prinzipiell vorhanden, bei praktischer Umsetzung jedoch noch offene Fragen (Zwischenverdichtung, Trocknung, Entschwefelung)

## Diskussionspunkte

- n Gasnetzbegriff im Sinne des EEG § 27 Abs. 2?
- n Bei „Gasnetz“ Entfall von Güllebonus und Emissionsminderungsbonus (Zielstellung Güllebonus?) – Auch bei diesem Konzept fehlt noch eine eindeutige Auslegung des Begriffes „Gasnetz“ im Sinnen des EEG.
- n Anlagenbegriff im Sinne des EEG § 19 Abs.1?
- n Zusammenfassung von Anlagen mindert die Wirtschaftlichkeit
- n Aussichtsreiches Konzept mit noch offenen Fragestellungen

# Fazit Biogaseinspeisung

- n Biogaseinspeisesysteme können in unterschiedlichen Varianten verwirklicht werden. Die Wirtschaftlichkeit hängt stark vom Grad der Wärmenutzung/Wärmeerlöse ab.
- n Mikrogasnetze mit Satelliten-BHKW(s) und die Gaseinspeisung haben sich technisch bewährt. Die größten Herausforderungen liegen im Bereich der Projektentwicklung.
- n Konzepte zur gaseitigen Bündelung von Biogasanlagen könnten eine alternative zu Großbiogasanlagen darstellen, sowohl technisch, als auf Seiten der Vergütung gibt es jedoch noch offene Fragestellungen.

---

# FRAUNHOFER UMSICHT

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

**Kontakt:**

**Fraunhofer UMSICHT**

Osterfelder Straße 3

46047 Oberhausen

E-Mail: [info@umsicht.fraunhofer.de](mailto:info@umsicht.fraunhofer.de)

Internet: <http://www.umsicht.fraunhofer.de>

<http://www.biogaseinspeisung.de>



Foto: photocase.de

**Joachim Krassowski**

Telefon: 0208-8598-1162

E-Mail: [joachim.krassowski@umsicht.fraunhofer.de](mailto:joachim.krassowski@umsicht.fraunhofer.de)

# Gliederung

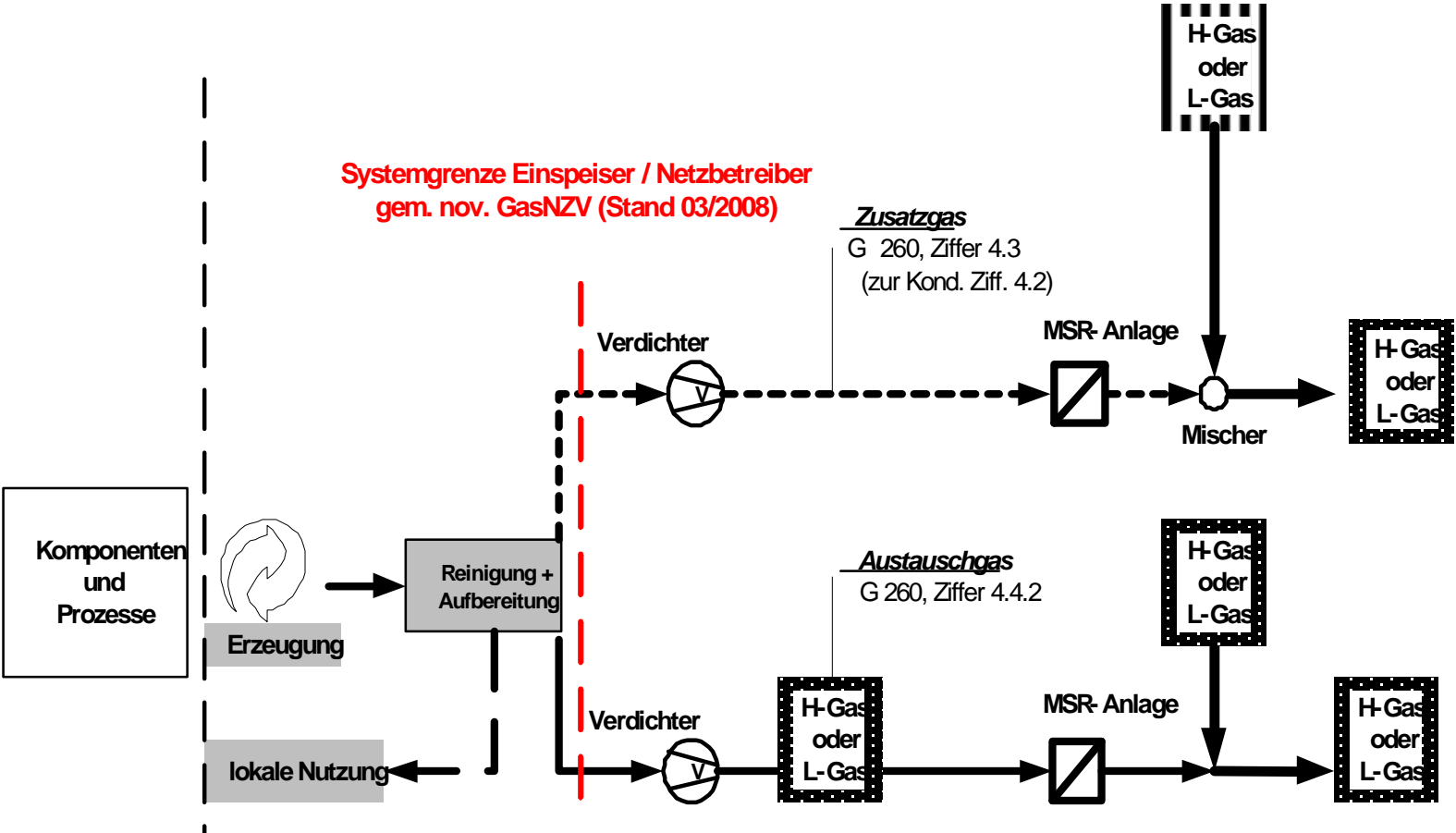


- n Hintergrund
- n Konzepte zur Biogaseinspeisung
  - Satelliten-BHKW
  - Mikrogasleitung und Satelliten BHKWs
  - Einspeisung in das Erdgasnetz
  - Gasseitige Bündelung von Biogasanlagen
- n Biogasaufbereitung zur Einspeisung in das Erdgasnetz
  - marktverfügbare Verfahren
  - Verfahrensvergleich



# Schnittstelle Biogasaufbereitung - Gasnetz

## Novelle GasNZV 2008



# Allgemeiner Rahmen Biogaseinspeisung

## Erdgasqualitäten in Deutschland

- n In Deutschland 5 Erdgasqualitäten (s. u.), Brennwertanpassung nötig; Einspeisung als Austauschgas in H-Gas Verbund oder Nordsee wegen benötigter LPG-Zugabe problematisch (Preis und technische Grenzen)

	Einheit	EG-H (Nordsee)	EG-H (Verbund)	EG-H (GUS)	EG-L (Holland)	EG-L (Verbund)
<b>CO<sub>2</sub></b>	Vol.-%	1.53	1.18	0.08	1.27	1.22
<b>N<sub>2</sub></b>	Vol.-%	1.10	<b>4.48</b>	0.81	10.64	10.01
<b>CH<sub>4</sub></b>	Vol.-%	86.54	87.74	<b>98.31</b>	83.35	84.40
<b>C<sub>2</sub>H<sub>6</sub></b>	Vol.-%	<b>8.02</b>	<b>4.86</b>	0.50	3.71	3.14
<b>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub></b>	Vol.-%	<b>2.06</b>	1.21	0.19	0.70	0.61
<b>C<sub>4</sub>H<sub>10</sub></b>	Vol.-%	0.60	0.35	0.08	0.22	0.19
<b>H<sub>S,n</sub></b>	kWh/m <sup>3</sup>	<b>11.99</b>	<b>11.16</b>	11.07	10.26	10.23
<b>H<sub>I,n</sub></b>	kWh/m <sup>3</sup>	10.85	10.09	9.98	9.27	9.24
<b>Dichte</b>	kg/m <sup>3</sup>	0.84	0.81	0.73	0.83	0.82
<b>rel. Dichte</b>	-	0.65	0.63	0.57	0.64	0.63
<b>W<sub>S,n</sub></b>	kWh/m <sup>3</sup>	14.91	14.08	14.72	12.81	12.86

# Biogasaufbereitung – ein Überblick



**Grobentschwefelung**

**Biowäscher**  
ext. Regenerierung

**Sulfidfällung**

**Feinentschwefelung**

**Aktivkohle**

# Biogasaufbereitung – ein Überblick



Druckwechseladsorption

Absorptive (Wasch-)Verfahren

Membranverfahren

kryogene Verfahren

Wasser

org. Sorb.

Aminlg.

Trocken / Nass

HD-/ND-Verfahren

Rektifikation

CO<sub>2</sub>-Sublimation

# CO<sub>2</sub>-Abtrennung – Herstellerübersicht

Verfahren	Firmen	Referenzen
Druckwechsel-adsorption	CarboTech Engineering (D) Cirmac (NL) Xebec Inc. (CAN), Verdesis* (CH), ETW Energietechnik* (D)	D, S, A, CH: mehr als 20 NL: Nuenen Mehrere in USA, CAN, CH
Druckwasser-wäsche	Flotech (S, NZ) Malmberg (S, D) YIT (S) RosRoca* (E, D)	mehrere Anlagen in S, E, JP, D S: mehr als 20 Anlagen, D: 5 S: 5 Anlagen
Wäsche mit org. Lösemittel	HAASE Energietechnik (D)	D: Jameln, Hannover, Rathenow
Aminwäschen	DGE (D) MT-Biomethan* (D) Cirmac (NL), PURAC* (S)	Zürich, Rockstedt, Hardeggen D: Neuss, S: Göteborg, Boras
Membran-trennverfahren	Cirmac (NL) TU Wien (A), Axiom* (A)	NL: Beverwijk Bruck a.d. Leitha (A)

\* Lizenznehmer

Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit!

# Druckwechseladsorption (PSA)

- n Molekularsiebe auf Aktivkohlebasis als Adsorbens, Adsorption von  $\text{CO}_2$  bei 4 - 7 bar; Desorption bei 0,05 bar
- n Rohgas muss entfeuchtet und entschwefelt sein (konkurrierende Sorption von Wasserdampf und  $\text{H}_2\text{S}$ )



PSA-Skid M-3200, Xebec Inc., CAN



Quelle: CarboTech 2008

PSA-Anlage, CarboTech, Mühlacker

# Druckwasserwäsche (DWW)

- n Absorption von  $\text{CO}_2$  in Wasser unter Druck (4 - 7 bar)
- n Kreislaufführung, Austreiben des  $\text{CO}_2$  mit Strippluft bei atm. Druck



Druckwasserwäsche, Malmberg, Könnern



Flotech CSFR-225, Higashinada, JP

# Physikalische Wäsche mit organischen Lösungsmitteln

- n Wäsche mit Polyethylenglykol-Dimethylether (PEG-DME) Gemisch (Handelsname: Genosorb)
- n Höhere Löslichkeiten für CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S und Wasser im Vgl. zu Wasser, damit parallel Trocknung + Feinentschwefelung möglich, Teillastbetrieb
- n Absorption bei 4 - 7 bar, Desorption bei Umgebungsdruck + Wärme < 80°C + Strippluft



Genosorb-Wäsche, Haase-Energietechnik, Ronnenberg



# Chemische Wäschen zur CO<sub>2</sub>-Abtrennung

- n Amine, wie MEA, DEA, TEA, MDEA und Mischungen daraus
- n Höchste Löslichkeiten und Selektivitäten für CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S und Wasser, Absorption bei Umgebungsdruck (vorherige Entschwefelung notwendig, Vortrocknung vorteilhaft)
- n Desorption: Flash-Entspannung + Prozesswärme 160 °C



DEA-Wäsche, MT-Energie, Zeven

# Verfahrensvergleich CO<sub>2</sub>-Abtrennung

Kriterien	PSA	DWW	Geno- sorb®	MEA	DEA
Vorreinigung (S, H <sub>2</sub> O)	Ja	Nein	Jein	Ja	Ja
Anlagenregelbarkeit	± 10%	50-100%	50-100%	50-100%	50-100%
Methanschlupf*	2-10%	1-2%	1-4%	< 0,1%	< 0,1%
Produktgasqualität (CH <sub>4</sub> )	> 96%	> 97%	> 99%	> 99%	> 99%
Arbeitsdruck	4 - 7	4 - 7	4 - 7	drucklos	drucklos
Stromverbrauch (Basis: kWh/Nm <sup>3</sup> RBG, Produktgas @ 7bar)	0,25	< 0,25	0,24-0,33	< 0,15	< 0,12
Wärmebedarf	Nein	Nein	55-80 °C	160 °C	160 °C
Chemikalien	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Referenzen	> 20	> 25	3	3	

\* Methanschlupf ist abhängig vom Anlagenkonzept und von den Randbedingungen am Standort  
(CarboTech < 3 %, QuestAir 4-10 %, Malmberg < 1 %, Flotech < 2 %)

# Erlöse für Stromeinspeisung nach EEG

**Fokus Einspeisung!**

Vergütungssätze in ct/kWh <sub>el</sub> gemäß EEG 2009 (Inbetriebnahme 2010)			
installierte elektrische Leistung kW <sub>el</sub>	Grundvergütung	Nawaro-Bonus	KWK-Bonus
0 – 150	11,55	6,93	3
150 – 500	9,09	6,93	3
500 – 5.000	8,17	3,96	3
5 – 20 MW <sub>el</sub>	7,71	0	3

- n Grundvergütung wird nur gewährt, wenn Verstromung in KWK-Nutzung (lt. Anlage 3, EEG) §27, Abs. 3
- n Anforderungen an Gewährung KWK-Bonus (Positiv-/Negativliste)

Angaben ohne Gewähr!

# Fazit Biogaserzeugung und -aufbereitung

- n Rentabilität eines Biogaseinspeiseprojekts von mehreren Parametern abhängig: Biogasanlagengröße, Substratzusammensetzung (Nawaro, Wirtschaftsdünger) und Substratpreis Wärmenutzungsgrad und Wärmeverkaufspreis
- n Biogas aus **Gülle und Abfällen**: Gaserzeugungskosten ca. 3 - 5 ct/kWh; bei **Nawaroanlagen** Wirtschaftlichkeit von Substratpreisen abhängig
- n spezifische Aufbereitungskosten sinken deutlich zwischen kleinen (250 Nm<sup>3</sup>/h) und mittleren Anlagen (500 Nm<sup>3</sup>/h), weitere Größenschritte bringen nur noch geringe Verbesserungen.
- n Derzeitig ökonomisch und ökologisch **sinnvolle Anlagengrößen**: BGA mit mind. 500 Nm<sup>3</sup>/h RBG und größer (Optimum 1.390m<sup>3</sup>/h)
- n Weitere Informationen unter:  
<http://www.biogaseinspeisung.de/publikationen/umsicht/>