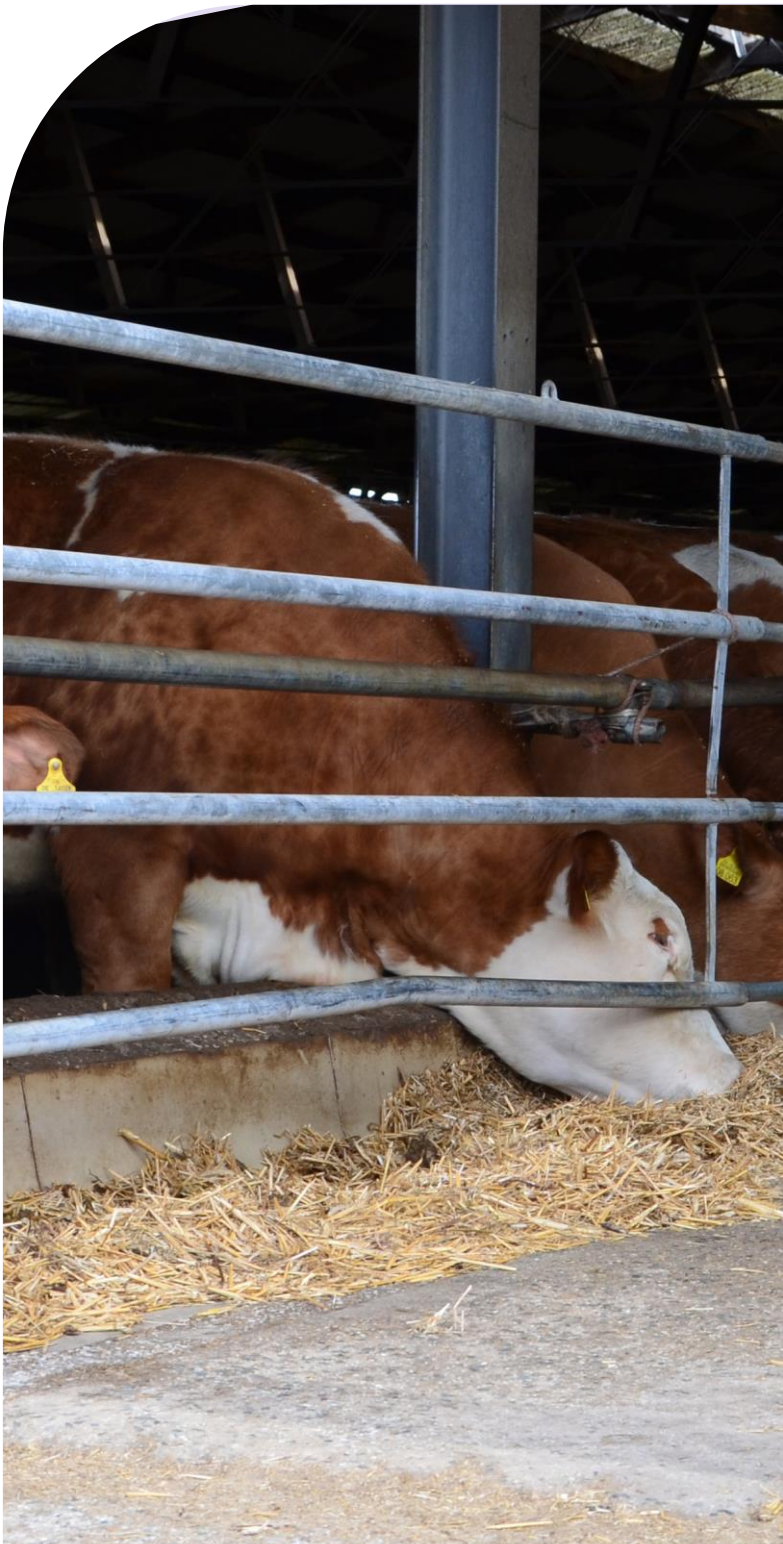


Standardinfoblatt – Biogasaufbereitung



Für wen eignet sich die Biogasaufbereitung?

Biogasanlagenbetreiber, die mehr Substrate zur Biogaserzeugung zur Verfügung hätten, aber im EEG mit Ihrer Leistung beschränkt sind, sowie Biogasanlagenbetreiber, deren Anlage aufgrund von Standortfaktoren nicht für eine zweite EEG-Vergütung geeignet ist bzw. die große Mengen Wirtschaftsdünger in der Biogasanlage einsetzen.

Wie funktioniert die Biogasaufbereitung?

Mittels verschiedener Verfahren wird der CO₂-Anteil im Biogas entfernt und Erdgasqualität erreicht. Das Gas kann danach direkt vertankt oder in das Erdgasnetz eingespeist werden.

Was braucht man noch dazu?

- Freifläche für Biogasaufbereitungsanlage und Peripherie
- Rohrleitungsbedarf (Rohbiogas, Strom, Wasser, Internet)
- Anschluss an das öffentliche Gasnetz mit Gaseinspeiseanlage (Verantwortlicher: Netzbetreiber)
- Personalbedarf zur Bedienung und Wartung
- ggf. zusätzlich: Entschwefelung, Wärmeleitung, Abgasnachverbrennung, Lagerkapazität Ersatzteile

Treibende Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit

- Investitionskosten der Biogasaufbereitungsanlage und Gasleitung an das öffentliche Netz (abhängig von Entfernung)
- Strombedarf je m³ Rohgas
- Wirtschaftsdüngeranteil an Substrat

Allgemeine Informationen

- Durch die Zielsetzung europäischer und nationaler Institutionen Treibhausgasemissionen weiter zu senken, gewinnt erneuerbares Biomethan eine größere Bedeutung bei der Erfüllung von Treibhausgas - Quoten. Dadurch sind Kaufanreize für Biomethan vorhanden, welche die Preise für Biomethan in den kommenden Jahren konstant halten bzw. ansteigen lassen werden.
- Biogasanlagen, welche nach dem EEG 2021 erfolgreich an Ausschreibungen teilnehmen wollen, haben nur Anspruch auf eine Förderung der Bemessungsleistung, welche 45 % der installierten Anlagenleistung entspricht. Soll die gleiche Leistung des ersten 20-jährigen Vergütungszeitraumes nach EEG eingespeist werden, muss die installierte Leistung mehr als verdoppelt werden. Eine Alternative zur mehrfachen Überbauung der installierten elektrischen Leistung ist die Einspeisung von 45 % der bisher installierten Leistung und der Zubau einer Biogasaufbereitungsanlage, um die übrigen 55 % der vorher ins Stromnetz eingespeisten Leistung in Form von Biogas aufzubereiten und als Biomethan ins Erdgasnetz einzuspeisen.
- Die Aufbereitung von Biogas auf Biomethan wird aktuell nicht durch den Staat gefördert.

2. Technische Informationen

Durch Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität werden dem Biogas verschiedene Gase, hauptsächlich aber Kohlenstoffdioxid, entzogen und dadurch die Methankonzentration erhöht. Dazu haben sich verschiedene Techniken etabliert. Die drei am häufigsten angewendeten Verfahren sind die chemische Absorption, welche auch als Aminwäsche bezeichnet wird, die Druckwasserwäsche und die Druckwechseladsorption. Zudem werden die physikalische Absorption und Membranverfahren eingesetzt. Außerdem wird an der Entwicklung kryogener Verfahren gearbeitet.

Beschreibung der Aufbereitungsverfahren

- **Aminwäsche:** Biogas wird verdichtet und im Gegenstrom durch eine Waschkolonne geführt; Aminlösung (versch. Ethanolamin-Wasser-Gemische) strömt von oben nach unten und absorbiert CO_2 ; gereinigtes CH_4 wird am Kolonnenkopf abgezogen; Aminlösung wird in Desorptionskolonne über Erhitzen und ggf. Druckentspannung regeneriert
- **Druckwasserwäsche:** Biogas wird auf mehrere bar Druck verdichtet und im Gegenstrom durch die Waschkolonne geführt; Wasser strömt von oben nach unten und absorbiert CO_2 ; gereinigtes CH_4 wird am Kolonnenkopf abgezogen; Wasser wird durch zweistufige Druckentspannung und Lufteintrag regeneriert und in Kolonne zurückgeführt
- **Druckwechseladsorption:** Biogas wird mit mehreren bar Druck verdichtet und durchströmt Adsorbens (Aktivkohle, Molekularsiebe (Zeolithe) oder Kohlenstoffmolekularsiebe); CO_2 bindet an Adsorber und CH_4 passiert die Kolonne; anschließende Reinigung des beladenen Adsorbens durch stufenweise Entspannung, Vakuum oder ggf. durch Spülgas
- **Physikalische Absorption:** Biogas wird auf mehrere bar Druck verdichtet und im Gegenstrom durch die Waschkolonne geführt; Organisches Lösungsmittel (Polyglykolgemische) durchströmt Biogas von oben nach unten und absorbiert CO_2 ; gereinigtes CH_4 wird am Kolonnenkopf abgezogen; organisches Lösungsmittel wird durch Druckentspannung, Lufteintrag und geringe Erwärmung regeneriert und in Kolonne zurückgeführt
- **Membranverfahren:** Biogas wird auf mehrere bar Druck verdichtet; durch Druckdifferenz an zwei- bis dreistufiger Membran wird CH_4 zurückgehalten während CO_2 die Membran passiert;
- **Kryogene Verfahren:** noch nicht marktreif; Temperatur des Biogasstromes wird abgesenkt; CO_2 verflüssigt oder verfestigt sich
- Nach CO_2 Abscheidung zusätzliche Abscheidung von Sauerstoff und Spurengasen (Ammoniak, Siloxane, Benzol, Toluol, Xylol), je nach Substrat; meist nicht notwendig
- Danach erfolgt Odorierung, Anpassung des Brennwertes (zu hoch- Beimischung von Luft; zu niedrig Beimischung von Propan-Butan-Gemisch) und Verdichtung auf Systemdruck des Erdgasnetzes

Die Auswahl des am meisten geeigneten und kosteneffizientesten Verfahrens ist standortabhängig. Einflussfaktoren sind:

- Abwärme zur Regeneration am Standort vorhanden
- Aufzubereitende Rohbiogasmenge
- Druckstufe des Erdgasnetzes/ benötigter Einspeisedruck
- Örtliche Qualität des Erdgases im Erdgasnetz
- Vorhandener Aufstellplatz

Die am häufigsten in Deutschland angewendeten Verfahren sind die Aminwäsche, die Druckwechseladsorption und die Druckwasserwäsche. Für das kryogene Verfahren gibt es noch keine marktreifen großtechnischen Anlagen.

Kennzahlen / Faustzahlen

Die nachfolgende Tabelle gibt einen groben Überblick über die derzeit technisch möglichen Aufbereitungsverfahren von Rohbiogas zu Biomethan.

	Chemische Absorption (Aminwäsche)	Druckwasserwäsche (DWW)	Druckwechseladsorption (PSA)	Physikalische Absorption	Membranverfahren	Kryogene Verfahren
Strombedarf (kWh/Nm ³)	0,06-0,15	0,2-0,3	0,2-0,25	0,23-0,33	0,18-0,25	0,18-0,33
Wärmebedarf (kWh/Nm ³)	0,5-0,8	0	0	-0,3	0	0
Temperatur der Prozesswärme (°C)	110-160	-	-	55-80	-	-
Prozessdruck (bar)	0,1-4	5-10	4-7	4-7	5-10	
Methanverluste (%)	0,1	0,5-2	1-5	1-4	2-8	
Abgasnachbehandlung erforderlich? (nach EEG und GasNZV)	nein	ja	ja	ja	ja	Ja
Feinentschwefelung des Rohgases erforderlich?	ja	nein	ja	nein	empfohlen	ja
Wasserbedarf	ja	ja	nein	nein	nein	nein
Chemikalienbedarf	ja	nein	nein	ja	nein	nein

Quelle: Fraunhofer IWES, ergänzt nach DWA

Faustzahlen Wirtschaftlichkeit

- Kosten des Netzanschlusses trägt zu 75% der Gasnetzbetreiber und zu 25% der Anschlussnehmer (Gasnetzzugangsverordnung §§ 31-37); bei max. 1 km Leitung Deckelung der Kosten auf 250.000€; bei mehr als 10 km Länge hat Anschlussnehmer die Mehrkosten zu tragen (§ 33 GasNZV), Netzbetreiber hat Kosten für Wartung und Betrieb des Netzanschlusses zu tragen (§ 33 GasNZV)
- Baukosten für Wärmenetz: 300€/m
- Biogaskessel ca. 25.000€

Kostenabschätzung

- Baukosten für Wärmenetz: 300€/m
- Biogaskessels ca. 25.000€
- Eine grobe Abschätzung über alle Verfahren:

	400 Nm ³ /h	700 Nm ³ /h	1400 Nm ³ /h
Investitionskosten [€]	ca. 1,5. Mio.	ca. 2,0 Mio.	2,4 Mio.
Baunebenkosten [€]	80.000	85.000	90.000
Wartungskosten [€/a]	ca. 50.000 je nach Verfahren	ca. 60.000 je nach Verfahren	ca. 70.000 je nach Verfahren
Betriebskosten [€/a]	ca. 15.000 je nach Verfahren	ca. 20.000 je nach Verfahren	ca. 35.000 je nach Verfahren
Energiekosten [€/a]	ca. 150.000 je nach Verfahren	ca. 265.000 je nach Verfahren	ca. 475.000 je nach Verfahren
Spezifische Kosten der Rohbiogasaufbereitung [ct/kWh_{HS}]	ca. 2,4 je nach Verfahren	ca. 2,0 je nach Verfahren	ca. 1,6 je nach Verfahren

Beispielrechnung

- 500 kW Biogasanlage mit Biogasaufbereitungsanlage mit einer Kapazität von 200 Nm³ Rohbiogas in der Stunde und Einspeisung von 110 Nm³ Biomethan/h in das Erdgasnetz

Kostenpunkt	Überschlägige Kosten
Investitionsbedarf	
Membranverfahren mit Gasvorreinigung	750.000 €
Baunebenkosten	50.000 €
Planung und Genehmigung	35.000 €
Inbetriebnahme	35.000 €
Schwachgasnachbehandlung	150.000 €
Kosten für Biogaskessel zur Wärmebereitstellung (150€/kW_th)	40.000 €
Biogaseinspeiseanlage max. (max. 250.000€)	250.000 €
Abschreibung (10a)	131.000 €/a
Kapitalkosten (3% Zinsen linear)	39.300 €/a
Betriebskosten	
Wartung und Instandhaltung (2,5% von Investition außer Einspeiseanlage)	23.500€/a
Stromkosten (0,25 kWh/Nm ³ Rohbiogas bei 200Nm ³ /h und 8000 h/a mit 20 Cent/kWh)	80.000 €/a
Personalkosten (pauschal 365h/a mit Kosten von 30€/h)	10.950 €/a
Versicherung (0,5 % von Investition)	5.000 €/a
Gesamtkosten	289.750 €/a
Ertrag	
Biomethan (6,5 Cent/kWh _{H₂} Biomethan für NawaRo-Biomethan bei 110 Nm ³ /h und 8000 h/a)	6,5 Cent/kWh _{H₂} (11kWh/Nm ³) 635.000 €/a

➔ Preise für Substrate sind entscheidend für Wirtschaftlichkeit

Als reine NaWaRo-Anlage mit Silomaisfütterung (1.600.000 Nm³ Rohgas/a aus 8.226 t Maissilage; mit 35 % TM; 95 % oTM/TM; 650 Nm³/t oTM; 5 % Methanverlusten über gesamte Strecke) und einem Preis von 35 €/t Frischmasse ergeben sich Kosten von 273.000 €/a. Zusätzlich werden Betriebskosten einer abgeschrieben Biogasanlage von 120.000 €/a veranschlagt. Im Endergebnis entsteht ein Verlust von 47.800 €.

Bei Einsatz von 10.000 t Gülle (ca. 450 Milchkühe) können 1.550 t Maissilage substituiert werden (Rindergülle mit 10 % TM/FM; 80 % oTM/TM; 380 Nm³/t oTS) und die Kosten für Substrate betragen 218.00 €/a, wenn die Gülle mit 0 €/t angesetzt wird. Zudem ist der monetäre Wert von Biomethan aus Gülle deutlich höher als der Wert von Biomethan aus nachwachsenden Rohstoffen, sodass für das Gesamtvolumen an Biomethan ein Preis von 7,2 Cent/kWh_{H₂} angesetzt werden kann. Im Ergebnis verbleiben 75.300 €/a als Gewinn.

4. Beispiel aus der Praxis

In der Biogasanlage in Grabsleben wird ein Teil des Biogases zur Stromerzeugung nach Konditionen des EEG genutzt und ein Teil des Biogases aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist. Zur Biogasaufbereitung wird die Technologie der chemischen Wäsche eingesetzt. Insgesamt wurden am Anlagenstandort zwei Aminwäsche-Anlagen mit einer Aufbereitungsleistung von jeweils 350 Nm³ Biogas/h installiert. Die Einspeisung des Biomethans erfolgt direkt in das am Anlagenstandort anliegende Erdgasnetz.

An der Biogasanlage der Agrar-Milch e.G. Frohndorf/ Orlishausen entsteht eine kleine Biogasaufbereitungsanlage nach dem Funktionsprinzip des Membranverfahrens. Die Anlage wird eine Aufbereitungskapazität von 60 m³ Rohgas/a haben. An die Aufbereitungsanlage wird eine Tankstelle mit Hochdruckspeicher angeschlossen sein, an welcher sowohl Pkw als auch Lkw tanken können. Ein Erdgasnetzanschluss sichert die Abnahme des Biomethans bei zu geringen Abnahmemenge an der Tankstelle ab.

Quellen

1 Adler, P., Billig, E., Brosowski A., Daniel-Gromke, J., Falke, I., Fischer, E., Holzhammer, U., Grope, J., Postel, J., Schnutenhaus, J., Stecher, K., Szomszed, G., Trommler, M., Urban, W. Leitfaden Biogasaufbereitung und -einspeisung. Hrsg: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). 5 Auflage. 2014

1 Fraunhofer IWES & Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall e. V. (DWA). Biogasaufbereitung Kennwerte der verschiedenen Aufbereitungsverfahren. Abgerufen unter <https://biogas.fnr.de/biogas-gewinnung/anlagentechnik/biogasaufbereitung.2021>

Hintergrundinfo Projekt:

Im Biogasperspektivenprojekt wurden Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Biogasproduktion und seiner Co-Produkte an 15 Beispielanlagen in Thüringen untersucht. Dabei sind sowohl die Möglichkeiten der Weiternutzung der Biogasanlagen nach Auslaufen der ersten 20jährigen Vergütung betrachtet und gegenübergestellt worden. Aber auch die Anlagenoptimierung von Biogasanlagen mit fester EEG-Vergütung in den nächsten 10 Jahren konnte untersucht werden. Neben einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für jede Anlage wurde je nach Voraussetzungen individuell auf die Anlagen eingegangen. So konnten unter anderem drei Energieeffizienzberatungen, eine Ausschreibung, die Begleitung eines Biogasaufbereitungsprojektes mit Tankstelle und eine Substratumstellung durchgeführt werden. Daneben wurden über Seminare und Standardinfoblätter Informationen aus den individuellen Erfahrungen der Anlagen optimiert für die Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

