

Biogas

Grundlagen – Funktion - Bauarten

Autor und Referent:

Anselm Gleixner, Geschäftsführender Gesellschafter

INNOVAS Innovative Energie- und Umwelttechnik

Anselm Gleixner und Stefan Reitberger GbR

Margot-Kalinke-Straße 9

80939 München

Tel: 089 - 16 78 39 73

Fax: 089 - 16 78 39 75

eMail: info@innovas.com

Website: www.innovas.com

Gliederung

- ▶ Was ist Biogas?
- ▶ Woraus kann Biogas gewonnen werden?
- ▶ Grundlagen der Biogastechnik
- ▶ Voraussetzungen für die gute Funktion einer Biogasanlage
- ▶ Mögliche Hemmungen und Störungen
- ▶ Übersicht über Anlagentypen
- ▶ Fazit

Was ist Biogas?

Biogas ist ein brennbares Gasmisch aus hauptsächlich Methan (CH_4) und Kohlendioxid (CO_2), mit bis zu 2 % Schwefelwasserstoff (H_2S) und Spurengasen wie Ammoniak (NH_3), Wasserstoff (H_2), Stickstoff (N_2) und Kohlenmonoxid (CO).

Biogas entsteht als Stoffwechselprodukt von Bakterien und Mikroorganismen bei der Vergärung von organischem Material und Verbindungen unter Luftabschluss.

Biogas ist auch bekannt als Klärgas, Faulgas, Sumpfgas oder Deponiegas.

Woraus kann Biogas gewonnen werden?

Biogas kann aus nahezu allen stark wasserhaltigen organischen Stoffen, welche aus den Grundbestandteilen Fett, Eiweiß und Kohlehydraten besteht, gewonnen werden.

In der Landwirtschaft aus Tierexkrementen, aus Futterresten und Pflanzenteilen, Gräsern und aus speziell angebauten Energiepflanzen.

In der Lebensmittelindustrie, aus Produktionsresten wie z.B. Brennereischlempe, Biertreber, Molke, Obst- und Gemüsereste, nicht in Verkehr gebrachte Produkte (Fehlchargen), überlagerte Waren, Fettabscheiderinhalte, etc., aber auch organisch hochbelastete Abwässer wie Fruchtwasser, Blanchierwasser usw.

Im Kommunalen Bereich, aus der Biomüll- und Speiseresteentsorgung, aus Primär- und Sekundärschlamm von Kläranlagen, aber auch von Pflegemaßnahmen öffentlicher Grünflächen, Sportplätzen usw.

Grundlagen der Biogastechnik

Die Biogasbildung ist im Wesentlichen ein vierstufiger Abbauprozess von organischen Substanzen zu Wasser und Biogas. Der Abbau erfolgt durch Mischkulturen fakultativ anaerob (d.h., sowohl mit, als auch ohne Sauerstoff lebend) und anaerob (also ohne Sauerstoff lebend) Mikroorganismen, wie z.B. Bakterien, Schimmelpilze und Einzeller, im wässrigen Milieu.

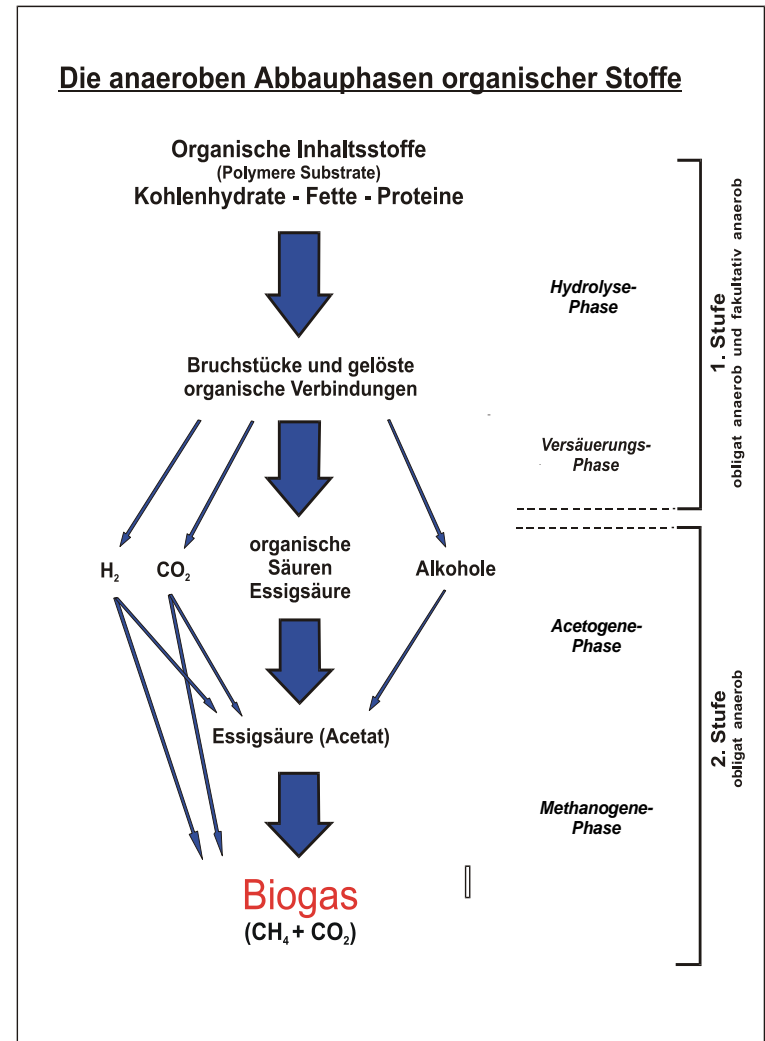
An jedem Abbauschritt sind andere Mikroorganismen beteiligt und die jeweilige Gruppe kann immer nur die in der vorherigen Phase gebildeten Zwischenprodukte weiter verwerten.

In den ersten beiden Schritten, der Hydrolyse u. Versäuerung (Acidogenese) werden die komplexen Polymere in ihre Monomere zerlegt. Die Kohlenstoffketten werden von den unterschiedlich daran beteiligten Mikroben in immer kürzerkettige Verbindungen geteilt, d.h. zu immer kleiner werdenden Teilchen abgebaut. Weil das Gärsubstrat dadurch dünnflüssiger wird, spricht man von der Hydrolyse.

Die Zwischenprodukte nach der Acidogenese sind in erster Linie flüchtige, freie Fett- und Carbonsäuren, Alkohole, CO_2 und H_2 .

Die hydrolysierenden Bakterien und Mikroorganismen sind anfangs fakultativ anaerob und leben in enger Symbiose mit den versäuernden Bakterien zusammen und deshalb kann man diese beiden Abbauphasen räumlich zusammen fassen, wie es in **zweistufigen Biogasanlagen** auch getan wird.

Das ausreichend und gut vorgesäuerte Substrat kann nun in den nächsten beiden Prozessschritten, der Acetogenese und Methanogenese weiter abgebaut werden. Auch in diesen zwei Phasen ist es so, dass die beteiligten Mikroben in enger Symbiose leben und deshalb in der strikt anaeroben Methanstufe zusammengefasst werden sollten



Die Methanbildenden Bakterien zählen zu den ältesten Lebewesen unserer Erde (Spezies Archaeen) und haben einen sehr spezialisierten Stoffwechsel. Sie wachsen sehr langsam und reagieren äußerst empfindlich auf Veränderungen in den Milieubedingungen, wie Temperatur und pH Wert.

Der optimale pH-Wert der Methanisierung liegt zwischen 6,8 und 7,6.

Bei pH-Werten über 8 sollte man den Prozess untersuchen, denn das kann durch eine erhöhte Anreicherung von Ammonium hervorgerufen werden und diese kann wiederum toxisch für den Prozess wirken.

Die Methanisierungsstufe kann grundsätzlich mesophil, d.h. zwischen 35 °C bis 40 °C, aber auch thermophil mit 52 °C bis 55 °C gefahren werden

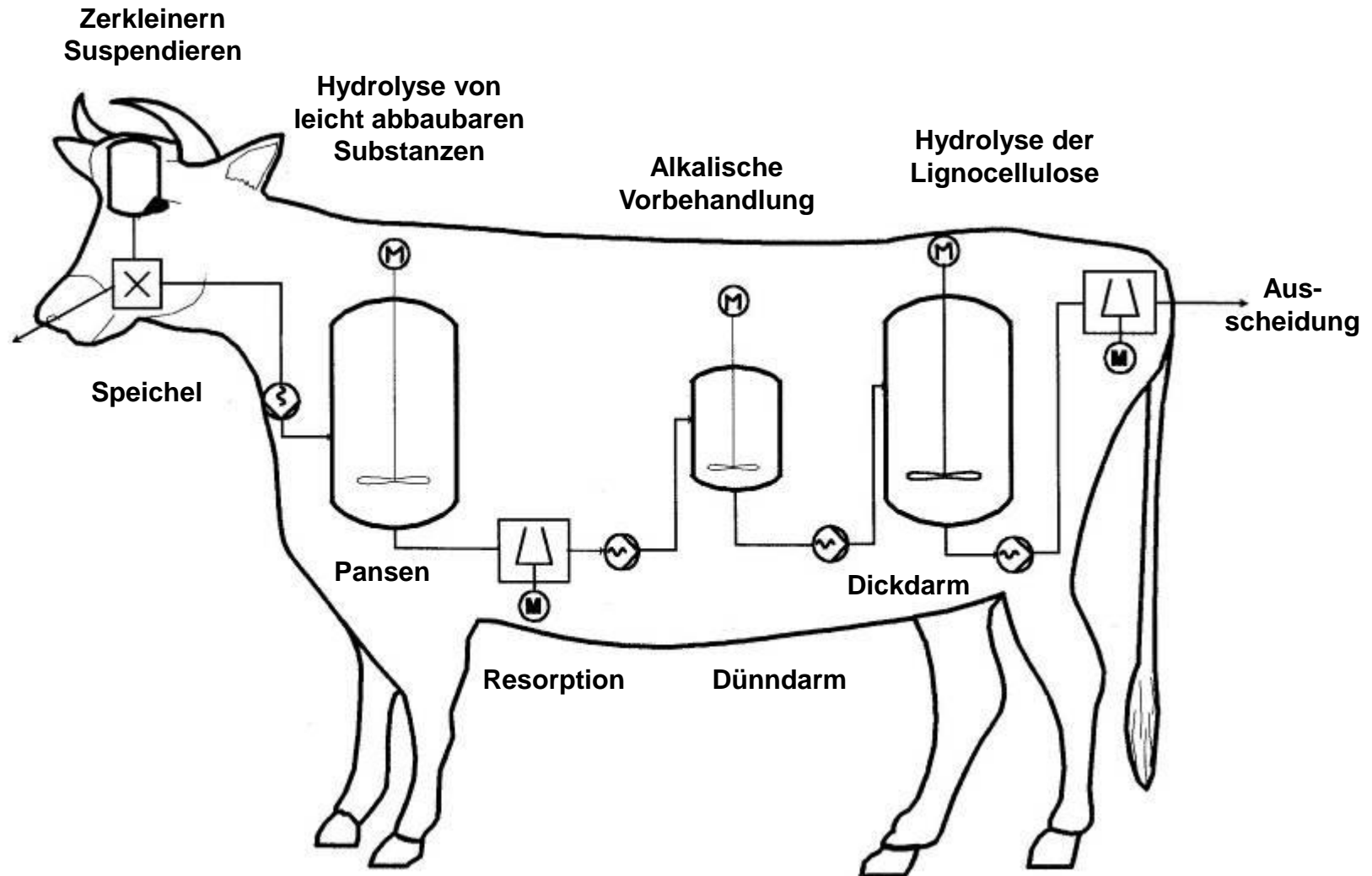
Aber: entweder oder, ein sowohl als auch geht nicht (!).

Die Gasbildung und der Gehalt an CH₄ (Gasqualität und bestimmend für den Heizwert) ist zwingend von der Materialzusammensetzung abhängig. Kennt man die Zusammensetzung, so kann man die theoretisch erzielbare Biogasmenge und deren CH₄ - und CO₂ - Gehalt anhand der Buswell-Formel berechnen. Der Einfachheit halber haben wir die mögliche Gas- und Methanbildung in folgender Tabelle zusammengefasst.

Temperatur	Mesophil Thermophil	35 - 40 °C 52 - 55 °C
pH - Wert	Hydrolyse / Versäuerung Methanisierung	4 (5) - 6 6,8 - 7,5
Nährstoffverhältnis C:N:P:S = 2000:15:5:3		
möglichst hohe Substratkonstanz		
möglichst gute Substrathomogenität		
laminare Strömungsverhältnisse		
keine Auswaschung von Mikroorganismen		

Inhaltsstoffe / Grundsubstanzen	stöchiometrische Biogausausbeute (Liter Biogas / kg OTS abgebaut)	ca. Methangehalt im Biogas (% im Biogas)
Fette	1.400 l/kg (1,4 m ³ /kg)	80 .. 90 %
Eiweiß / Proteine	600 .. 900 l/kg (0,6 .. 0,9 m ³ /kg)	75 .. 80 %
Kohlenhydrate	700 .. 800 l/kg (0,7 .. 0,8 m ³ /kg)	50 .. 60 %

Die Hydrolyse analog zur Verdauung im Wiederkäuer



Voraussetzungen für die gute Funktion einer Biogasanlage

⇒ Grundsätzlich muss bei der Vergärung von Pflanzen und Pflanzenteilen keine Gülle dazu gemischt werden. Im Gegenteil wird man ohne Gülle oftmals einen höheren Ertrag haben.

⇒ Lignin, Holz und holzige Rohfaser, ist nicht vergärbar; Zellulose und Hemizellulose ist nur mit höherem Aufwand aufschliessbar und dann anaerob abbaubar und wenn, dann auch nur in zweistufigen Biogasanlagen.

Deshalb müssen diese Substratbestandteile vorher entsprechend aufbereitet oder sollten vorher abgetrennt werden.

⇒ Es ist ein möglichst hoher Zellaufschluß herzustellen. Je größer die Oberfläche ist, welche die Partikel haben, um so besser ist der Abbau und der damit verbundene Ertrag. Der Zellaufschluß kann mechanisch durch mahlen, enzymatisch oder chemisch erfolgen.

⇒ Das Gärsubstrat muss homogen und gut fließbar angemischt werden.

⇒ Gegenüber einfachen, einstufigen Biogasanlagen hat eine zweistufige Biogasanlage immer einen besseren Abbaugrad der zugeführten organischen Substrate und bringt dadurch einen signifikant besseren Biogasertrag und höheren Methangehalt, in gleicher Zeit.

Die separate, vorgeschaltete Hydrolyse ist ein wahrer Turbo für jede Biogasanlage.

Mögliche Hemmungen und Störungen

- ⇒ Hemmungen des Biogasprozesses können z.B. durch Nichteinhaltung der Prozesstemperatur hervorgerufen werden (z.B. 35 - 40 °C im mesophilen Bereich), oder durch starke Temperaturunterschiede wenn z.B. sehr kaltes Substrat in den warmen Fermenter dosiert wird. Das ist wohl eine der häufigsten Ursachen für Betriebsstörungen.

Gegenmaßnahmen:

Fermenter ausreichend isoliert bauen, auf gleichmäßige Temperatur achten

- ⇒ Störung des biologischen Gleichgewichtes durch Übersäuerung.

Gegenmaßnahmen:

Bei der Dosierung von Frischmaterial darauf achten, dass nur so viel Substrat dosiert wird, wie das System verarbeiten kann, Überwachung des pH-Wertes, Bei Substratwechsel oder bei einem längeren Stillstand die Fütterung langsam und schonend hochfahren.

Kommt es doch einmal zu einer Übersäuerung, die Substratzufuhr stoppen und dem System Zeit geben sich anzupassen.

Zweistufige Biogasanlagen sind grundsätzlich wesentlich unempfindlicher gegen Übersäuerung als wie ein einstufiges System

- ⇒ Hemmungen durch zu hohe Salz- oder Schwermetallfrachten.

Gegenmaßnahmen:

Grundsätzlich nur solche Substrate in die Biogasanlage dosieren, für welche die Anlage gebaut ist. Bei unbekanntem Substraten unbedingt Substratanalysen und einen Gärversuch machen. Bei kritischen Substraten empfiehlt sich eine regelmäßige Überprüfung des Leitwertes.

Im Zweifelsfall sollten solche Substrate nur in verdünnter Form zugegeben werden

⇒ Hemmungen des Biogasprozesses durch erhöhten Stickstoffgehalt.

Eine Ammoniakkonzentration von mehr als 0,15 g/l in der Fermenterbrühe und eine Ammoniumkonzentration von 2,7 – 10 g/l, kann die Biologie hemmen. Die Ursachen dafür liegen meistens darin, dass zuviel stickstoffreiches Substrat rezirkuliert wird und sich somit der $\text{NH}_4\text{-N}$ Gehalt stetig aufschaukelt. Bei einem pH-Wert von > 8.0 sollte man auf jeden Fall aufpassen.

Gegenmaßnahmen:

Regelmäßige Kontrolle des pH-Wertes.

Reduzierung des Rezirkulates oder durch stickstoffarme Flüssigkeit ersetzen.

Nachbehandlung, d.h. Stickstoffabreicherung des Gärrestes vor dem Rezirkulieren.

⇒ Hemmungen des Biogasprozesses durch erhöhten Schwefelwasserstoff- oder Schwefelgehalt.

Die einschlägige Literatur beschreibt die Hemmung der Biologie durch H_2S Konzentrationen von $> 50 \text{ mg/l}$, aber es ist auch bekannt, dass adaptierte Bakterienpopulationen durchaus bis zu $1.000 \text{ mg/l H}_2\text{S}$ tolerieren können.

Neben der Hemmung der Biologie durch H_2S kann aber ein zu hoher Schwefelgehalt, z.B. durch zu viel Schwefelsäure, die Biogasbildung hemmen.

In der (anaeroben) Bakterienpopulation leben die Methanogenen Bakterien und die Schwefelreduzierenden Bakterien in einer Symbiose. Beide sind Archea-Bakterien, die ältesten Lebewesen unserer Erde. Beide Bakteriengruppen konkurrieren um den gelösten Wasserstoff für ihren Stoffwechsel. In dieser Situation sind die Schwefelreduzierer die Stärkeren (weil noch älter...) und verstoffwechseln mehr H_2 und das wiederum kann den Stoffwechsel der Methanbildner empfindlich einschränken.

Gegenmaßnahmen:

Vedünnung von stark schwefelhaltigen Substraten mit schwefelarmen Flüssigkeiten.

Fällung von Sulfiden (H_2S) mit Eisensalzen, z.B. Eisen-II-Clorid.

Übersicht über Anlagentypen

Wie bereits erwähnt, ist der Biogasprozess prädestiniert für wasserhaltige Pflanzen(teile) organische Abfälle, Schlämme aber auch für organisch hochbelastete Abwässer.

Für viele Anwendungen sind Biogasanlagen bereits seit vielen Jahren Stand der Technik (... oftmals ist man sich dabei gar nicht bewusst, dass es sich um Biogasanlagen handelt).

Nachfolgend werden einige grundsätzliche Biogasanlagentypen und deren Einsatzgebiete gezeigt:

- ◆ Faultürme in Kläranlagen
- ◆ Hochleistungssysteme für die anaerobe Vorbehandlung von industriellen Abwässern
- ◆ Einfache, einstufige Biogasanlagen in der Landwirtschaft
- ◆ Zweistufige Hochleistungsbiogasanlagen für organische Abfälle und Reststoffe aus der Lebensmittelherstellung
- ◆ Die sogenannte Trockenfermentation
- ◆ Biogas Lagunen
- ◆ Kleinst-Biogasanlagen

Die Nutzung des Biogases ist vielseitig. Das Biogas kann direkt nach einer Entschwefelung und Trocknung als Treibstoff für ein Blockheizkraftwerk (BHKW), mit elektrischen Wirkungsgraden von $> 40\%$ und thermischen Wirkungsgraden von bis zu 55% eingesetzt werden. Das Biogas kann als Bioerdgas aufbereitet werden aber auch direkt, ohne vorherige Aufbereitung, in einem Dampf- oder Heißwasserkessel verfeuert werden.

Welche Gasnutzung am profitabelsten ist, hängt von den lokalen Gegebenheiten ab.

Faultürme in Kläranlagen

Die anaerobe Stabilisierung von Klärschlamm ist wohl die älteste technische Anwendung der Anaerobtechnik (Biogastechnik). In Deutschland und in den meisten Industrieländern gehört ein Faulturm zur Standardausstattung einer biologischen Kläranlage.



Vorteile:

Die Faultürme sind in der Regel eiförmig ausgebildet, um den vielen Sand, der sich im Klärschlamm befindet, ausschleusen zu können.

Das Biogas wird häufig direkt in der Kläranlage verwertet und trägt so zur Kostensenkung der Abwasserbehandlung bei.

Nachteile:

Die eiförmige Ausbildung der Fermenter (Faultürme) verursacht relativ hohe Baukosten.

Biogasanlagen für organisch hochbelastete Industrieabwässer

Die anaerobe Vorbehandlung von organisch hochbelasteten Abwässern vor der Einleitung in eine Kläranlage ist ebenfalls Stand der Technik seit vielen Jahren. Solche sogenannten UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanked) Systeme oder Festbettfermenter sind weltweit wohl die am meisten vorkommenden industriellen Biogasanwendungen. Der Zweck dieser Systeme ist in erster Line eine kostengünstige Vorbehandlung von Abwasser und weniger die Energiegewinnung.



Vorteile:

Sehr hoher Abbau von organischer Verschmutzung. Es werden Abbauraten von bis zu 95 % der CSB- Fracht erreicht. Damit wird die nachfolgende aerobe Abwasserbehandlung wesentlich günstiger und der Klärschlammanfall minimiert.

Mit solchen Systemen werden durch die hohe Bakteriendichte sehr kurze Verweilzeiten erreicht.

Nachteile:

Es können nur gelöste organische Verbindungen abgebaut werden, keine Feststoffe. Feststoffe müssen vorher sorgfältig separiert werden.

Einstufige Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Diese Biogasanlagen sind dadurch gekennzeichnet, dass der gesamte Abbauprozess, von der Hydrolyse bis zur Methanisierung, in einem gemeinsamen Raum im Gleichgewicht erfolgen muss. Das bedingt relativ lange Verweilzeiten. Die Abbauleistung in diesen Systemen ist dementsprechend durchschnittlich.

Einstufige Biogasanlagen sind die in der Landwirtschaft am häufigsten eingesetzten Biogassysteme.



Vorteile:

Relativ billig in der Anschaffung.
Einfach in der Handhabung.

Nachteile:

Relativ niedrige Abbauraten und demzufolge eingeschränkte Gasausbeuten.

Es sind wesentlich längere Verweilzeiten erforderlich im Vergleich zu zweistufigen Systemen, das bedingt größere Behältervolumen.

Schlechte Prozessstabilität bei Monovergärung, meistens ist immer ein gewisser Gülleanteil erforderlich.

Mehr Eigenenergieverbrauch durch Rührwerke

Bei diesen mittlerweile sehr häufig anzutreffenden Bauarten der Foliendächer kommt noch ein höherer Eigenwärmebedarf durch die schlechten Isolationswerte des Daches dazu. Es besteht ein höheres Risiko an Sturmschäden.

Zweistufige Hochleistungsbiogasanlagen

Bei industriellen Anwendungen ist die maximale Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit einer Anlage der wichtigsten und entscheidende Punkt. In vielen Fällen muss auch noch eine weitere Behandlung der Gärreste erfolgen.

Deshalb wird eine hohe Abbauleistung von diesen Biogasanlagen gefordert. Der willkommene Nebeneffekt ist eine wesentlich bessere Biogasausbeute hinsichtlich Menge und Biogasqualität.



Vorteile:

Abbauraten bis zu 85 % der zugeführten Organik.

Wenigstens 25 % mehr Biogas, Biogas mit höherem Methangehalt.

Sehr hohe Prozessstabilität mit Anlagenverfügbarkeit von > 98 %

Monovergärung auch von Molke, Biertreber oder Brennereschlempe ist problemlos möglich

Nachteile:

Etwas komplexere Technik und mehrere Behälter.

Dadurch etwas höhere Investitionskosten als bei einfachen, einstufigen Biogasanlagen.

Trockenfermentation

Die korrekte Bezeichnung dieser Systeme wäre eigentlich „Perkulationsverfahren“, denn es wird tatsächlich auch nur das frei werdende Zellwasser und die darin gelösten organischen Verbindungen vergoren. Alle Gärprozesse finden grundsätzlich nur im wässrigen Milieu statt.



Vorteile:

Sehr einfaches Anlagenkonzept, geringer Eigenenergieverbrauch

Stapelbare und nicht fließende Biomasse kann ohne besondere Vorbehandlung vergoren werden (aber nur der wasserhaltige Anteil)

Relativ gute Biogasqualität über den gesamten Batch bezogen, meist niedriger H_2S Gehalt im Biogas

Nachteile:

Niedrigere Gasausbeuten im Vergleich zur echten Nassvergärung

50 % des Boxeninhalts ist immer als Inoculum für das Frischmaterial erforderlich

Wesentlich längere Verweilzeiten als bei Nassfermentation erforderlich. Immer reiner Batchbetrieb. Mehr Personalbedarf.

Lagunen-Biogasanlagen

Diese Bauart kommt nur in den warmen Regionen Mittel- und Südamerikas und in Asien vor. Solche Anlagen haben für unsere Regionen keine Bedeutung und sind nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Die Erdbecken sind nur mit einer dichten Folie abgedeckt und haben weder eine Isolierung noch eine Heizung. Dementsprechend dürfen die Ansprüche an solche einfachen Anlagen auch nicht allzu hoch sein.



Vorteile:

Absolut einfache und billige Herstellung.

Nachteile:

Sehr geringe Gasausbeuten

Die Biogasqualität ist sehr schlecht, mit weniger als 50 % Methangehalt.

Schwefelwasserstoffkonzentrationen oft sehr hoch, teilweise mit mehr als 30.000 ppm an der toxischen Grenze.

Prozessstabilität ist in keiner Phase gegeben.

Eine Reinigung solcher Anlagen ist gleichbedeutend mit Abriss und Neubau

Kleinst-Biogasanlagen

Speziell in Indien und China gibt es eine sehr lange Tradition von Kleinstanlagen, welche vor Ort selbst gebaut wurden. Bereits mit ein paar Kilogramm Kuhdung oder Pflanzenmaterial kann ausreichend viel Biogas erzeugt werden um das tägliche Essen zu kochen.

Der Bau von solchen Kleinstanlagen wird in letzter Zeit, speziell in den Entwicklungsländern Afrikas, wieder belebt.



Vorteile:

Absolut einfache und billige Herstellung im Selbstbau, mit leicht verfügbaren Ressourcen.

Nachteile:

So gut wie keine Sicherheit
Nur einfache und manuelle Bedienung



Will man solche kleinen Biogasanlagen entsprechend unserer Sicherheitsstandards bauen und will man einen geregelten und automatisierten Betrieb erhalten, dann entstehen sehr schnell relativ hohe Kosten in Relation zur möglichen Anlagenleistung.

Deshalb wird man in unseren hochentwickelten und dicht besiedelten Regionen Kleinst-Biogasanlagen nur in Labors oder für ganz spezielle Anwendungen finden, in welchen die Wirtschaftlichkeit keine ausgeprägte Rolle spielt.

Labor-Biogasanlagen

In unserem Technikum in München haben wir die wichtigsten Einrichtungen um Biogasversuche durchzuführen.



Eudiometer

Wir haben 2 Eudiometerversuchsstände mit je 6 Gärgefäßen um Gärtests nach der VDI-RL 4630, bzw. nach DIN 38414, durchführen zu können. Der apparative Aufbau besteht jeweils aus einem Glasgefäß, in welchem sich das Gärsubstrat befindet und einem aufgesetzten Glasrohr mit Skala um das gewonnene Biogas zu messen.

Mit diesem Test kann die grundsätzliche Vergärbarkeit eines Substrates bestimmt und eine Aussage über die mögliche Gasbildung abgeleitet werden.

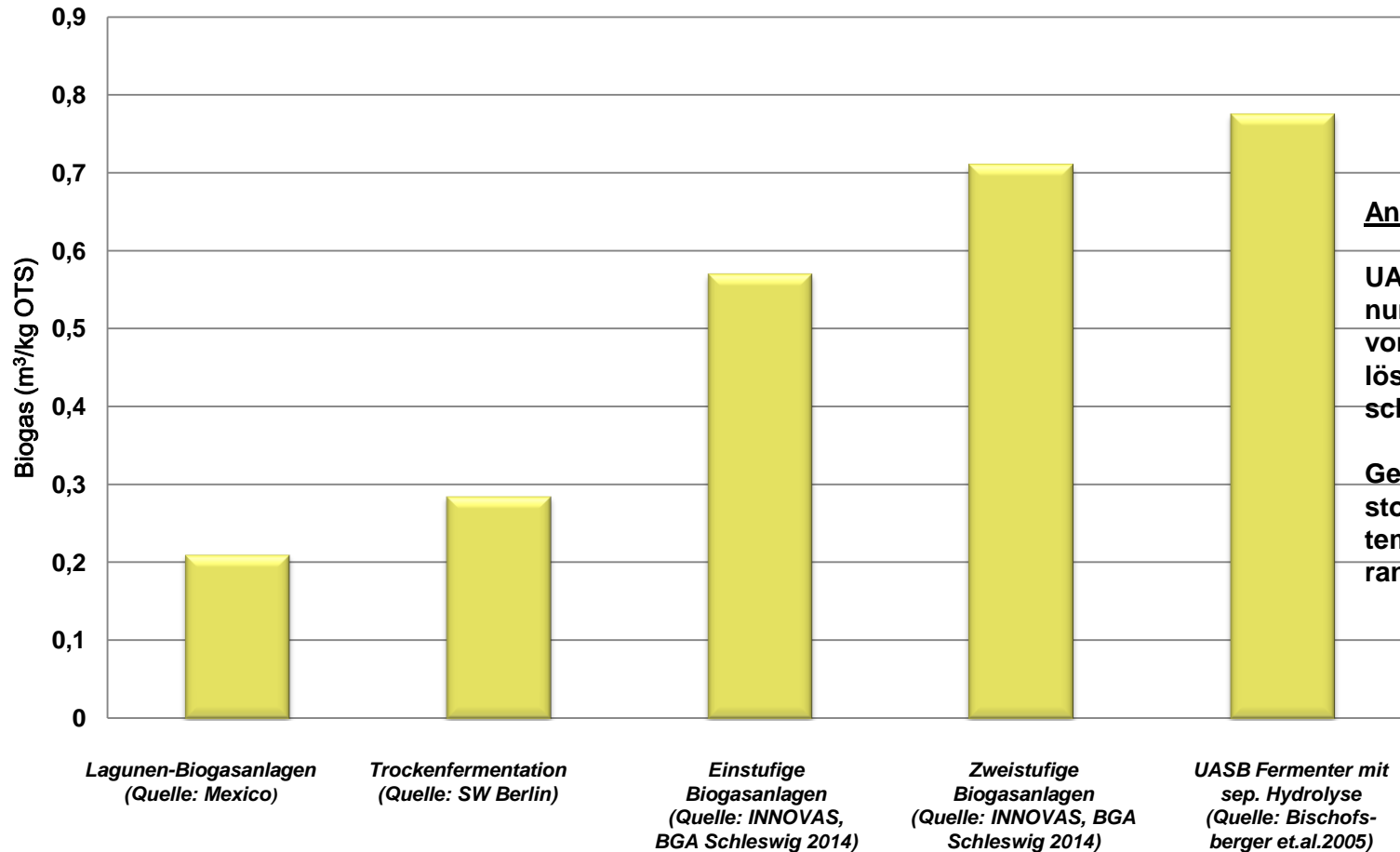
Versuchsanlage

Für umfangreichere Gärtests, um das Gärverhalten von Substraten oder Substratmischungen über einen längeren Zeitraum zu studieren und zu ermitteln steht uns eine Versuchsanlage im 600 Liter-Maßstab zur Verfügung. Mit dieser Versuchsanordnung können wir exakt einen späteren Anlagenbetrieb simulieren.

Mit dieser Anlage kann verlässlich die Biogasbildung, die Biogasqualität und der mögliche Abbaugrad auch bei schwierigen Materialien ermittelt werden und alle für eine Anlagenauslegung erforderlichen Daten gewonnen werden. Nicht zuletzt können wir damit auch originalen Gärrest herstellen um eine eventuell nachfolgende Gärrestbehandlung bestimmen und auslegen zu können.



Vergleich typischer Abbauraten und Gasgewinnung von unterschiedlichen Biogassystemen



Anmerkung:

UASB Fermenter sind nur für die Behandlung von Abwässern mit gelöster organischer Verschmutzung geeignet.

Gegen ungelöste Feststoffe sind diese Systeme absolut intolerant.

Fazit

Die Biogastechnik ist eigentlich sehr alt und auch ausgereift. Es sind spezielle und passende Techniken für die unterschiedlichsten Anwendungen bekannt und ausgereift.

Jede Biogasanlage muss individuell auf die vorhandenen oder geplanten Substrate und auf den Einsatzzweck abgestimmt werden.

Deshalb ist eine gründliche Vorplanung unerlässlich, um bereits im Vorfeld zu erkennen, unter welchen Voraussetzungen das gewünschte Vorhaben wirtschaftlich sein wird.

Was es allerdings nicht gibt ist die „Eier legende Woll-Milch-Sau“, eine Anlage die nichts kostet, wo keine Gärreste übrig bleiben, die ohne was zu tun von alleine läuft und höchsten Profit abwirft.

Die Planung einer Biogasanlage sollte von einem Herstellerunabhängigen Fachmann durchgeführt werden. Eine Anlagenbaufirma macht die Planung vermeintlich „umsonst“, aber verfolgt ausschließlich das Ziel seine eigenen Anlagen zu verkaufen.

Das ist verständlich, wird sich aber nicht immer mit den Interesse eines Anlagenbetreibers decken (!)

Eine falsch geplante Anlage am falschen Ort, die zu wenig verdient oder mit zu hohen Betriebskosten zu kämpfen hat, kann gar nicht so „einfach“ und billig sein, dass sie nicht in ein finanzielles Fiasko führt.

Bequemlichkeit kann teuer sein (!)

Zögern Sie nicht, mit uns zu sprechen....



INNOVAS Innovative Energie und Umwelttechnik

Anselm Gleixner und Stefan Reitberger GbR

Margot-Kalinke-Straße 9, 80939 München

Tel.: 089 – 16 78 39 73; Fax: 089 – 16 78 39 75; Mobil: 0171 – 27 84 221

eMail: gx@innovas.com

website: www.innovas.com