

Thema: Vergärungstechnologie

Schulung für Mitarbeiter der niedersächsischen Landkreise

„Biogasanlagen aus Sicht der Genehmigungsbehörde“

8.VI.2010 in Hannover

Michael Nottelmann & Wolfgang H. Stachowitz
DAS – IB GmbH, LFG- & Biogas - Technology, Kiel

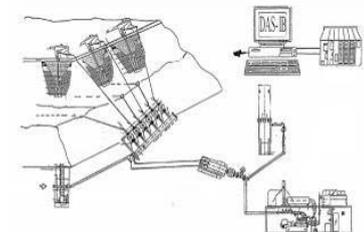
Diese Präsentation darf nicht vervielfältigt werden, sie dient ausschließlich den TeilnehmerInnen der Veranstaltung am 8.VI.2010 als „handout“. Veröffentlichungen und weitere Vervielfältigungen bedürfen der schriftlichen Form durch die Verfasserin. Der Schutzvermerk nach DIN ISO 16016 (Dezember 2006) ist zu beachten.

DAS – IB GmbH
LFG - & Biogas - Technology

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betreiberpersonal
- Sachverständigentätigkeit
u.a. nach § 29a BImSchG
und öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger bei der IHK zu Kiel

Kaufm. Sitz:
Flintbeker Str. 55
D-24113 Kiel
Techn. Sitz:
Preetzer Str. 207
D-24147 Kiel
Tel.: # 49 / 431 / 683814 und
534433 - 6 sowie - 8
Fax.: # 49 / 431 / 2004137
und 534433 - 7
www.das-ib.de

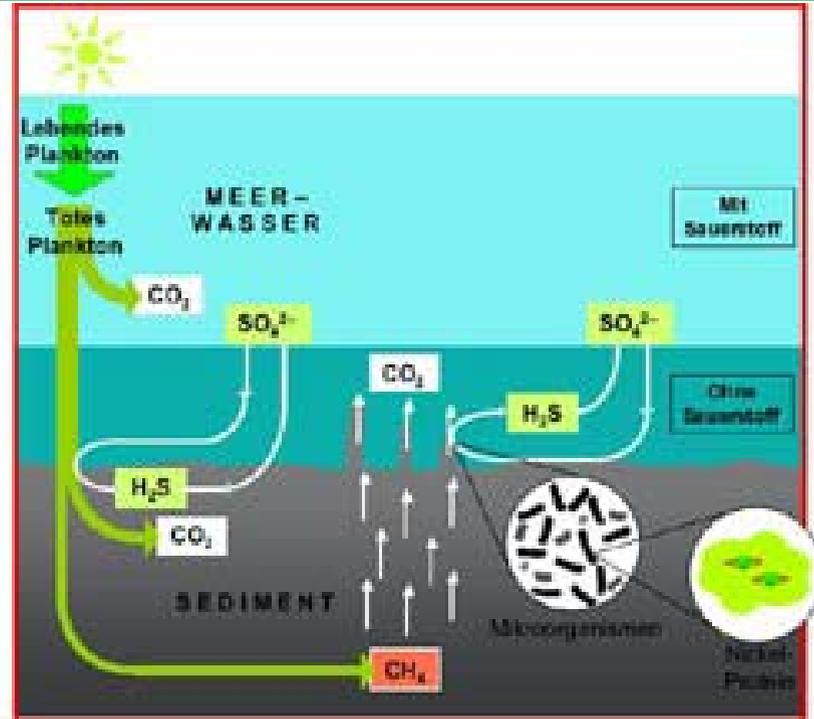


Gliederung

Vorab Methangärung grundsätzlich

1. Betriebsbereiche (BB)
2. Substrat (BB1)
3. Aufbereitung/ Eintrag (BB2)
4. Fermentation (BB3)
5. Gassystem/ -aufbereitung (BB4)
6. Gasnutzung (BB5)
7. Gärrest (BB6)
8. Landwirtschaftliche Modellanlage
9. Abfallwirtschaftliche Modellanlage
10. Industrielle Modellanlage

Die Entstehung von Faulgas - Erdgas
Sumpfgas - > A. Volta 1794

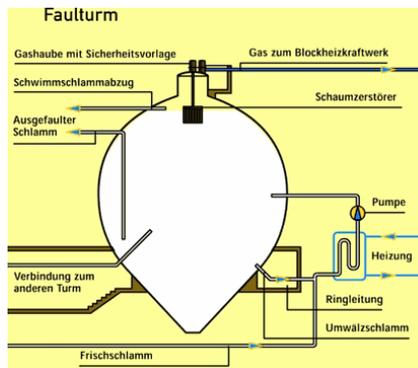


„fossiles Biogas - > Erdgas / Naturgas“

Fermentation = Faulung = Vergärung = Anaerober Abbau

Vergärungstechnologie

.... alle im Fermenter, Faulturm oder Deponiekörper durch anaerobe mikrobielle Umsetzungsprozesse entstandenen gasförmigen Stoffwechselprodukte, sowie die in die Gasphase übergegangenen abgelagerten Stoffe werden unter den Begriffen Biogas, Klärgas oder Deponiegas leider einzeln erfasst. Gemäß dieser Definition gehören die v.g. Biogase ebenso wie die Faul- und Sumpfgase in die Gruppe der **Biogase**, die sich überwiegend aus **Methan und Kohlendioxid** zusammensetzen.



Klärgas ca. 170 MW el

BGAs ca. 190 MW el (2004)
ca. 250 MWeI (2005)

II 10: ca. 5.000 Anlagen mit 1.650 MWeI

Deponien ca. 220 MW el

Stachowitz, Juni 2010



MBA

Vergärungstechnologie

Komplexe Verbindungen des Ausgangsmaterials werden zu einfachen organischen Verbindungen

Versäuerungsphase:
Die Zwischenprodukte werden durch säurebildende Mikroorganismen („Bakterien“) zu niedrigen Fettsäuren

Essigsäurebildung:
Die Vorläufersubstanzen werden durch Mikroorganismen („Bakterien“) zu:

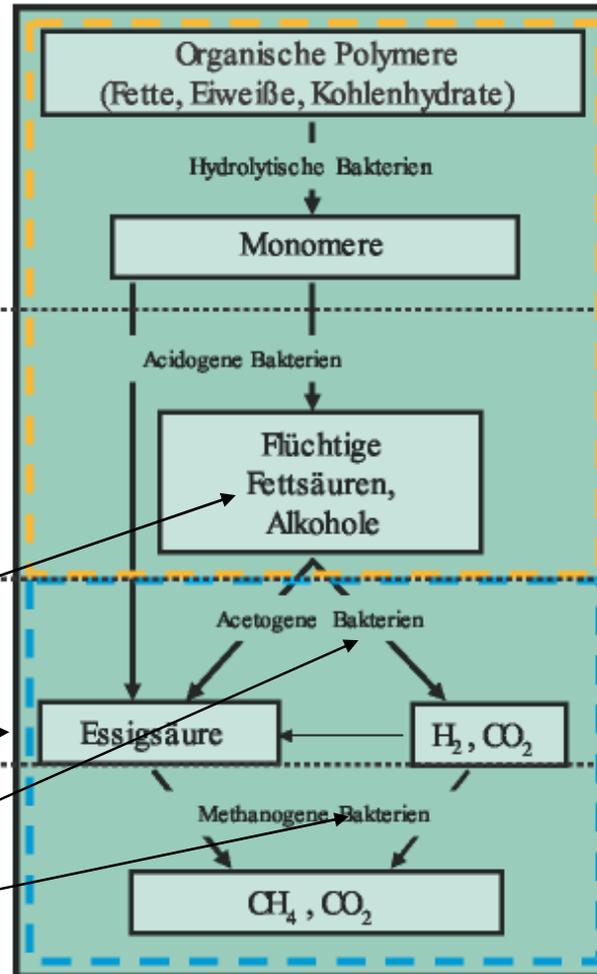
Lebensgemeinschaften der Bakterien

I. Hydrolyse

II. Acidogenese

III. Acetogenese

IV. Methanogenese



Einstufiges Verfahren:

1 Behälter:
pH 4,5 (Silage) – pH 6,2
(Substartgemisch im Behälter zur Methanisierung)

Zweistufiges Verfahren:

2. Behälter
pH 6,8 – 7,5

Juni 2010

Die Deponiegaszusammensetzung ändert sich im Laufe der Zeit. Biogase im Fermenter (kontinuierlicher Betrieb) nicht. Kurz nach der Ablagerung herrschen oberflächennah aerobe Bedingungen vor. Später etablieren sich dann die einzelnen Abbauschritte nacheinander, bis in der vierten Zeit-Phase alle Stufen im Gleichgewicht sind (Stabile Methangärung in der Deponie).

Das Deponiegas besteht dann aus **55 bis 60 Vol % Methan** sowie **40 bis 45 Vol % Kohlendioxid**. Im Zeitraum von Jahrzehnten kommen weitere Phasen hinzu.

Das Biogas besteht dann aus **50 bis 70 Vol % Methan** sowie **30 bis 50 Vol % Kohlendioxid**, sowie Spuren von Schwefelwasserstoff (bis 20.000ppm), Wasserstoff (< 1 Vol %) und Ammoniak (< 2 Vol % - Abh. von Input, pH, T etc.) sowie Wasserdampf / Kondensat (< 2 – 7 Vol %).
Ca. **52 Vol %** (nach KTBL) % CH₄ z.B. bei NawaRo Maissilage !

Je höher je wärmer:
Thermophil

Juni 2010

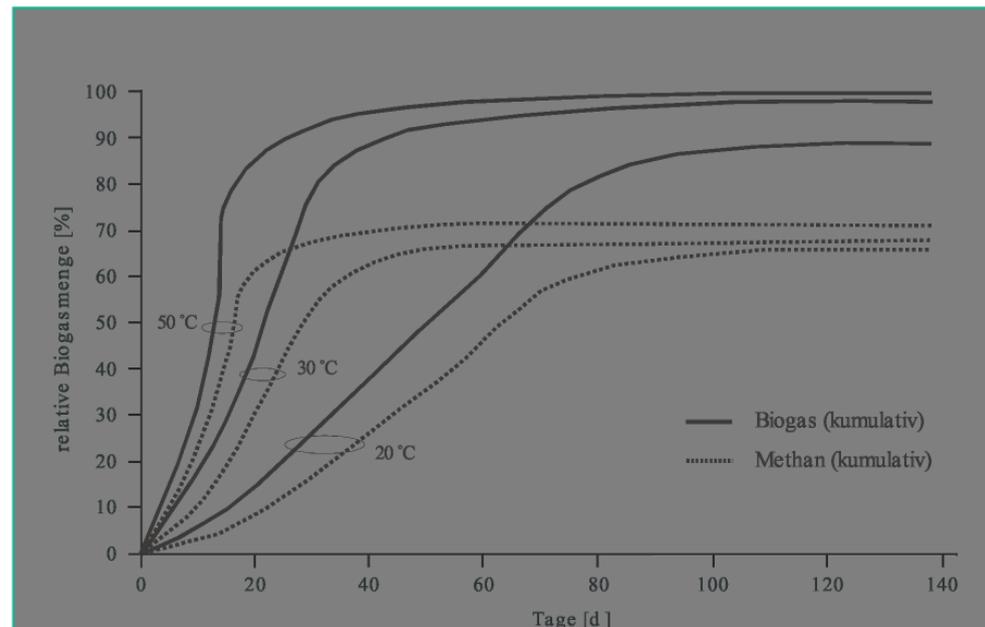
Vergärungstechnologie

Relative Biogasmenge / Langzeitverhalten - Normalbetrieb?

Relative Biogasmenge in Abhängigkeit von Temperatur und Verweilzeit

Quelle: Biogashandbuch Bayern, 15.XI. 2004

1



Mesophil: 30 / 32 bis 42 °C

meiste BGAs und Deponien // Prozeßstabil

Thermophil: ca. 43 / 50 - 55 / 57 °C

BGAs zur Reduzierung von Keimen - > Die Gasausbeute ist höher, jedoch ist mehr Heizenergie notwendig und empfindlicher bei Betriebsstörungen (ζ, Substrat ..). Vorteil: kürzere Verweilzeit kleine Behälter

? Optimum ?

Ohne **Wärme (BGAs mit Heizung / Isolierung) und **Feuchte** (BGAs z.B. Gülle oder Regenwasser als Trägermaterial) „arbeiten“ die notwendigen Mikroorganismen („Bakterien“) nicht und der Abbauprozeß wird unterbrochen - > **Mumifizierung****

Grundsätzlich laufen chem. Reaktionen um so schneller ab, je höher die Umgebungstemperatur ist. – „Behälterbiologie“

Grenze: L. Pasteur

Mesophil: 30 / 32 bis 42 °C

meiste BGAs und Deponien

Thermophil: ca. 43 / 50 - 55 / 57 °C

BGAs zur Reduzierung von Keimen

Grundsätzlich laufen chem. Reaktionen um so schneller ab, je höher die Umgebungstemperatur ist.

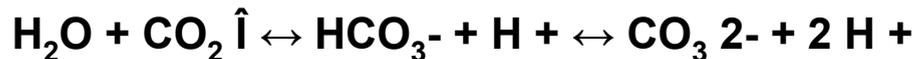
Im **thermophilen Temperaturbereich** laufen bestimmte Phasen des Gärvorgangs schneller ab als im mesophilen Bereich, was zu einem Anstieg des Gehalts an **organischen Säuren** führen kann. Aus diesem Grund reagieren thermophil betriebene Behälter bereits auf Temperaturschwankungen von +/- 1 °C und benötigen eine gewisse Zeit, sich an ein neues Temperaturniveau anzupassen und die ursprüngliche Leistung wieder zu erreichen.

Mesophil betriebene Fermenter sind weniger empfindlich: Temperaturschwankungen von +/- 3 °C werden toleriert, ohne dass es zu einem größeren Einbruch in der Gasbildungsrate kommt. Um bei niedrigeren Temperaturen gleich hohe Gaserträge zu erreichen, muss die **Verweilzeit** der Substrate im Fermenter **erhöht** werden. Dies ist jedoch mit erhöhten Kosten verbunden

2 – stufig: 4,5 – 6,3 bzw. 6,8 – 7,5

1 – stufig: 4,5 (Maissilage) – 7,5 entsprechend, aber ...

pH – Wert stellt sich automatisch ein ... durch die alkalischen und sauren Stoffwechselprodukte im anaeroben Abbauprozess – Abbau der Säuren und ausgasen des sauren CO₂



Normfall: CO₂ puffert im neutralen Bereich (pH 6)

sinkt der pH trotzdem werden die Methanbakterien im Stoffwechsel gehemmt
dadurch kommt es zu einer Anhäufung von Säuren und der pH fällt weiter

Der Prozeß versauert ! Die Methanbakterien stellen Ihre Arbeit ein.

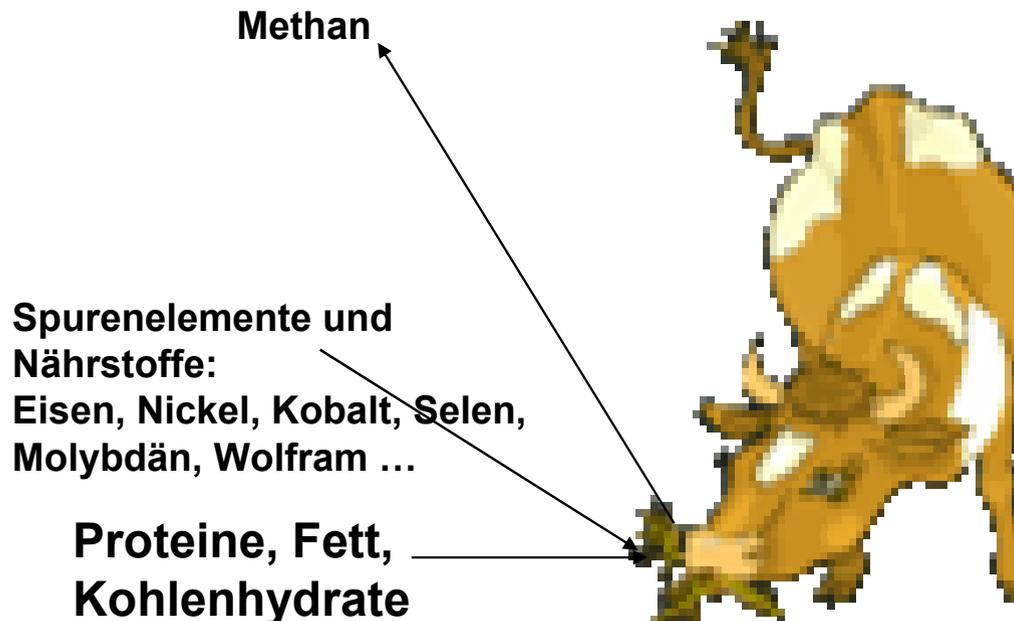
- ☹ Die Substratzufuhr muß gedrosselt werden, da die restlichen Methanbakterien Zeit brauchen, die vorhandenen Säuren abzubauen.

Hinweis: Damit der pH – Wert für die Methanbildner OK wird.

Vergärungstechnologie

Fermenter < - > Wiederkäuer „Fütterungsfehler“

Der Fermenter ist so empfindlich wie der Verdauungstrakt von Wiederkäuern

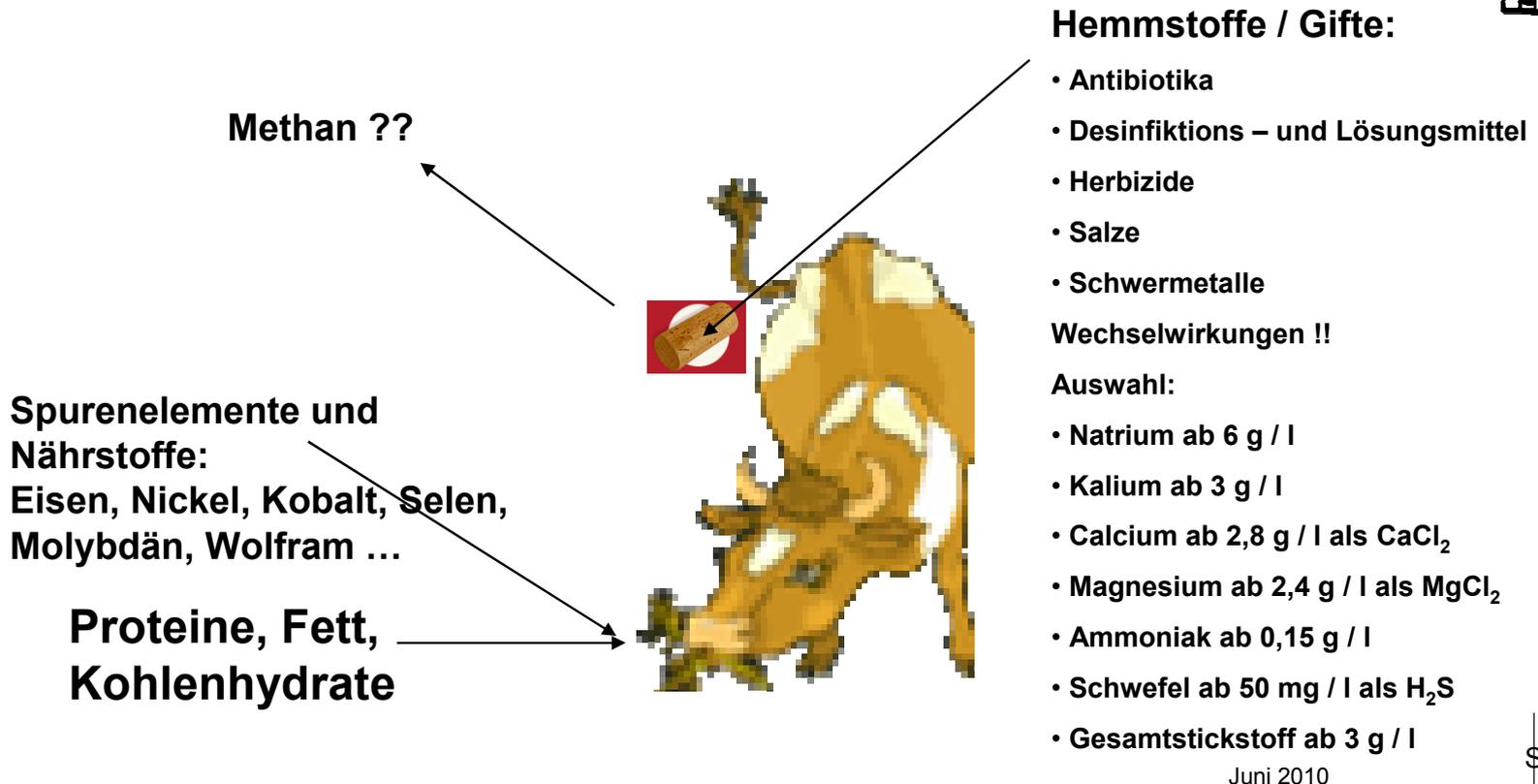


C / N – Verhältnis: 10 - 30

**Viel C wenig N:
wenig Kohlenstoffumsetzung**

**Viel N wenig C:
Bildung von Ammoniak NH_3
- > Hemmstoff**

Der Fermenter ist so empfindlich wie der Verdauungstrakt von Wiederkäuern



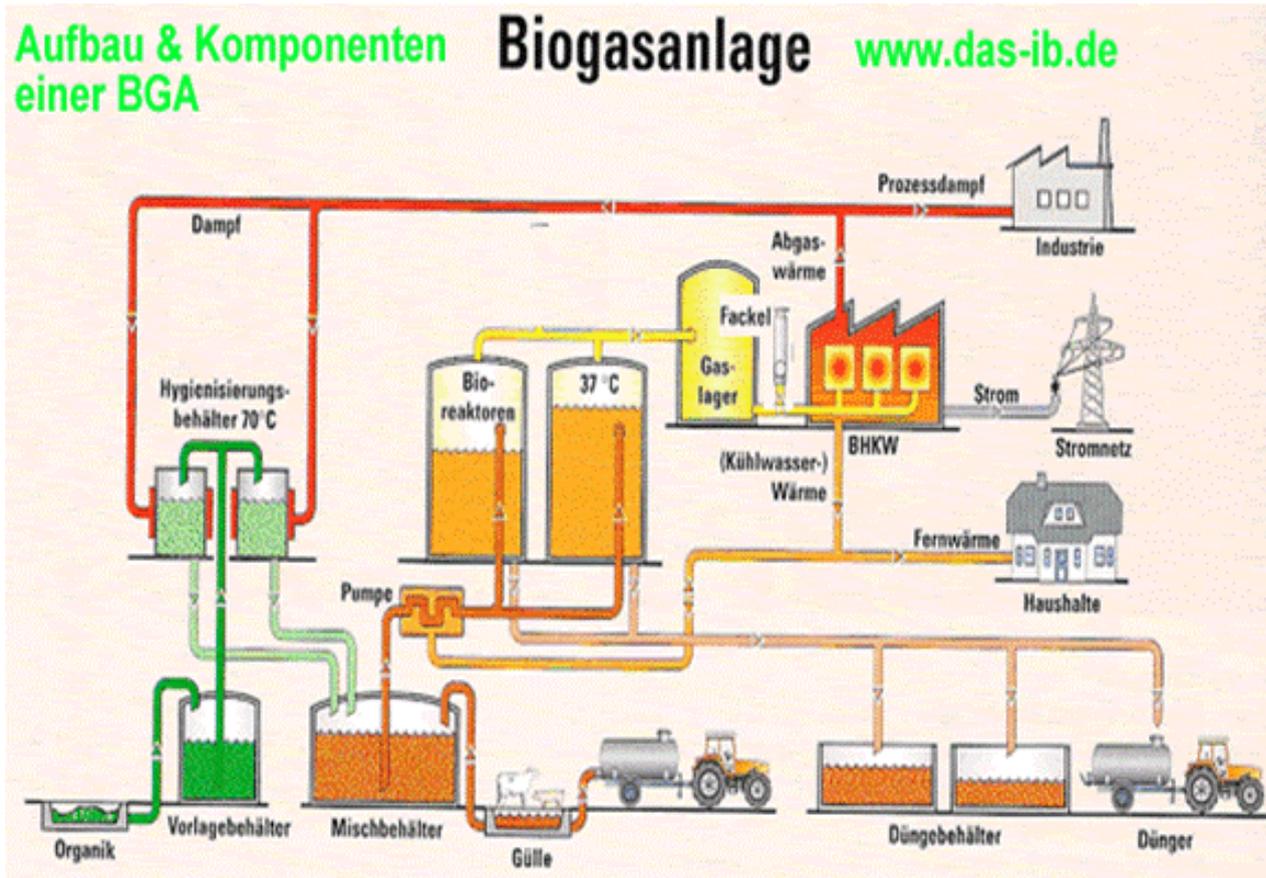
Der Fermenter ist so empfindlich wie der Verdauungstrakt von Wiederkäuern
Aber er hat weniger Pufferkapazitäten wie eine Kuh bei pH – Wert Veränderungen (Betriebsabhängiger Puffer).



Eine Kuh produziert bis zu 150 l Speichel, wenn der Pansen zu sauer wird und versucht damit die Übersäuerung vorzubeugen, daß kann Ihre Biogasanlage bzw. der Fermenter nicht, aber der Bediener / Betriebsführer muß nun eingreifen !

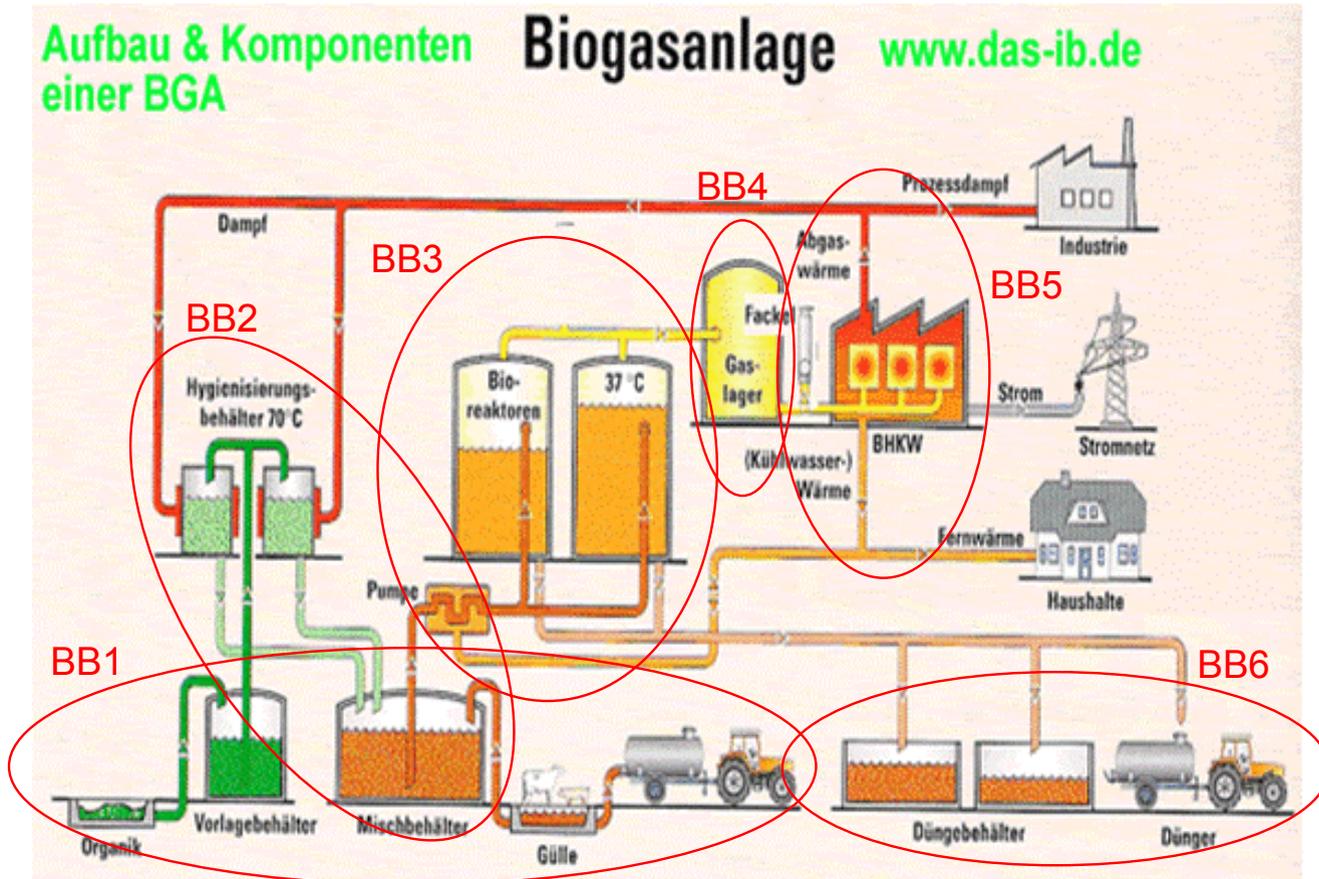


Übersäuerung?



Vergärungstechnologie

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology
www.das-ib.de



Mögliche Rechtsgebiete

- BImSchG inkl. BImSchV, TA Luft, TA Lärm
- BauGB/ LBO
- KrW-/AbfG inkl. AVV und AbfAbIV
- BioAbfV und AbfKlärV
- WHG inkl. VAwS und AbwV
- Verordnung (EG) Nr. 1774/2002
- DMG/ DüMV
- EEG/ KWKG/ EnWG
- etc.

Hinweis: Siehe auch Vortrag „Regelwerke“ von Herrn Stachowitz

Betriebsbereiche (BB)

Substrat BB1	Aufbereitung/ Eintrag BB2	Fermentation BB3	Gassystem/ - aufbereitung BB4	Gasnutzung BB5	Gärrest BB6
<ul style="list-style-type: none"> - Anlieferung - Lagerung - Konservierung - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zerkleinerung - Trennung - Mischung - Hygienisierung - Anmaischen - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hydrolyse - Fermentation - Nachgärung - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entschwefelung - Kühlung - Wäsche - Verdichtung - Speicherung - Anreicherung - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verbrennung - Verstromung - Einspeisung - Kraftstoff - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lagerung - Separation - Trocknung - Aufbereitung - Ausbringung - etc.
<ul style="list-style-type: none"> - umfassend 	<ul style="list-style-type: none"> - TA Lärm - TA Luft - WHG/ VaWS - (EG) Nr. 1774/2002 - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - TA Luft - TA Lärm - WHG - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - WHG/ VAwS - 12. BImSchV - TA Luft - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - TA Luft - TA Lärm - EEG/ KWKG - EnWG. - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - BioAbfV - AbfKlärV - DMG/ DüMV - AbfAbfV - etc.

Substrat (BB1)

Landwirtschaftliche Substrate	Industrielle organische Reststoffe	Kommunale und gewerbliche Reststoffe	Stoffe gem. (EG) Nr. 1774/2002
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Festmist</i> - <i>Flüssigmist (Gülle)</i> - <i>org. Reststoffe</i> - <i>NawaRo</i> - <i>etc.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Lebensmittelindustrie</i> - <i>Pflanzenölproduktion</i> - <i>Stärkeindustrie</i> - <i>etc.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Biotonne</i> - <i>org. Anteil am Restabfall</i> - <i>Grünschnitt</i> - <i>Speisereste</i> - <i>etc.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Schlachtabfälle</i> - <i>etc.</i>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Mistplatte</i> - <i>Vorgrube</i> - <i>Just in Time</i> - <i>Fahrsilo</i> - <i>Hochsilo</i> - <i>etc.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Umschlagplatte</i> - <i>Just in Time</i> - <i>Tankanlage</i> - <i>Fahrsilo</i> - <i>etc.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Annahmehalle</i> - <i>Lagerplatte</i> - <i>Annahmebehälter</i> - <i>etc.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>getrennte Lagerbereiche</i> - <i>etc.</i>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>WHG/ VAwS</i> - <i>EEG</i> - <i>etc.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>BImSchG (4. BImSchV)</i> - <i>TA Luft</i> - <i>etc.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>BioAbfV</i> - <i>(EG) Nr. 1774/2002</i> - <i>etc.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>(EG) Nr. 1774/2002</i> - <i>etc.</i>

Aufbereitung/ Eintrag (BB2)

Fördern	Aufbereiten	Dosieren
<ul style="list-style-type: none"> - Radlader/ Frontlader - Schuboden/ Kratzkette - Transportbänder - Schnecke - Pumpe - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zerkleinerer/ Extruder - Mischer - Schwer-/ Leichtgutabscheider - Lösen/ Anmaischen - Hygienisieren - Dosieren (Fe, Enzyme, Spnährstoff) - Rezirkulieren - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Förderschnecke - Pumpe - Einspülschacht - Radlader/ Frontlader - etc.
<p><u>Mögliche Rechtsbereiche</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - BImSchG/ TA Luft/ TA Lärm - WHG/ VAwS - etc. 	<p><u>Mögliche Rechtsbereiche</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - BImSchG/ TA Luft/ TA Lärm - WHG/ VAwS - etc. 	<p><u>Mögliche Rechtsbereiche</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - BImSchG/ TA Luft/ TA Lärm - WHG - etc.

Fermentation (BB3)

Hydrolyse	Fermenter	Nachgärer
<ul style="list-style-type: none"> - aerob - anaerob - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - kontinuierlich - diskontinuierlich - mesophil/ thermophil - beheizt - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - mit/ ohne Speicherfunktion - beheizt - etc.
<ul style="list-style-type: none"> - Rührkessel - Abluffassung (H₂S) - Einbindung Gassystem - Rezirkulation - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rührkessel/ -kaskade - Pfropfenstrom liegend/ stehend - Boxen/ Garagen - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rührkessel - etc.
<ul style="list-style-type: none"> - TA Luft - WHG/ VAwS - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - WHG/ VAwS - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - WHG/ VAwS - EEG - etc.

Gassystem/ -aufbereitung (BB4)

Rohrleitung	Speicher	Aufbereitung
<ul style="list-style-type: none"> - Edelstahlleitungen - HDPE_{el}-Leitungen - Armaturen - Sensoren - Über-/ Unterdrucksicherungen - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Folienkissenspeicher - einschalige Foliengasdächer - zweischalige Foliengasdächer - geschlossene Gasräume - Hochdruckgasspeicher - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Luftdosierung - chemische Wäsche - biologische Wäsche - Aktivkohle - natürliche Kühlung - technische Kühlung - technische Erwärmung - Kondensatabscheidung - Kondensatschacht - Gasverdichtung - Mikrogasnetz - Erdgasaufbereitung - etc.
<ul style="list-style-type: none"> - Siehe Vortrag „Regelwerke“ 	<ul style="list-style-type: none"> - 12. BImSchV - Siehe Vortrag „Regelwerke“ 	<ul style="list-style-type: none"> - EEG/ KWKG/ EnWG - Siehe Vortrag „Regelwerke“

Gasnutzung (BB5)

BHKW	Einspeisung
<ul style="list-style-type: none">- Gasotomotor- Zündstrahlmotor- Gasturbine- Stirlingmotor- ORC- etc.	<ul style="list-style-type: none">- Konditionierung- Brennwertanpassung- Verdichtung- Odorierung- etc.
<ul style="list-style-type: none">- BImSchG inkl. BImSchV- TA Lärm- TA Luft- EEG/ KWKG- etc.	<ul style="list-style-type: none">- BImSchG- EEG- EnWG- etc.

Gärrest (BB6)

Lagerung	Aufbereitung	Ausbringung
<ul style="list-style-type: none">- Gärrestlager offen/ geschlossen- Lagerplatte/ Kompostierung- etc.	<ul style="list-style-type: none">- Separation- Kompostierung- Dosierung/ Mischung- Trocknung- Pelletierung- UF/ UO- etc.	<ul style="list-style-type: none">- Großflächenstreuer- Gülletechnik- Einleitung direkt/ indirekt- etc.
<ul style="list-style-type: none">- WHG- TA Luft- etc.	<ul style="list-style-type: none">- TA Luft- TA Lärm- WHG/ VAWS- etc.	<ul style="list-style-type: none">- DMG/ DüMV- AbfKlärV- BioAbfV- AbwV- etc.

Landwirtschaftliche Modellanlage

Substrat	Aufbereitung/ Eintrag	Fermentation	Gassystem/ -aufbereitung	Gasnutzung	Gärrest
- Flüssigmist - Maissilage	- Radlader - Mischer - Schnecke	- Fermenter - Nachgärer	- Folienspeicher - Luftdosierung - Gaskühlung - Verdichtung	- Gasottomotor - Notfackel	- Gärrestlager - Ausbringung
	- ohne Hydraulik		- < 10.000 kg	- < 1 MW FWL	- < 6500 m ³

Abfallwirtschaftliche Modellanlage

Substrat	Aufbereitung/ Eintrag	Fermentation	Gassystem/ -aufbereitung	Gasnutzung	Gärrest
- Biotonne - Grünschnitt	- Radlader - Zerkleinerung - Siebung - Abscheidung - Transportband	- Rührkessel - Boxen	- Folienspeicher - Wäscher - Mischung - Kühlung - Verdichtung	- Zündstrahlmotor - Notfackel	- Kompostierung - Hygienisierung - Siebung - Ausbringung
- < 50 t/d	- Hydraulik		- < 10.000 kg	- > 1 MW FWL	- Kompost

Industrielle Modellanlage

Substrat	Aufbereitung/ Eintrag	Fermentation	Gassystem/ -aufbereitung	Gasnutzung	Gärrest
- org. Reststoffe - Prod. Abfälle - Fehlchargen	- Radlader - Pumpe - Mischer - Schnecke - Hygienisierung	- Kaskade - Pfropfenstrom	- Wäsche - Kühlung - Verdichtung	- Aufbereitung - Einspeisung	- Separation - UF/UF - Ausbringung - Einleitung
- > 50 t/d	- Hydraulik		- > 10.000 kg		- Abfall

Vergärungstechnologie

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology
www.das-ib.de



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.das-ib.de

Besuchen Sie eines unserer Seminare!