

Sicherheit und Gefahrenabwehr



Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik



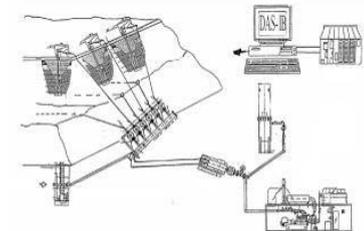
Hochschule Magdeburg / Stendal
Fachbereich Bauwesen

DAS – IB GmbH **LFG - & Biogas - Technology**

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betriebspersonal
- 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 / 534433 – 6
u. - 8
Fax.: # 49 / 431 / 534433 - 7
www.das-ib.de



Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

Auszug aus der Bachelorarbeit

Christian Kusche

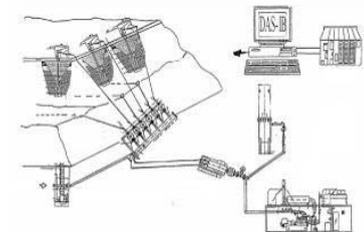
DAS – IB GmbH, LFG- & Biogas - Technology, Kiel

**DAS – IB GmbH
LFG - & Biogas - Technology**

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betriebspersonal
- 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 / 534433 – 6
u. - 8
Fax.: # 49 / 431 / 534433 - 7
www.das-ib.de

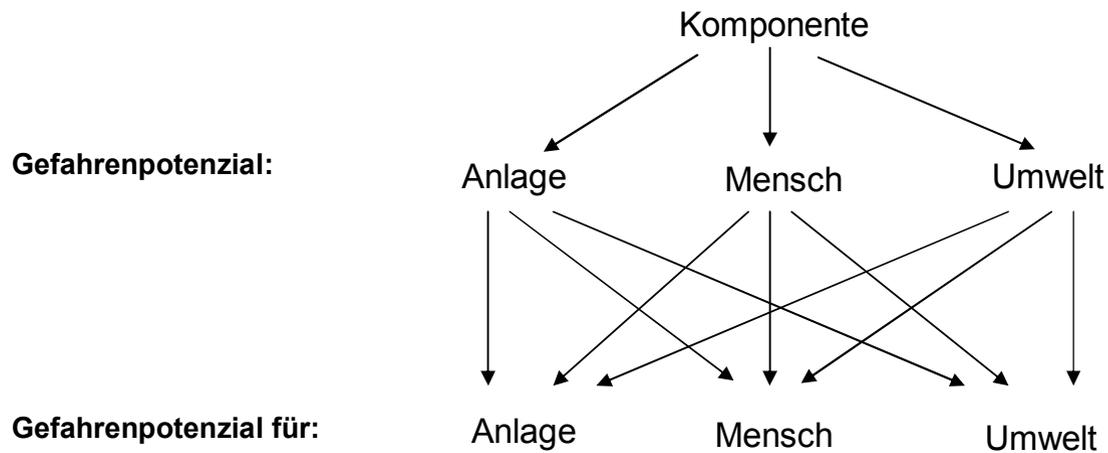


Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

Aufbau der Arbeit:



→ Gefahrenabwehrmaßnahmen

Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

Zusammensetzung des Biogases:

Komponente	Biogashandbuch Bayern [Vol.-%]	Fachverband Biogas [Vol.-%]	Annahme Bachelorarbeit [Vol.-%]
<i>Methan</i>	50 – 75	50 - 75	50
<i>Kohlendioxid</i>	25 - 45	25 - 50	49
<i>Schwefelwasserstoff</i>	0 - 2	0	1

Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

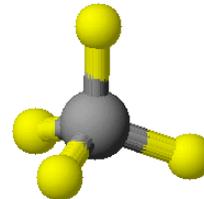
www.das-ib.de

Dichte des Biogases:

Stoff	Strukturformel	Dichte [kg/Nm ³]
<i>Methan</i>	CH ₄	0,720
<i>Kohlendioxid</i>	CO ₂	1,976
<i>Schwefelwasserstoff</i>	H ₂ S	1,536
<i>Biogas</i>		1,374
<i>Luft</i>		1,296

Trennung der Biogaskomponenten:

- kein Dipolmoment
→ kein Bindungsbestreben



Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

Brisanz von Biogas

- Vergleich eines Biogasspeichers mit einem Flüssiggastank
 - Biogasspeicher:
 - $V = 480 \text{ m}^3$
 - 50 Vol.-% brennbares Gas
 - Heizwert: 5 kWh/m^3
 - Propangasspeicher:
 - $V = 6 \text{ m}^3$ (ca. 3.000 kg)
 - 100 Vol.-% brennbares Gas
 - Heizwert: $12,87 \text{ kWh/m}^3$
 - Berechnung: Biogas: $480 \text{ m}^3 \times 5 \text{ kWh/m}^3 = 2.500 \text{ kWh}$

 Propan: $3.000 \text{ kg} \times 12,87 \text{ kWh/m}^3 = 38.610 \text{ kWh}$
- 15 – fach mehr Energie durch Flüssiggasspeicher

Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

Zündquellen auf Biogasanlagen:

Zündquelle	Gefahrenpotenzial	Beispiel	Betriebszustand
<i>Heiße Oberflächen</i>	Anlage	Turbolader	Normalbetrieb
<i>Elektrische Anlagen</i>	Anlage	Schließen elektr. Stromkreise	Normalbetrieb
<i>Elektrische Ausgleichsströme</i>	Anlage	fehlender Potenzialausgleich	Störung
<i>Blitzschlag</i>	Umwelt	Blitz	Restrisiko
<i>Statische Elektrizität</i>	Mensch	statische Aufladung der Kleidung / des Menschen	Störung
<i>elektromagnetische Wellen (10^4 Hz bis 3×10^{12} Hz)</i>	Mensch	Mobiltelefon	Störung
<i>Flammen und heiße Gase</i>	Anlage	austretende Abgase (Fackel)	Störung
<i>Mechanisch erzeugte Funken</i>	Mensch	Heißenarbeiten	Wartung
<i>elektromagnetische Wellen (10^{11} Hz bis 3×10^{15} Hz)</i>	Mensch	Laserstrahlen bei Vermessung	Wartung
<i>Ionisierende Strahlung</i>			
<i>Ultraschall</i>	Anlage	Füllstandsmessgerät für Gasspeicher	Störung
<i>Adiabate Kompression</i>	Anlage	Druckluftkompressor	Normalbetrieb

Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

Sicherheitsbetrachtung des Fermenters

- Schwefelwasserstoffkonzentration abhängig von Substrat (Eiweiß)
- Gefahrenpotenzial für die Anlage:
 - $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_3$
 - $\text{H}_2\text{S} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
 - Korrosion an Beton und Stahl



Quelle: Paproth

Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

- Gefahrenpotenzial für den Menschen:
 - H₂S ist schwerer als Luft

H ₂ S - Konzentration in der Luft	Inhalationszeit und toxische Symptomentwicklung
10 ppm	festgelegte Schwelle für das Einsetzen von Augenreizungen
< 100 ppm	nach mehreren Stunden Lebensgefahr
ab ca. 100 ppm	Reizung der Augen (Tränen, Rötung, Lichtscheu) und der Nasen- und Rachenschleimhäute
> 150 ppm	ab 30 min Kopfschmerzen, Schwindel, Durchfall
300 bis 500 ppm	Gefahr der Lungenschädigung; zudem starke systemische Wirkung (Kopfschmerzen, Schwindel, Atemnot, Stimulation der Atmung, Blutdruckabfall, Bewusstlosigkeit)
500 ppm	schnell lebensbedrohliche Wirkung auf das zentrale Nervensystem und Herz (ZNS-Stimulation, Gefahr von Atemstillstand); tödlich bei Inhalation ab 30 min
ab ca. 1000 ppm	unmittelbarer Kollaps / Atemlähmung; tödlich in wenigen Minuten
5000 ppm	tödlich in wenigen Sekunden

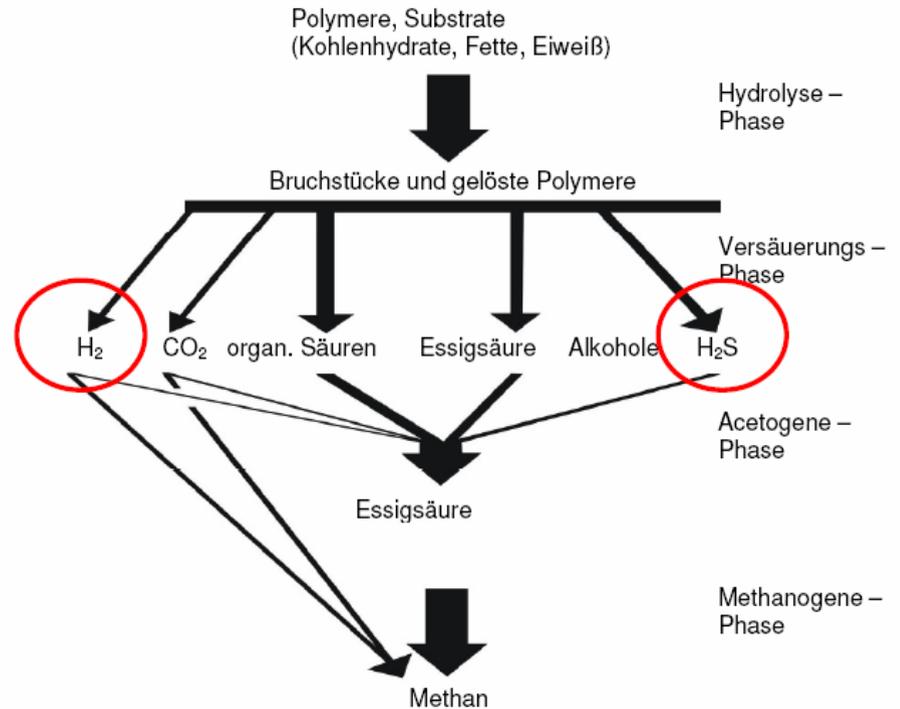
H ₂ S - Konzentration in der Luft	Wahrnehmungsmöglichkeit
0,02 ppm	Geruch nach faulen Eiern
0,15 ppm	signifikanter penetranter Geruch
5 bis 10 ppm	erheblicher penetranter Geruch
20 bis 30 ppm	widerwärtiger Geruch
ab 100 ppm	Ausfall der Geruchswahrnehmung infolge Erschöpfung oder Lähmung des Geruchsinnens

Quelle:
<http://www.dguv.de/bgia/de/gestis/stoffdb/index.jsp#>

- Gefahrenabwehr:
 - säurebeständige Bauweise
 - Edelstahl V2A und V4A
 - Betonfestigkeitsklasse:
 - C35/45 (in Gasphase)
 - C25/30 (in Flüssigkeitsphase)
 - Entschwefelung
 - Messgeräte für Personenschutz

Sicherheitsbetrachtung der Vorgrube

- gezielte Hydrolyse in Vorgrube möglich
- Phase 1 + 2:
 - pH – Wert: < 5
 - sauerstoffverträgliche Bakterien
- Phase 3 + 4:
 - pH – Wert: 7 bis 8
 - sauerstoffunverträgliche Bakterien
- Entstehung von H₂ und H₂S in Vorgrube möglich



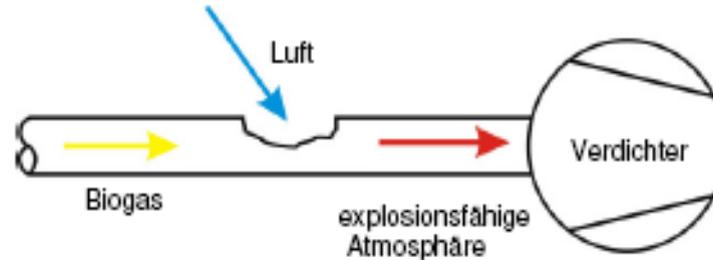
Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

Explosion in einer Rohrleitung

- Beurteilung eines Loches
- Volumenstrom: 150 m³/h
- Voraussetzung: explosionsfähiges Gemisch
 - 16,5 Vol.-% CH₄ (OEG)
 - 11,6 Vol.-% O₂



Stoff	Biogas [Vol.-%]	Luft [Vol.-%]	Gemisch [Vol.-%]
<i>Methan</i>	50	0	16,5
<i>Kohlendioxid</i>	49	0	16,3
<i>Schwefelwasserstoff</i>	1	0	0,3
<i>Sauerstoff</i>	0	21	14
<i>Stickstoff</i>	0	79	52,6

→ Das Loch muss 3 mal so groß sein wie der Rohrdurchmesser

Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

Abbrand des BHKW – Aufstellungsraumes

- nach Austausch des Motors kommt es zum Abbrand des Containers
- Schadensursache: Holzlatte
- Zündquelle: heiße Abgase
- Folge: Totalschaden



Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

Fazit:

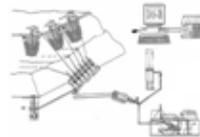
- Das Zusammenwirken mehrerer Gefahrenpotenziale führt zu einer Havarie
- Der Mensch stellt größtes Gefahrenpotenzial dar
- Die Explosionsgefahr auf Biogasanlagen wird überbewertet

Anlagenbezogene Sicherheitsbetrachtung von Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

DAS - IB GmbH
Deponie Anlagenbau Stachowitz
LFG- & Biogas - Technology



Bio-, Deponie-, Klär- und MBA - Gasanlagen

Beratung, Planung, Projektierung
Schulungen, Seminare, Tagungen
Sachverständigentätigkeit

DAS - IB GmbH (Deponie Anlagenbau Stachowitz - Ingenieurbüro GmbH) wurde im Januar 2002 von seinem Geschäftsführer Wolfgang H. Stachowitz gegründet



Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit !

DAS - IB GmbH LFG- & Biogas - Technology
Köln: Sitt. Procter Str. 207, D - 51147 Köln * Köln: Sitt. Elmfelder Str. 55, D - 51113 Köln
Tel.: #49 / 431 / 483814 * Fax: #49 / 431 / 2004137 * email.info@das-ib.de
* www.das-ib.de *