

# **Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte**

Feuerwehreinsatzkräfte Gemeinde 24321 Lütjenburg und Umgebung am 9. IV.2014,  
10.IV. in Probsteierhagen, 4.IX. in Prasdorf, 13.XI. 2014 in Selent

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

Wir sind Mitglied in:



Fachverband Biogas e.V.  
Angerbrunnenstraße 12  
85356 Freising

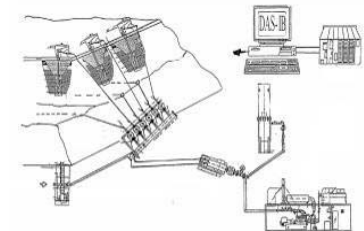
**SVK Biogas**  
Sachverständigenkreis

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

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betriebspersonal
- Sachverständigentätigkeit u.a. nach § 29a BImSchG und Befähigte Person iSd BetrSichV und TRBS 1203

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



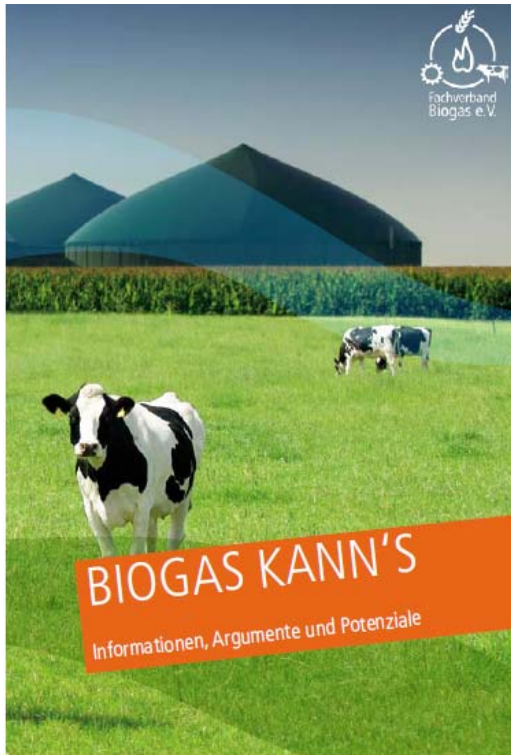
<http://www.mittelbayerische.de/region/kelheim/artikel/arbeiter-erleiden-methangasvergiftung/1000144/arbeiter-erleiden-methangasvergiftung.html>

## **Arbeiter erleiden Methangasvergiftung**

**Großeinsatz der Feuerwehr im Landkreis Kelheim: Methangas aus einer Biogasanlage macht Arbeiter ohnmächtig. Auch Helfer werden leicht verletzt.**



**Biogas kann`s – Wie werden alle Betroffenen erreicht? Sie sind da,  
aber ...**



**Betreiber - Genehmigungsbehörden**

**Arbeitgeber**

**ca. 4.500 BGA – Anlagen sind nicht organisiert !**

**„Denn Sie wissen nicht, was Sie tun“ – MÜSSEN ?**

**Anlagenbauer**

**Planer**

.....

**Sachverständige**

**auch?**



Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für  
Feuerwehreinsatzkräfte

Statistische Auswertung von Schäden an BGA's außer  
Feuer) - Hinweis: für statistische Erhebung / n = 7.000 ist klein

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

Ausgabe: 5\_2012 (September 2012), S. 68 ff

„Aus der Praxis – Versicherungs – Latein“ von Dittmar Koop

Schadenstatistik 2010 – GDV (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft)

4.373 (7.000 in 2012) Biogasanlagen mit einer eigenen Sachversicherung

davon

998 (2.100 in 2012) (gemeldete) Schadenereignisse **d.h. ca. 23 % (30% in 2012)**

+ Dunkelziffer wg. Gesamtbetriebsversicherung (Versicherungen für Betriebe und Gebäude)

Durchschnittlicher Schadenaufwand

16.824 € (13.300 € in 2012), da n klein: großschadenabhängig

Quelle für 2012: direkt vom GDV



II 2014

S. 4

# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

Tagungsbuch Hannover 17. März 2010 • Veranstalterin: DAS-IB GmbH

**DAS – IB GmbH (Hrsg.)**  
LFG - & Biogas - Technology

## Aktuelle Schadensfälle in Biogasanlagen

Veranstaltung für den  
Meinungs- und  
Erfahrungsaustausch

für Sachverständige nach  
§ 29a BImSchG und Interessierte



**Tagungsband Hannover**  
17. März 2010

**50 € - ISBN - Nr: 978-3-938775-11-0**

**DAS – IB GmbH (Hrsg.)**  
LFG - & Biogas - Technology

## Aktuelle Schadensfälle in Biogasanlagen

Veranstaltung für den  
Meinungs- und  
Erfahrungsaustausch

für Sachverständige nach  
§ 29a BImSchG und Interessierte



**Tagungsbuch  
Hannover**

7. April 2008

Unterweisungspflichten

**Weitere - verbindliche - Pflichten aus der BetrSichV !!**

§ 9 Unterrichtung und Unterweisung

(1) Bei der Unterrichtung der Beschäftigten nach § 81 des Betriebsverfassungsgesetzes und § 14 des Arbeitsschutzgesetzes hat der Arbeitgeber die erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, damit den Beschäftigten

**nicht nur eigenes Personal & Wartungsfirmen**

....



# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

Aktuelle Havarien in der Presse aus August 2013

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

[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

DAS - IB GmbH informiert – Unfälle & Abhilfe auf BGAs im Juli / bis 2. August 2013, Seite 1 / 5

1. VIII. 2013

<http://www.kreiszeitung.de/lokales/verden/oyten-ottersberg/ottersberg-arbeitsunfall-biogasanlage-umfangreiche-rettungsmassnahmen-3034556.html>

o 31.07.13 [Oyten/Ottersberg](#)

Spezialfirma - Mitarbeiter lebensgefährlich verletzt

## Arbeitsunfall auf Biogas-Anlage

Ottersberg - Ein Arbeitsunfall ereignete sich am Mittwoch gegen 13 Uhr auf ein Anlage in Ottersberg. Eine männliche Person war bei Wartungsarbeiten abgestürzt mehrere Stunden an einem Seil in einem Bioreaktor der Anlage.



© Mediengruppe Kreiszeitung / Tobias Woelki



Über den Dächern von Lengfeld liegt die Biogasanlage. Gelangt dort Gülle in den Weißbach, stinkt das den Bewohnern gewaltig. Foto: [frankphoto.de](http://frankphoto.de)

vergrößern

Lengfeld/Henfstadt - Die Folgen der Umweltragödie, die sich Freitagnachmittag in Lengfeld ereignete werden so schnell nicht zu beheben sein. An die 400 tote Forellen wurden aus dem

# Arbeitsschutzvorschriften: u.a. zur Vermeidung von Toten:

Quelle: Montag, 25.VII.2011

<http://www.lr-online.de/regionen/senfienberg/Nach-Explosion-im-Biogaspark-Lauchhammer-bangt-Geschaeftsfuehrer-mit-den-Opfern:art1054.3435584?FCMS=872ec00988e5b55fe50fdb4ab4cc38>

## Nach Explosion im Biogaspark Lauchhammer bangt Geschäftsführer mit den Opfern

Lauchhammer Einen Tag nach der Explosion in einem Gärrestbehälter des Bioparks Lauchhammer Geschäftsführer Markus Bernhard noch nicht in der Lage, an den Wiederaufbau zu denken. „Ich höre, dass es den beiden Männern besser geht“, sagt der Bayer.



Ursache noch ungeklärt

### Vier Todesopfer nach mysteriösem Biogas-Unfall

zuletzt aktualisiert: 09.11.2005 - 14:21

Rotenburg (rpo). Der mysteriöse Unfall in einer niedersächsischen Biogasanlage hat mittlerweile vier Todesopfer gefordert. In der Nacht zum Mittwoch sei eine 32-jährige Frau gestorben, sagte ein Polizeisprecher.

Später sei ein 55 Jahre alter

DAS - IB GmbH informiert - Unfälle & Abhilfe auf BGAs im Januar 2013, Seite 1 / 2

28.11.2013 Wieder ein Toter in einer Vorgrube / Anmischbehälter einer Biogasanlage

<http://www.moz.de/nachrichten/brandenburg/artikel-ansicht/dg/0/1/1112134/>

28.02.2013 16:45 Uhr

#### 48-Jähriger stirbt bei Arbeitsunfall in Biogasanlage

(dapd) Auf dem Gut Kerkow (Kreis Uckermark) ist ein Mann bei einem Arbeitsunfall ums Leben gekommen. Aus bislang ungeklärter Ursache sei der 48 Jahre alte Chef des Gutes am Donnerstagmorgen im Kessel der Biogasanlage gestorben, teilte die Polizei mit.



Auf dem Gut Kerkow ist ein Mann bei einem Arbeitsunfall ums Leben gekommen. © dapd

Den Angaben zufolge bemerkte ein Mitarbeiter den Unfall. Er bekam in der Kontrollelektronik eine Störung der Anlage angezeigt und stellte fest, dass Teile der Anlage auf Handbetrieb gestellt worden waren. Daraufhin ging er zum Kessel und entdeckte eine offene Montageklappe. Im Kessel lag der leblose Körper seines Chefs. Die Leiche des 48-Jährigen wurde von der Feuerwehr geborgen. Die Ermittlungen zum Unfallhergang führen das Amt für Arbeitsschutz und die Polizei.

Unsere Anmerkung:

Neben dem Beleid für die Angehörigen und MitarbeiterInnen, müssen wir unseren ständigen Hinweis leider wiederholen:

Kommentare (0) >>

*„Dokumentation“ lostech*

*05.10.2007*

### Monteur in Biogasanlage gestorben

Kublank (dpa): Bei Arbeiten in einer Biogasanlage in Kublank (Kreis Mecklenburg-Strelitz) ist am Mittwoch ein 48-jähriger Anlagenmonteur ums Leben gekommen. Angehörige des Mannes hatten die Leiche am Abend in einem Füllbehälter der Anlage entdeckt. Die Ermittler vermuten eine Gasvergiftung als Todesursache, die Staatsanwaltschaft ordnete eine Obduktion der Leiche an. Die an eine Schweinemastanlage angeschlossene Biogasanlage wird von einer Dresdner Firma betrieben.

Laut Polizei hatte der Monteur eine Störung an der Anlage repariert. Dabei sei ihm ein Schraubendreher in einen zwei Meter tiefen und mit giftigem Gas gefüllten Behälter gefallen. Das Gas - es soll sich um hochgiftigen Schwefelwasserstoff handeln - sei schwerer als Luft und vornehmlich beim Rücken inhaliert worden.

III 2013

S. 8



# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

## MBA Havarie - Göttingen



Bilder von der Havarie auf der MBA Deiderode im Januar 2006  
Haben Sie die richtigen Meßgeräte: CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> etc?  
Haben Sie: At, PA oder CSA?  
Atemschutz, Preßluftatmer oder Chemikalienschutzanzug ?

Dieser Bericht darf nicht ungekürzt vervielfältigt werden. Veröffentlichungen und weitere Vervielfältigungen bedürfen der schriftlichen Form durch den Verfasser. Der Schutzvermerk nach DIN ISO 16016 (Dezember 2007) ist zu beachten



## Großschäden



# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



Bilder aus Dez. 2007 kurz vor und nach Eintritt der Havarie

Dieser Bericht darf nicht ungekürzt vervielfältigt werden. Veröffentlichungen und weitere Vervielfältigungen bedürfen der schriftlichen Form durch den Verfasser. Der Schutzvermerk nach DIN ISO 16016 (Dezember 2007) ist zu beachten

**Riedlingen: Ein Brand oder eine Explosion als Ursache konnte vom LKA, Kripo  
und mehreren SV's unmittelbar nach der Havarie nicht festgestellt werden**



# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



So., 14.III. 2010 Morgens  
<http://www.mdr.de/sachsen-anhalt/7163963.html>

sachsen-anhalt-heute



„Sauerei“ in Großkayna: Güllelawine verschmutzt Natur



00:00

-1:37

Rechte: MITTELDEUTSCHER RUNDFUNK

mehr I



6. XI. 2007  
DAS - IB GmbH

## **Arbeitsschutzvorschriften:**

**Arbeitsschutzgesetz, Gefahrstoffverordnung,  
Betriebssicherheitsverordnung etc**

**Die Verantwortung liegt beim ARBEITGEBER.**

**(idR ist dies der Betreiber einer Anlage)  
und nicht bei Dritten**

**Ihr Ansprechpartner für:**

**Brandschutzordnung, Brandschutzplan,  
Feuerwehrplan**

**Einweisung in anlagenrelevante Gefahren und  
Risiken**

# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

## Vergleich Biogasspeicher:

Volumen von 480 m<sup>3</sup>, 50 Vol % CH<sub>4</sub>, Hu = 5 kWh/m<sup>3</sup>

## Flüssiggasspeicher / - tank beinhalten Propangas

Aufgrund der Komprimierung ist das Gas flüssig. Ein für die Hausversorgung üblicher Flüssiggasbehälter hat ein Fassungsvermögen von 6 m<sup>3</sup> welches ca. 3.000 kg Flüssiggas entspricht. Hu = 12,87 kWh/kg.

Energieinhalt für beide Speicher berechnet:

Propanspeicher:

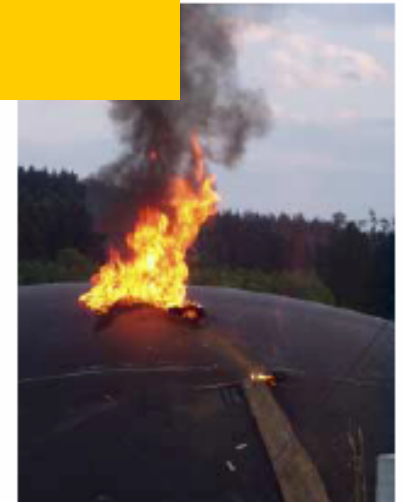
Biogasspeicher:

$$480m^3 \cdot 5 \frac{kWh}{m^3} = 2.500kWh$$

$$3.000kg \cdot 12,87 \frac{kWh}{kg} = 38.610kWh$$



Bild 10 + 11: 6. Brandversuch ein brennender benzingertränkter Lappen wird auf den Folliengasspeicher geworfen



weichenden Biogases  
gasspeicher geworfen.  
sekunden durch.



---

**Gliederung**

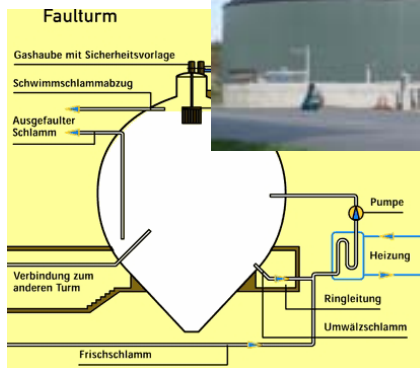
- 1. Wie entsteht Biogas?**
- 2. Was ist eine Biogasanlage?**
- 3. Risiken einer Biogasanlage**
  - Schwefelwasserstoff**
  - Schächte**
  - Schutzausrüstung**
  - Explosionsfähige Atmosphäre**
- 4. Havarien, Unfälle und deren Vermeidung**



## Entstehung von Biogasen

**Biogase** entstehen bei der Zersetzung organischer Substanzen (Biomasse) durch Bakterien unter Luftabschluss, z.B. in: Sümpfen, Pansen von Wiederkäuern, Gewässern, aber auch in Kläranlagen, Deponien und Biogasanlagen.

**Biogase** bestehen hauptsächlich aus **Methan** und **Kohlendioxid**.



Biogasanlage

Klärgas aus Schlammfäulung

Mechanisch Biologische Abfallbehandlung

## Phasen der Biogasentstehung

**Zerlegung**  
der organischen  
Substanzen

I. Hydrolyse

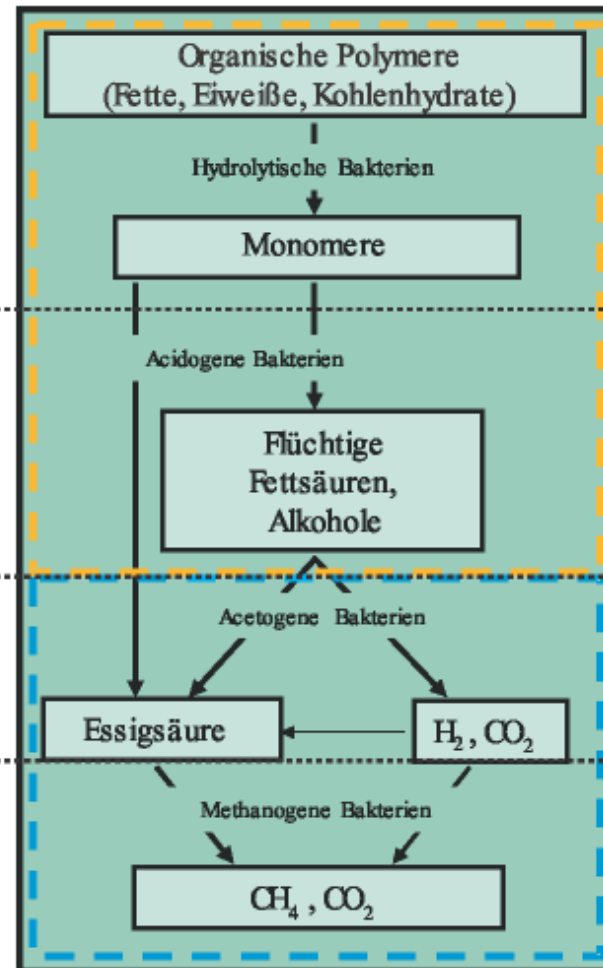
**Versauerungs-**  
**phase:**  
niedrigen  
Fettsäuren

II. Acidogenese

**Essigsäurebildung:**  
Essigsäure, H<sub>2</sub> und  
CO<sub>2</sub>

III. Acetogenese

IV. Methano-  
genese



## Zusammensetzung von Biogasen

Das **Biogas** besteht aus:

**Methan (50 - 70 Vol.-%)**

Kohlendioxid (30 bis 50 Vol.-%)

Schwefelwasserstoff (Spuren - 2 Vol.-%)

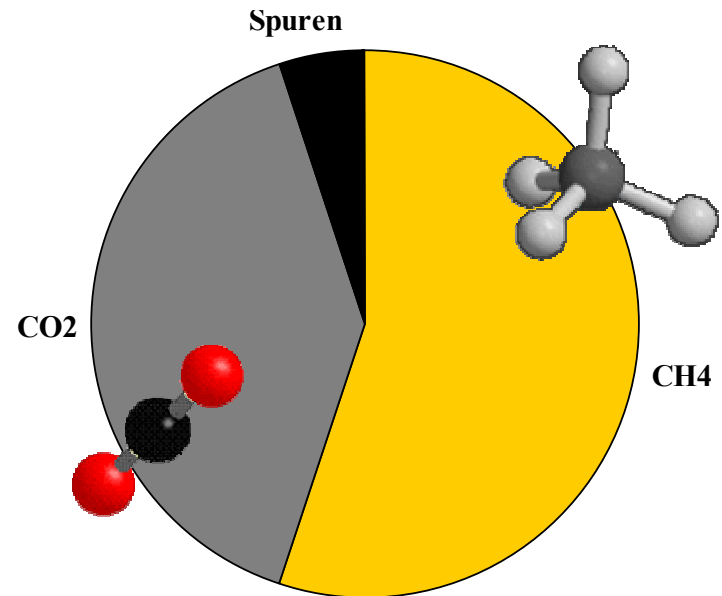
Wasserstoff (< 1 Vol.-%)

Ammoniak (< 2 Vol.-%)

Wasserdampf / Kondensat (2 - 7 Vol.-%)

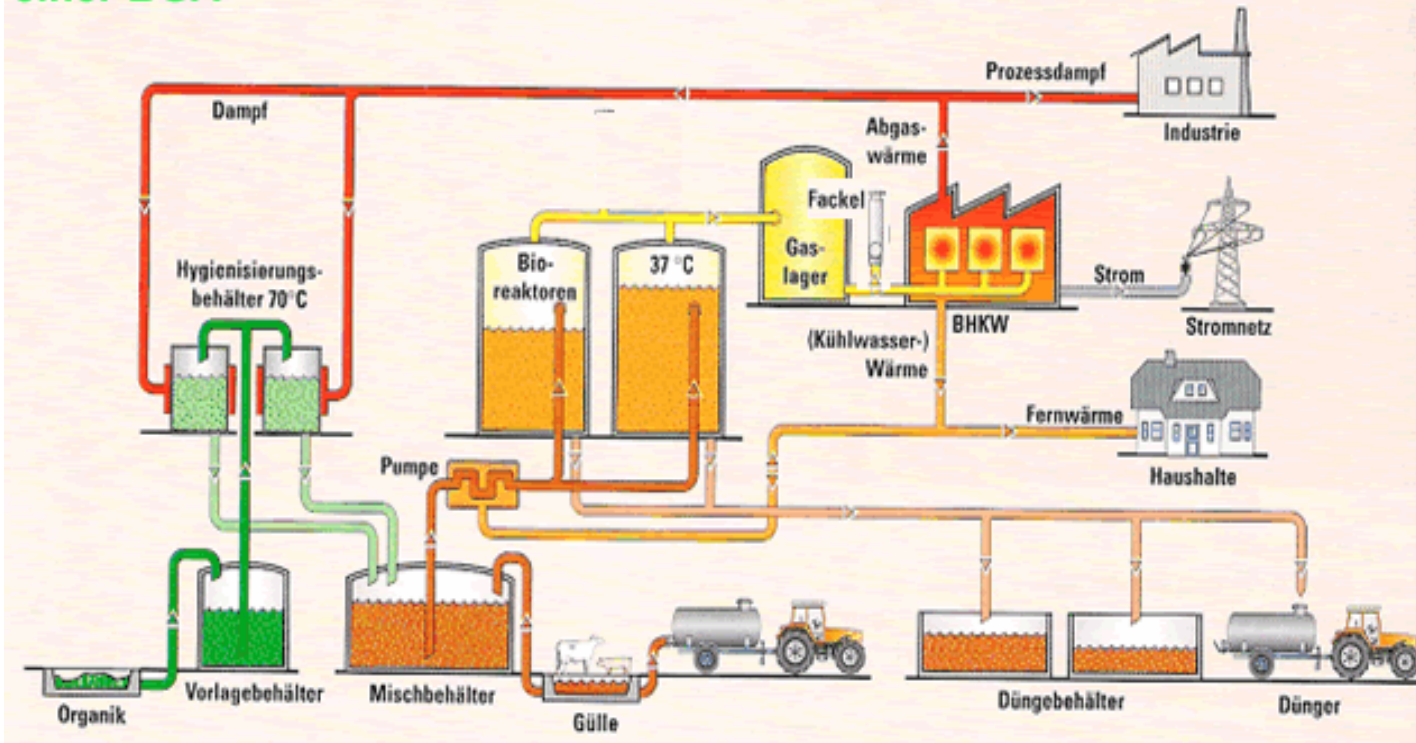
u.a.

ca. 50 Vol.-% CH<sub>4</sub> bei NaWaRo Mais



Beispielhafte Zusammensetzung  
von Biogas

Aufbau & Komponenten einer BGA **Biogasanlage** [www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



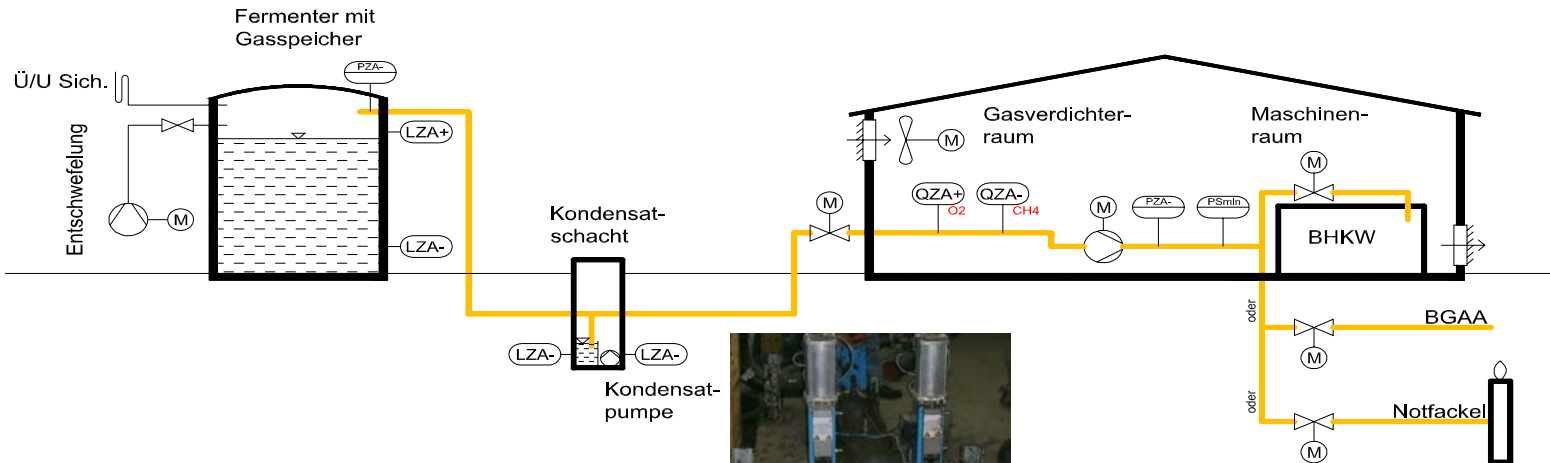
# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

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

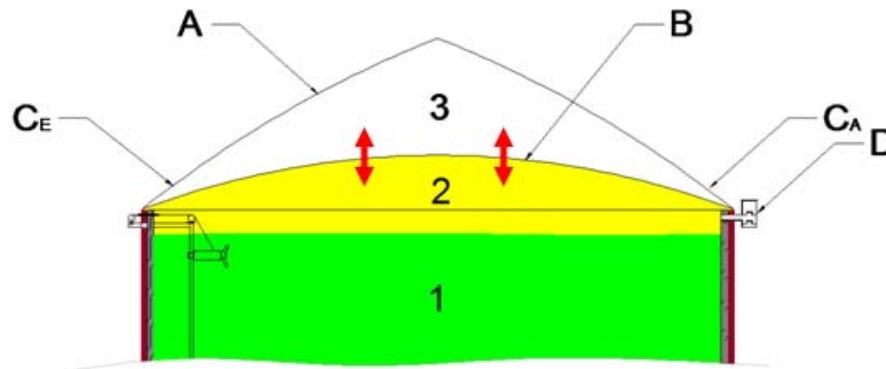
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

## Eintragsysteme – KORROSION / Vorgruben – geA

### ANLAGENTECHNIK



## Fermenter-Abdeckung, wie z.B. Foliendach - DICHTIGKEIT



- A: Wetterschutzhaube
- B: Biogasspeichermembran
- C<sub>E</sub>: Stützluftgebläse / Tragluftgebläse (Eintritt) und C<sub>A</sub> (Austritt)
- D: Über- / Unterdrucksicherung des Biogasraumes
- 1: Substratraum, 2: Biogasraum 3: Stützluftpolster (Zwischenmembranraum)

↕  
Bewegungsrichtung der Biogasspeichermembran

Bild 1: Biogastragluftdach auf einem Substratbehälter zur Biogaserzeugung

**Personenschutz:** (siehe auch Vortrag: Grundlagen der Bio- & Klär - & Deponiegastechnik)

**Sauerstoff (O<sub>2</sub>):** < 17 Vol % Sauerstoffmangel, darunter erst Verminderung der Leistungsfähigkeit bis Bewusstlosigkeit und Tod bei ca. 6 – 8 Vol % deshalb > 20 Vol %, - Dichte ca. 1,24 kg / m<sup>3</sup>

**Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>):** MAK 5000ppm = 9.100 mg/m<sup>3</sup> = 0,5 Vol %) geruchlos; ab 1 Vol % erste Beeinträchtigungen und Schädigungen – Dichte ca. 2 kg / m<sup>3</sup>

**Methan (CH<sub>4</sub>):** 100 % UEG, Ex = 4,4 Vol %; Grenzwert: 20 % UEG = 0,9 Vol % - Dichte ca. 0.7 kg / m<sup>3</sup>

**Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S):** alt: MAK 10ppm = 14 mg/m<sup>3</sup> = 1 / 1000 Vol % und Ex bei > 4,3 Vol % bis 45,5 Vol % **neu AGW max. Arbeitsplatzkonzentration 5 ppm**

Siehe: TRGS 900 wg. „alten“ MAK – Werten und heute AGW – Werte)

weitere: <http://biade.itrust.de/biade/lpext.dll?f=templates&fn=main-h.htm>

Umrechnung Gewicht – ppm <http://www.lenntech.com/calculators/ppm/converter-parts-per-million.htm>

## Sicherheitstechnische Kennzahlen

<b>Deponie- / Biogas:</b>	<b>Mischung aus Methan, Stickstoff, Kohlendioxyd und Sauerstoff</b>
<b>Zündtemperatur:</b>	<b>537 °C (Methan 595 °C / 650 °C )</b>
<b>Explosionsbereich:</b>	<b>ca. (4,4) 5 - 15 (16,5) Vol %</b>
<b>Dichteverhältnis:</b>	<b>ca. 1 – 1,25 (CO<sub>2</sub> ca. 2 kg / Nm<sup>3</sup> // CH<sub>4</sub> ca. 0,7 kg / Nm<sup>3</sup>)</b>

## Für Methan

<b>Zündgruppe:</b>	<b>T 1 ( &gt; 450°C, Zündtemperatur der brennbaren Substanz)</b>
<b>Explosionsgruppe</b>	<b>IIA (Methan aus Biogasen) I (Methan aus Bergbau)</b>
<b>Mindestzündenergie:</b>	<b>0,28 mWs (0,28mJ)</b>

**max. Explosionsdruck (Überdruck) für Methan: 7,06 bar**

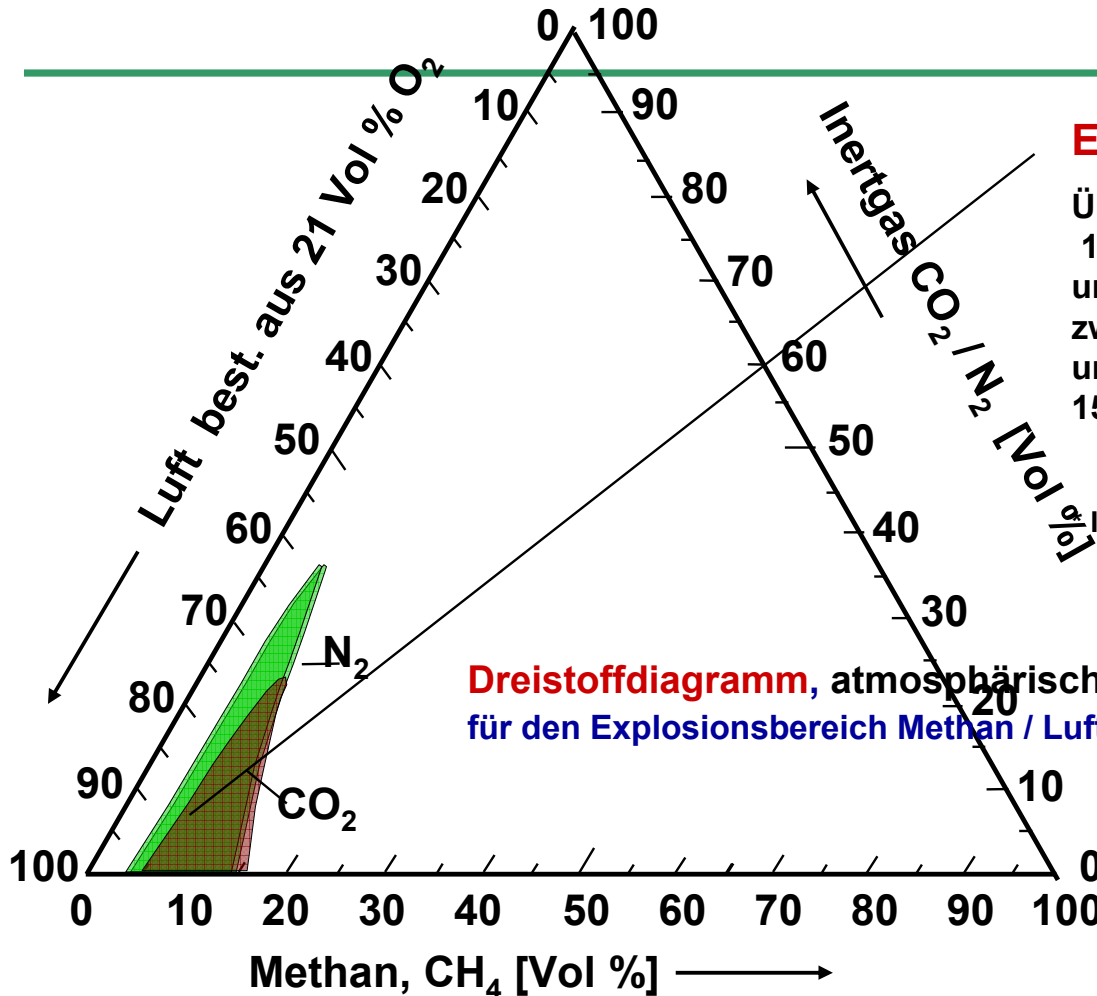
Einordnung nach IEC-Report 60 079-20 (1996), Quelle Tab. 56 D-116; Gase – Dämpfe.. Fa. Dräger  
sowie: Redeker / Schön 6. Nachtrag zu Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und  
Dämpfe, 1990



**Zu den beiden Hauptbestandteilen des Biogases sind folgende  
stoffspezifischen Angaben zu machen:**

**Methan** ( $\text{CH}_4$ ) ist ein geruchloses, ungiftiges, farbloses, energiereiches Gas, das leichter als Luft ist. In Konzentrationen zwischen (4,4) / 5 – 15 (16,5) % in der Luft bildet es ein explosionsfähiges Gemisch. Dichte ca. 0,7 kg / Nm<sup>3</sup>.

**Kohlendioxid** ( $\text{CO}_2$ ) ist ein geruchloses, farbloses, nicht brennbares Gas. Es ist etwa 1,5 mal schwerer als trockene Luft. Eine  $\text{CO}_2$ -Konzentration von 8-10% in Luft löst beim Menschen Kopfschmerzen, Schwindelgefühl, Bewusstlosigkeit, Atemlähmung bis hin zum Tod aus. Durch seine größere Dichte als Luft sammelt es sich bevorzugt in Bodennähe, insbesondere in Gräben und Gruben. Dichte ca. 2 kg / Nm<sup>3</sup>.



**Explosionsbereich:**

Überschreitung von  
11,6 Vol % Sauerstoff  
und  
zw. 4,4\* (5)\*\*Vol % Methan (100 % UEG)  
und  
15 (16,5) Vol % Methan (100 % OEG)

\*IEC 60079-20 und PTB \*\* EN 50054

**Dreistoffdiagramm**, atmosphärisch (0,8 – 1,1 bar<sub>a</sub> / - 20 – + 60 °C)  
für den Explosionsbereich Methan / Luft / CO<sub>2</sub>- N<sub>2</sub> – Gemischen

## **Risiken von Biogasanlagen: explosionsfähige Atmosphäre**

**Betreiber** einer Anlage muss nach **BetrSichV** Sicherheitsanforderungen umsetzen wie z.B.:

- 1. Vermeiden von Ex-Gemischen,**
- 2. Zündquellen unwirksam machen, und falls nicht möglich**
- 3. Auswirkungen von Explosionen eingrenzen**

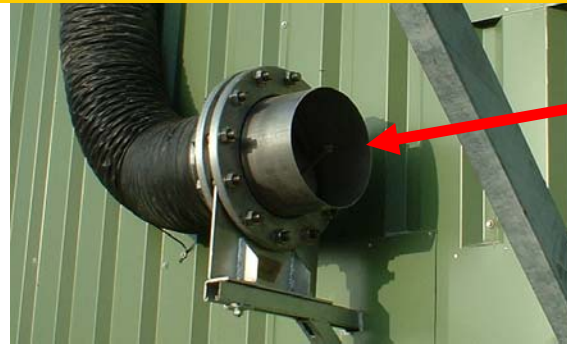
### **Zoneneinteilung und Explosionsschutzdokument erstellen:**

- Alle Bereiche nach den v.g. Zonen bewerten und dokumentieren.**
- Warnschilder (W21) aufstellen ...**
- Risiken beurteilen, Wahrscheinlichkeiten definieren,**
- Explosionsschutzdokument ständig pflegen**

## Risiken von Biogasanlagen: explosionsfähige Atmosphäre

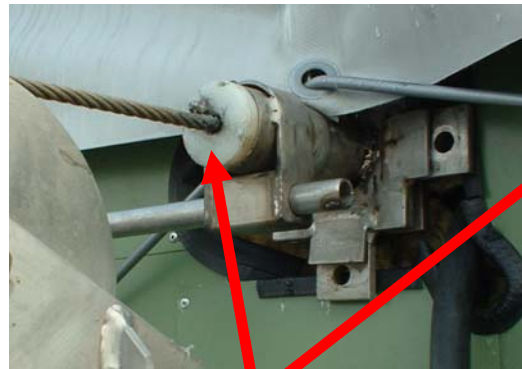


Überdruck-/Unterdrucksicherung am  
Fermenter



Regelmäßige  
Abluftmessungen wg.  
Gasdichtigkeit des  
Zwischendachs

Austritt der Luft zum Aufblasen des Fermenterdachs



Gasdicht? Ex-Zone?



Durchführungen durch die  
Fermenterwand

## Risikoanalyse .. Restrisiko, Rettungskräfte – Gasaustritt großflächig



## Explosion im Betriebsraum einer BGA



**Gasspeicherfolie  
„geflickt“ – Biogas im  
Zwischendach –  
Austritt über  
„Zuluftgebläse –  
Explosion im  
Betriebsraum**



Bild - Quelle:

Mit freundlicher Genehmigung

R. Lange, Ing.consult — April  
2007

## **Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S): Personenschutz**

MAK 10ppm AGW 5 ppm = 7 mg/m<sup>3</sup> = 1 / 2000 Vol % und Ex bei > 4,3 Vol % bis 45,5 Vol %

Experten haben mit der Suche nach der Ursache für das schwere Unglück in einer **Biogasanlage in Rhadereistedt bei Zeven (Kreis Rotenburg)** begonnen. Die Gutachter sollen die Anlage wie auch die chemische Zusammensetzung der dort verarbeiteten Stoffe untersuchen, sagte ein Polizeisprecher. Bei dem Unfall am 8. November 2005 kamen **vier Menschen durch Einatmen von hochkonzentriertem Schwefelwasserstoff ums Leben.**

Nur mit schweren Atemschutzgerät konnten die Helfer das Gelände betreten. Foto: zz



## **Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S): Personenschutz**

MAK <sub>10ppm</sub> AGW 5 ppm = 7 mg/m<sup>3</sup> = 1 / 2000 Vol % und Ex bei > 4,3 Vol % bis 45,5 Vol %

Folgende Symptomatik beim Menschen wurde unterschiedlich hohen Konzentrationen (in ppm) bereits nach relativ kurzer Expositionsdauer zugeordnet:

0,003-0,02 - Geruchliche Wahrnehmbarkeit

3 - 10 - deutlich unangenehmer Geruch

20 - 30 - starker Geruch nach faulen Eiern

30 - widerlich süßlicher Gestank

50 - Augenbrennen und Konjunktivitis      Bindehautentzündung

50 - 100 - Reizungen des Atemtraktes

100 - 200 - Verlust des Geruchssinns

250 - 500 - Toxisches Lungenödem, Zyanose, Bluthusten,  
Lungenentzündung

500 - Kopfschmerzen, unkoordinierte Bewegungen,  
Schwindelgefühl, Stimulation der Atmung, Gedächtnisschwäche, Bewußtlosigkeit ("knock-down")

500 - 1000 - Atemstillstand, sofortiger Kollaps, schwerste Nervenschädigungen, arrhythmische Herzrhythmen, Tod.



# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



- Ursache:**
- \* zu geringe Abstände zu Holzkonstruktionen
  - \* Undichte Abgasrohre
  - \* Ölspritzer



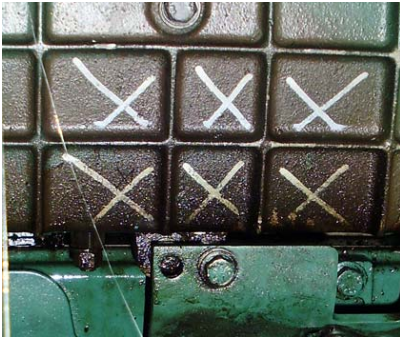
Höhe zur Decke?  
Isolierung?

Abgas-  
temperaturen,  
Abgasmengen



Undichte  
Abgasleitung  
unten

MAI 2009



**BGA Brandschäden – mangelnde  
Wartung / Fehlerabstellung (Ursache)  
und die Wirkung**



IX 2010

S. 34

## Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



Undichter Gassack – Brand zwischen den  
Querlüftungen erlosch bei ca. 60 % Restfüllstand im  
Gassack, da nichtgenügend O<sub>2</sub> mehr vorhanden war.

## **Brandschaden / Explosionsschaden**

**Gasexplosion löst Großeinsatz der Feuerwehr aus**  
**BGA Ruderatshofen bei Irsee (Ostallgäu) – Schweißerlaubnisscheine ? – Freimessungen ?**



August 2010

Dieser Bericht darf nicht ungekürzt verv.  
ISO 16016 (Dezember 2007) ist zu beacht.

Vermerk nach DIN

## Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



**Gasfreisetzungen  
beachten**

## Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



Normgerechte Elektroinstallationen ... -  
StdT – DIN Normen

XI 2012

S. 37

# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

## Mögliche weitere EX – Gefahren AK - Gasreinigungen

- Methan / Luftgemische - > Dreistoffdiagramm; ausführlich später im Buch
- „H<sub>2</sub>S“ UEG: 61 g / m<sup>3</sup> ca. 4,3 Vol %
- Batterie – Säuren: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - > 2 H<sup>+</sup>



### Exotherme Reaktionen:

#### Aktivkohle

„Selbstentzündung“

nicht ganz unmöglich

Aber auch:

chemische  
Entschwefelung mit

#### Eisen(hydr)oxid

(Regeneration - >  
Wärmefreisetzung - >

Selbstentzündung

# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

Was ist „gasdicht“ – „dauerhaft gasdicht“ ....  
6 – 30 ppm an Folien, 2 – 3 Vol % an Folien,



Undicht,  
PSA nicht  
G 465-4



**SVK Biogas**  
Sachverständigenkreis

Merkblatt zur Überprüfung der Gasdichtigkeit von  
Biogastraglufthauben  
(so genannte Doppelmembran-Biogasspeicher)  
im Normalbetrieb



XII 2013

S. 39

n Form durch den Verfasser. Der Schutzvermerk nach DIN

**Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für  
Feuerwehreinsatzkräfte**  
DVGW – Dichtigkeitsprüfungen zur  
Vermeidung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre  
Feststellung von: **Qualität und Quantität von Gasemissionen**

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



**Hier ist eine  
Ex - Zone:  
0,1,2**

XII 2013

S. 40



**Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für  
Feuerwehreinsatzkräfte**  
DVGW – Dichtigkeitsprüfungen zur  
Vermeidung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre  
**Gasspür – und Gaskonzentrationsmeßgeräte für die Überprüfung  
von Gasanlagen nach DVGW G 465-4, März 2001**

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



## Risiken von Biogasanlagen: Gruben und Schächte



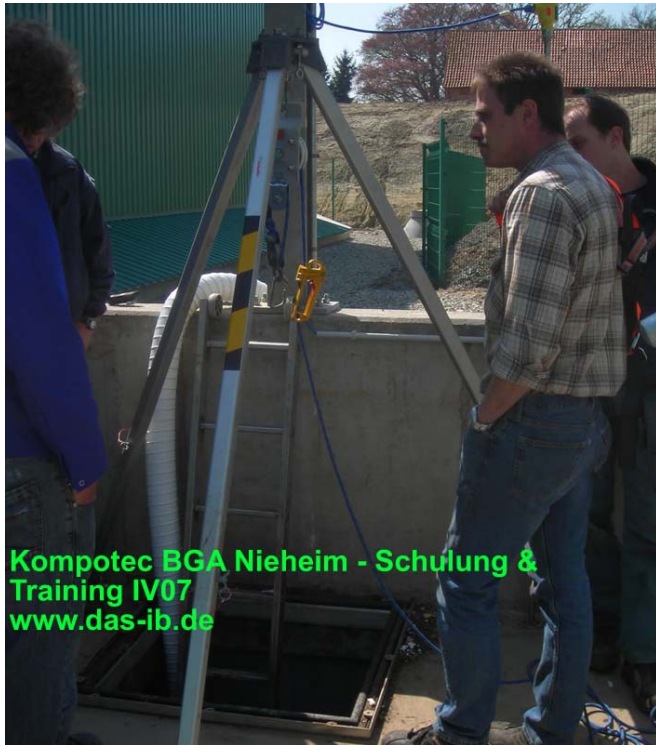
Kondensatschächte



### Maßnahmen:

- Freimessung
- Belüftungsgerät (Bodennah im Schacht: wg. CO<sub>2</sub> – Verdrängung)
- Leitern od. Steigeisengänge bis t < 5m
- Einfahreinrichtungen (t >5m): Dreibein
- Rettungshubgerät mit Sicherheitsseil, Auffanggurt Form A und Falldämpfer
- Dreibock zum Anschlag des Abseil- und Rettungsgerät
- Pers. Schutz: O<sub>2</sub> > 20 Vol.-%, CO<sub>2</sub> < 0,5 Vol.-%, CH<sub>4</sub> < 0,5 Vol.-%, H<sub>2</sub>S < 5 ppm (AGW) - > tragbares Ex- und kontinuierlich messendes Mehrfachgaswarngerät
- Frei tragbares Atemschutzgerät und Ex-Handleuchte
- 2. Person bleibt immer oben!

## Begehung von Schächten



## Risiken von Biogasanlagen: Arbeits – und Rettungsausrüstung

Belüftungsgerät (Schächte, Rührwerke..)

Tragbares ex-geschütztes Mehrfachgaswarngerät (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, O<sub>2</sub>)

Rettungshubgerät

Transportmittel (Liegendtransport Verletzter)

Dreibock (Ein- und Ausstieg von Schächten) t > 5 m

Ex-geschützte, tragbare und netzunabhängige Leuchte

Atemschutzgerät / Fluchttreter

Ex-Kommunikationsmittel, wenn keine Sicht- oder Rufverbindung  
möglich ist



## Mögliche Abhilfe – Brände: Begehung mit der zuständigen Feuerwehr, um ...



**Es entspricht der Lebenserfahrung, daß  
mit der Entstehung eines Brandes  
praktisch jederzeit gerechnet werden  
muß.**

**Brandschutzkonzept,**

- ⇒ **aufgestellt vom Betreiber der Anlage,**
  - ⇒ **zur Abstimmung mit der zuständigen Feuerwehr auf deren einsatztaktischen Erfordernisse und einer Schutzzielbetrachtung**

**Betriebsanleitungen,**

- ⇒ **erstellt durch den Betreiber der Anlage.**

**Feuerwehrpläne, für bauliche Anlagen nach DIN 14095,**

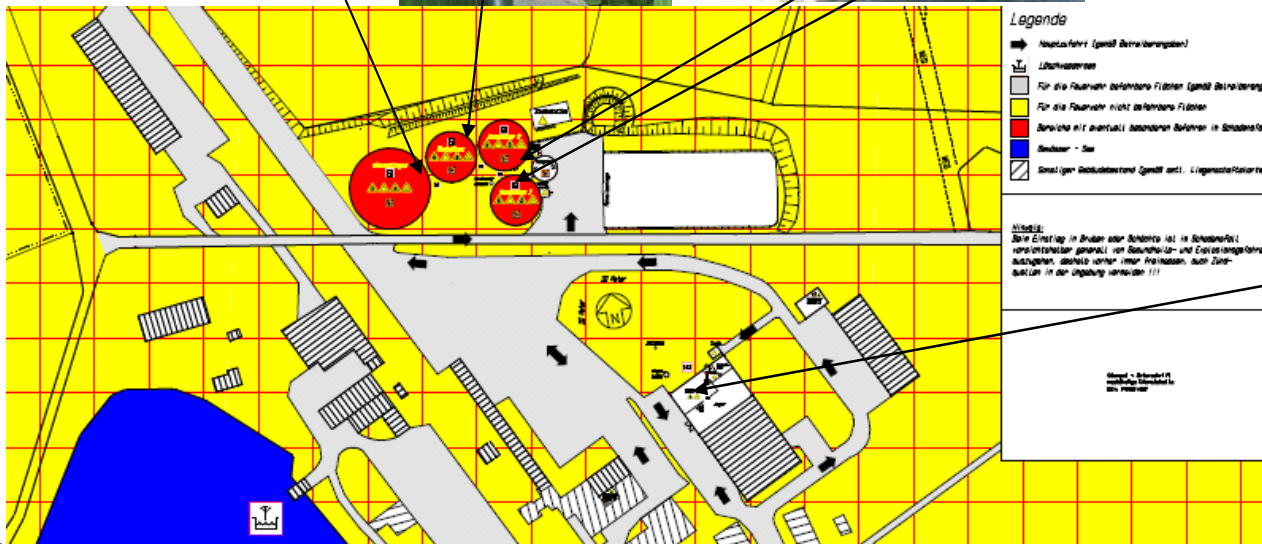
- ⇒ **erstellt durch den Betreiber**
  - ⇒ **im Benehmen mit der Feuerwehr.**

**Einsatzpläne mit Alarm- und Ausrückeordnung,**

- ⇒ **erstellt durch die Feuerwehr.**

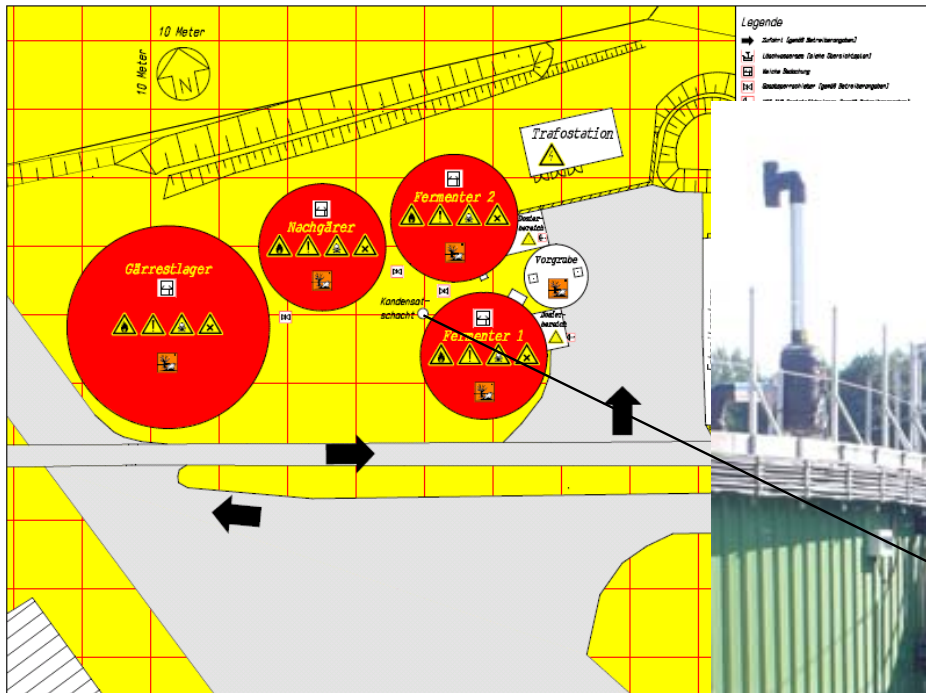


## 9 Hauptgasschieber / Unterbrechung der Gasversorgung im Havariefall BHKW





# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte



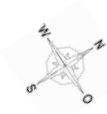
**Kondensatschacht – „Hände weg“:  
CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub> ????**

## Feuerwehrpläne

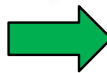
Raster 10 x 10 m – bemaßt, bei Übersichtsplänen ggf. größer

ggf. mit Beschriftung

Zufahrt unten, Zufahrtsstraßen



Nordpfeil



Zufahrten



Eingänge



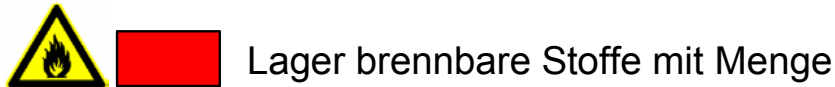
befahrbare Flächen



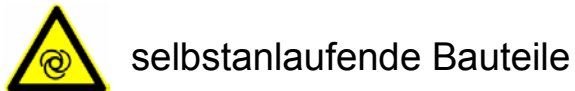
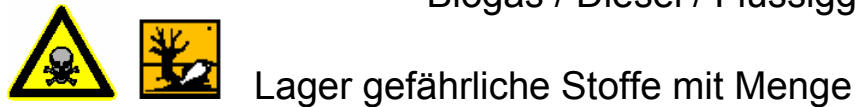
nicht befahrbare Flächen

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2			10,00										
3						50,00							
4													
5													

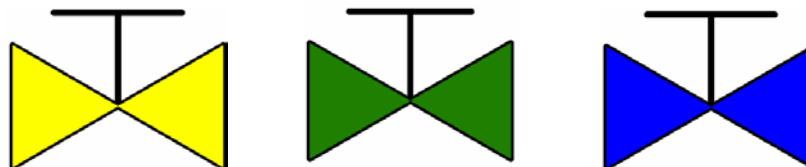
## Feuerwehrpläne



Biogas / Diesel / Flüssiggas / Trockengut



Absperreinrichtung Biogas / Substrat / Löschwasser





## Feuerwehrpläne



Darstellung der Nachbarschaft

(z.B. Strohlager, Stall, Oberflächengewässer, ....)

Löschwasserentnahmestelle  1.600 l/min  100 m<sup>3</sup>

 Substrat- / Löschwasserrückhalt

 Trafo / Hochspannung

 Bereiche mit besonderen Gefahren /  
 Ex-Bereiche ??? (Normalbetrieb / Störung??)

ggf. Aufstellflächen für die Feuerwehr

## Absprachen, Begehung mit der zuständigen Feuerwehr

### Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes

Sicherstellung der Befahrbarkeit und Erreichbarkeit aller brennbaren Teile der BGA durch:

- tragfähigen Unterbau
- ausreichende Kurvenradien
- Feuerwehrstellflächen
- Löschwassersysteme und Löschwasserversorgung
- Handfeuerlöscher
- Feuermeldeeinrichtungen
- ggf. **weitere Maßnahmen** mit der **zuständigen Feuerwehr** abstimmen.

**NOT-AUS oder NOT-STOP?**

**Und wie sind die  
Folgehandlungen  
ausgeführt?**



### Maßnahmen des organisatorischen Brandschutzes

Erstellung einer **Brandschutzordnung** und eines **Brandschutzplans**

Für Arbeiten an der BGA insbesondere für das Schweißen, Schneiden, Trennen oder andere funkenbildende Verfahren sind schriftliche Erlaubnisse zu erteilen.

In den Gebäuden sind jeweils Flucht- und Rettungspläne auszuhängen.

Darüber hinaus sollten Flucht- und Rettungspläne zum Verlassen des Geländes eingetragen sein.

## Brand- und Schutzkonzept

Konzept für den taktischen Einsatz der Feuerwehr bei Brandereignissen oder bei sonstigen technischen Hilfeleistungen in Biogasanlagen.

**Das Brandschutzkonzept ist vom Anlagenbetreiber im Entwurf aufzustellen und anschließend mit der zuständigen Feuerwehr auf deren einsatztaktische Erfordernisse abzustimmen.**



Heiße Abgasrohre und  
Brandschutz

Quelle: Hanseatische Feuerwehr-Unfallkasse Nord  
- Leiter der Prävention – und Annelie Sievers LZ – G Schleswig-Flensburg

**Je nach Anlagentyp könnte das Brandschutzkonzept Angaben und Darstellungen zu folgenden Punkten enthalten:**

- 1. Zu- und Durchfahrten sowie Aufstell- und Bewegungsflächen für die Feuerwehr.**
- 2. Den Nachweis der erforderlichen Löschwassermenge sowie den Nachweis der Löschwasserversorgung.**
- 3. Bemessung, Lage und Anordnung der Löschwasser-Rückhalteanlagen.**
- 4. *Das System der äußeren und der inneren Abschottungen in Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte sowie das System der Rauchabschnitte mit Angaben über die Lage und Anordnung der Bauteile.***
- 5. Lage, Anordnung, Bemessung und Kennzeichnung der Rettungswege auf dem Baugrundstück und in Gebäuden mit Angaben zur Sicherheitsbeleuchtung.**

**Je nach Anlagentyp könnte das Brandschutzkonzept Angaben und Darstellungen zu folgenden Punkten enthalten:**

- 6. Angaben zu den Nutzern der baulichen Anlage,**
- 7. Lage und Anordnung haustechnischer Anlagen, insbesondere der Leitungsanlagen, ggf. mit Angaben zum Brandverhalten im Bereich von Rettungswegen.**
- 8. Lage und Anordnung etwaiger Lüftungsanlagen mit Angaben zur brandschutztechnischen Ausbildung.**
- 9. *Lage, Anordnung und Bemessung der Rauch- und Wärmeabzugsanlagen.***
- 10. Lage, Anordnung und ggf. Bemessung von Anlagen, Einrichtungen und Geräten zur Brandbekämpfung (z. B. Feuerlöschgeräte) mit Angaben zu Schutzbereichen und zur Bevorratung von Sonderlöschmitteln.**



# **Brandschutzordnung**

**regelt das Verhalten im Brandfall  
und  
Maßnahmen zur Brandverhinderung**

**Arbeitsschutzgesetz § 10 Erste Hilfe und sonstige  
Notfallmaßnahmen .....**

Die Brandschutzordnung gliedert sich in drei Teile:

**Teil A** richtet sich an **alle Menschen**, die sich in dem Gebäude des Betriebes aufhalten. Dieser Teil umfasst in der Regel nicht mehr als eine DIN A4 Seite enthält die wichtigsten

## **Verhaltensregeln im Brandfall.**

Wird mehrfach gut sichtbar ausgehängt

**Teil B** richtet sich vor allem an die **Mitarbeiter** des Betriebes.

Teil B wird allen Mitarbeitern in schriftlicher Form ausgehändigt.

Beinhaltet insbesondere wichtige Regeln:

•**Brandverhütung**

- Sauberkeit und Ordnung (z.B. Lagerung Öllappen)
- Umgang mit Feuer
- Rauchverbot
- Feuergefährliche Arbeiten (Schweißen nur nach Freigabeschein)
- Mängel und brandgefährliche Zustände an elektr. Anlagen melden
- Lagerung Chemikalien / Prüfgase

## Hilfsmittel für die Feuerwehr im Einsatz

- Windsack
- Gasmessgerät (PSA) / **ausreichend**  
große Lüfter
- Ggfs. „Ex“ (KAT) geschützte  
Ausrüstungen



## ■ Ortskenntnis & Unterweisung

## Ausführungshighlights ohne Schäden, bis dato ...



# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



**Ausführungshighlights ohne Schäden, bis dato ...**



## Gasgefahren aus Schächten und Überdrucksicherungen



# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

**Ausführungshighlights ohne Schäden, bis dato ...**





# Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

**Ausführungshighlights ohne Schäden, bis dato ...**



Abgasleitung  
(re),  
Gasleitungen  
(oben),  
Kühlung  
BHKW

Photos: je zweimal Toni Baumann,  
re außen Umwelttechnik Bojahr  
einmal: eigenes

Dieser Bericht darf nicht ungekürzt vervielfältigt werden. Veröffentlichungen und weitere Vervielfältigungen bedürfen der schriftlichen Form durch den Verfasser. Der Schutzvermerk nach DIN ISO 16016 (Dezember 2007) ist zu beachten

## Fehlerquellen

1. Versagen von Anlagenteilen – Technik allgemein
2. Energieausfall einschl. Hilfsenergien  
Stromabschaltung EEG 2009 bzw. im Havarie - /  
Brandfall - > Schwimmschichten, Gasproduktion  
!
3. Menschliche Fehlhandlungen (Nicht / Falsch / Unzulässiger  
Eingriff)
4. Unerwünschte Stoffpaarung (reagierende Stoffe)
5. Abweichung betrieblicher Parameter: p, T, F, Q, pH, etc.

**Flucht – und Rettungswege sowie Sammelplätze im Havariefall nicht vergessen**



## Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für Feuerwehreinsatzkräfte

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



**Arbeitskleidung kann Leben retten!**

**Bringen Sie sich nicht unnötig in Gefahr**

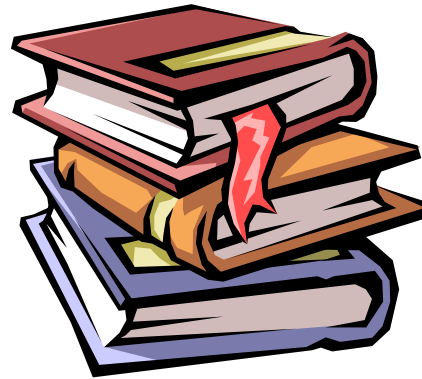


**Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit!**

Gefahren bei Unfällen an Biogasanlagen für  
Feuerwehreinsatzkräfte

# Noch Fragen?

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



Wissen ist, wenn man weiß, wo es steht:

[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

oder auf unserem Seminar & Tagung & Ausstellung in Bayreuth

## Individuelle Tagesseminare 2014

- 8.X. Schwerin (nur Biogas)
- 18.XI. Gelsenkirchen/AUFSchalke (nur Biogas)
- 25.XI. Karlsruhe (nur Deponiegas)
- 26.XI. Karlsruhe (nur Biogas)
- 9.XII. Hannover (nur Deponiegas)

Alle Biogasseminare mit optionaler Prüfung  
zum „Biogassicherheitsführerschein“

## 2015

- 14.I. München (nur Biogas)
- 27.I. Bremen (nur Biogas)
- 10.II. Chemnitz (nur Biogas)

Alle Biogasseminare mit optionaler Prüfung  
zum „Biogassicherheitsführerschein“

oder Ihre persönliche Inhouseschulung !

Sie legen die Schwerpunkte aus  
folgenden Bereichen fest:  
BetrSichV, StörfallV, GefStoffV,  
TRBS'en  
Sicherheitsregeln:  
BGR, TI4, DAS-IB, SVK,  
u. v. m.  
Grundlagen Bio- u. Deponiegas-  
Technologie, Arbeitsschutz,  
Personenschutz, „ATEX“,  
Explosionsschutzdokument,  
Gefährdungsbeurteilung  
Risikoanalyse, CE,  
Konformitätsbescheinigungen,  
StdT, StdSiT,  
u. v. m.

Wir sind Mitglied in:

