

## " Arbeitssicherheit, Personen- und Explosionsschutz "

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

**Workshop der Treurat und Partner für aktive Biogasanlagenbetreiber  
26. und 27. Oktober 2006 auf der BGA Joachim Hansen GbR**



Präsentiert von: Dipl.- Ing. Wolfgang H. Stachowitz

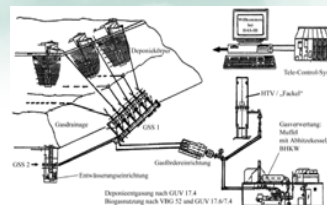
- \* **Mitglied im AK Sicherheit des Fachverband Biogas e.V.**
- \* **Sachverständiger nach § 29a BlmschG**
- \* **öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger bei der IHK zu Kiel für die Sachgebiete:  
Klär-, Deponie-, Bio - Gastechologie**

DAS – IB GmbH

LFG - & Biogas - Technology

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

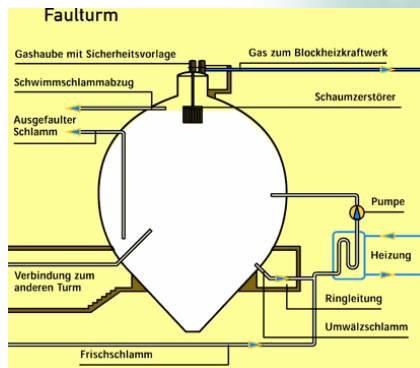
- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betriebspersonal
- Sachverständigentätigkeit



Flintbeker Str. 55  
D 24113 Kiel  
Tel. und Fax # 49 / 431 /  
683814  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)  
Email: [info@das-ib.de](mailto:info@das-ib.de)

## Entstehung von Biogasen

.... alle im Fermenter, Faulturm oder Deponiekörper durch 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

Stachowitz, Juni 2006



**BGAs ca. 190 MW el (2004)**  
**ca. 250 MWel (2005)**

**Geplant 2006 ca.  $\Sigma$  650 MW el**

Deponien ca. 220 MW el



MBA

## Zusammensetzung von Biogas

Das **Biogas** besteht aus:

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

**Kohlendioxid (30 bis 50 Vol %)**

**Schwefelwasserstoff (Spuren - 2 Vol %)**

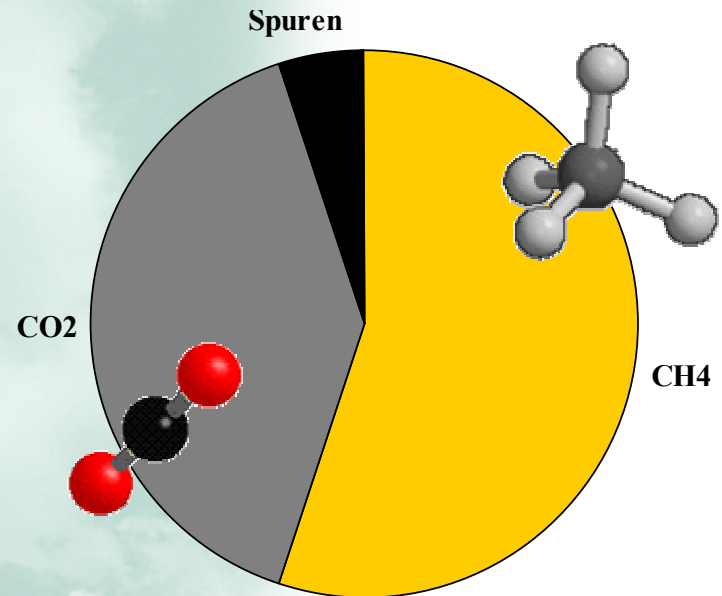
**Wasserstoff (< 1 Vol %)**

**Ammoniak (< 2 Vol %)**

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

u.a.

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



Beispielhafte Zusammensetzung von Biogas

## Fermenter < - > Wiederkäuer

„Fütterungsfehler“ alles findet sich in Ihrem Gas wieder

**Der Fermenter ist so empfindlich wie der Verdauungstrakt von Wiederkäuern**



### Hemmstoffe / Gifte:

- Antibiotika
- Desinfektions – und Lösungsmittel
- Herbizide
- Salze
- Schwermetalle

### Wechselwirkungen !!

#### Auswahl:

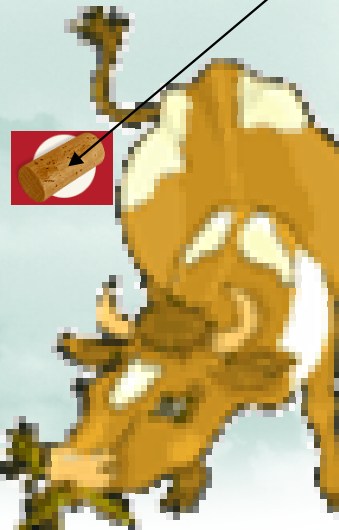
- Natrium ab 6 g / l
- Kalium ab 3 g / l
- Calcium ab 2,8 / l als  $\text{CaCl}_2$
- Magnesium ab 2,4 g / l als  $\text{MgCl}_2$
- Ammoniak ab 0,15g / l
- Schwefel ab 50 mg / l als  $\text{H}_2\text{S}$

Methan ??

Spurenelemente und  
Nährstoffe:

Eisen, Nickel, Kobalt, Selen,  
Molybdän, Wolfram ...

Proteine, Fett,  
Kohlenhydrate



## Entstehung / Phasen der Biogasentstehung

Komplexe Verbindungen des Ausgangsmaterials werden zu einfachen organischen Verbindungen

**Versäuerungsphase:**  
Die Zwischenprodukte werden durch säurebildende Bakterien zu niedrigen Fettsäuren

**Essigsäurebildung:**  
Die Vorläufersubstanzen werden durch Bakterien zu:

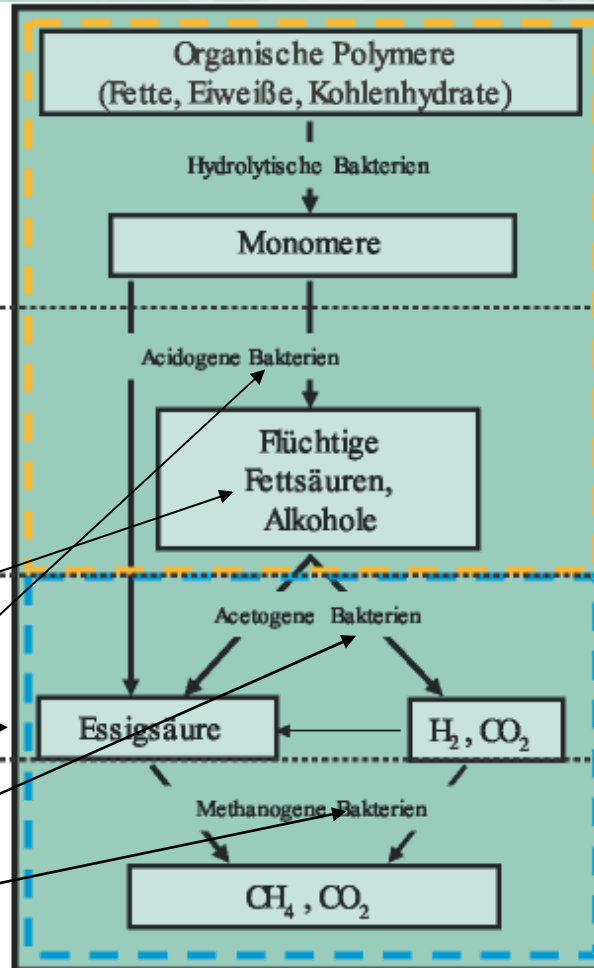
**Lebensgemeinschaften der Bakterien**

I. Hydrolyse

II. Acidogenese

III. Acetogenese

IV. Methanogenese



**Einstufiges Verfahren:**

**1 Behälter:**  
pH 4,5 – 6,2

**Zweistufiges Verfahren:**

**2. Behälter**  
pH 6,8 – 7,5



## Entstehung

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).

Das **Biogas** besteht dann aus **50 bis 70 % Methan** sowie **30 bis 50 % Kohlendioxid**, sowie Spuren von Schwefelwasserstoff (bis 20.000ppm), Wasserstoff (< 1 Vol %) und Ammoniak (< 2 Vol %) sowie Wasserdampf / Kondensat (< 2 – 7 Vol %).

Ca. **50 Vol % CH<sub>4</sub>** z.B. bei NawaRo Mais !



Je höher je wärmer:  
Thermophil

Juni 2006

## Schwefelwasserstoff

Siehe auch Vortrag Meßgeräte:

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

MAK 10ppm = 14 mg/m<sup>3</sup> = 1 / 1000 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



November 2005

## Schwefelwasserstoff

Vorgruben - Gassystem

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

MAK 10ppm = 14 mg/m<sup>3</sup> = 1 / 1000 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
- 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.





## Schwefelwasserstoff

### Vorgrube

#### Sicherung der Vorgrube - Vorschläge:

- Geschlossene Anlieferung
- Feste Anschlüsse bei der Befüllung
- Betrieb im Unterdruck / **wirksame** und **ausreichende** Entlüftung
- Mobile Personenschutzmeßgeräte ( 4 – Kanal siehe Vortrag Meßgeräte)
- Fluchttreter (siehe Vortrag Meßgeräte)



#### Kontrolle der Annahmestoffe : Eiweiße

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



## Inhaltsstoffe

---

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

**Methan** (CH<sub>4</sub>) 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.

**Kohlendioxid** (CO<sub>2</sub>) ist ein geruchloses, farbloses, nicht brennbares Gas. Es ist etwa 1,5 mal schwerer als trockene Luft. Eine CO<sub>2</sub>-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.

Zu den **weiteren Inhaltsstoffen** ist zu sagen, dass zwar bereits über 100 Komponenten nachgewiesen wurden, sie in ihrer Gesamtheit jedoch weniger als einem 1%-Anteil entsprechen, bezogen auf das trockene Deponiegas.

## Toxikologie und Wirkungen auf die Umwelt

### 🕒 Physiologische Schädwirkung

Unter den physiologischen Schädwirkungen sind insgesamt Vergiftungseffekte (**toxisch = auf einer Vergiftung beruhend**) durch bestimmte Gasinhaltsstoffe (Kohlendioxid (**CO<sub>2</sub>**), geruchlos, > 10 % in Luft tödlich; Schwefelwasserstoff (**H<sub>2</sub>S**), stark riechend „faule Eier“ bis < 0,18 % in Luft, darüber geruchlos und tödlich; Kohlenmonoxid (**CO**), schwach riechend < 0,5 % < in Luft tödlich bzw. Erstickungserscheinungen (**Sauerstoffgehalt** < 14 %, Warnwert ca. 19 %) bei Mensch, Tier und Pflanze zu verstehen. Hierunter zählen: Erstickungsgefahr durch Luftverdrängung in Gebäudekellern, Schächten oder z.B. in Randbereichen von Grubendeponien bei Inversionswetterlagen. Physiologische Schädwirkungen bringen eine unmittelbare Gefährdung menschlichen Lebens mit sich.

## Toxikologie und Wirkungen auf die Umwelt

### ⌚ **Physikalische Schadwirkung**

Unter der physikalischen Schadwirkung mit oder ohne Druckwirkung oder Brandfolge versteht man die Auswirkungen auf Menschen und Gegenstände, die eintreten, wenn ein **explosionsfähiges Methan-Luftgemisch** gezündet wird.

### ⌚ **Geruchsbelästigung**

Geruchsemissionen sind im Allgemeinen die Hauptschadwirkungen, die von einer Deponie ausgehen und sofort wahrgenommen werden können. Insbesondere die geruchsintensiven Deponiegaskomponenten wirken sich oft bereits in geringsten Konzentrationen belästigend auf das Wohlbefinden von Anwohnern aus. Deponiegas besitzt eine so genannte Geruchsstoffkonzentration von 1.000.000 GE/m<sup>3</sup>. Dies bedeutet, dass Deponiegas erst dann nicht mehr gerochen werden kann, wenn es um den Faktor 1.000.000 verdünnt wurde.



## Probleme bei BGAs: Fermenter Betrieb und Sicherheitstechnik

---

### 🕒 **Betrieb BGAs**

#### •Schichtbildung im Fermenter im Einzelnen:

- .1 Schwimmschichten - > Durchmischung Gärmaterial (Größe, Viskosität etc.)  
**gerichtete Strömungen und Turbulenzen MIXEN / RÜHREN**
- .2 Sinkschichten / Sedimente - > Durchmischung Gärmaterial (Füllhöhe, Umwälzungen etc.) **Aufenthaltszeit, Austrag**
- .3 Schaumbildung „Proteinschaum“ - > Fette, Proteine, schleimige Substanzen, starke Entgasung  
(Frisch- und Gärsubstanz) **Oberflächenspannung verringern ! Entschäumer (Zusatzstoff z.B. w od. k Wasser / Rapsöl (?))**  
**Input: Substrate**  
**Dosierung / Bedüsung) Chemie ? (Silikon – Öle <- > BHKW - Verbrennung)**

## Kondensatschächte



Stachowitz, März 2006

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 Anschlagen 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 < 10 ml / m<sup>3</sup> (MAK) - > tragbares ex und kontinuierlich messendes Mehrfachgaswarngerät

Frei tragbares Atemschutzgerät und Ex - Handleuchte

2. Person immer oben !

## BGA und Schächte

### Schächte, Stollen und unterirdische Bauwerke

#### Tödlicher Unfall in einer Biogasanlage

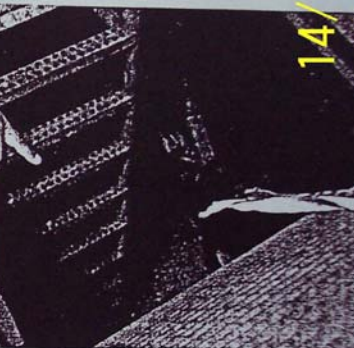
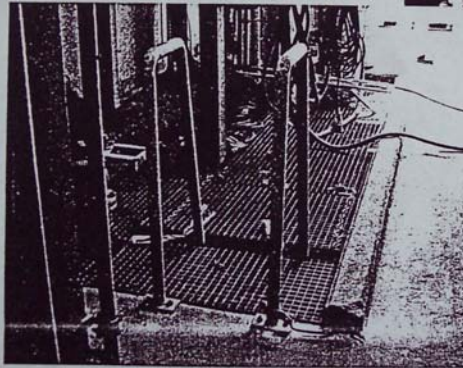
In der Anlieferungshalle einer Biogasanlage, wo auch der Bunker ( $V \approx 50 \text{ m}^3$ ) ist, befindet sich ein – teilweise mit Gitterrosten abgedeckter – Pumpenkeller ( $L \times B \times T = 4 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$ ). In diesem Kellerraum befindet sich ein Pumpenschacht ( $L \times B \times T = 1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$ ), der mit dem Sielsystem der Aufbereitungshalle verbunden ist und von den Reinigungswässern aus der Halle und den Sickerwässern aus dem Bunker – ohne Siphon – gespeist wird.

Die Abluft des Pumpensumpfes wird zusammen mit der Abluft aus der Aufbereitungshalle abgesaugt und über Biofilter behandelt. Die Absaugung im Kellerraum erfolgt über dem Pumpensumpf in einer Höhe von ca. 16 cm über dem Kellerboden.

Ohne die Atmosphäre gemessen zu haben, betrat im Frühsommer ein Mitarbeiter den Pumpenkeller, wo er ohnmächtig wurde. Er konnte noch geborgen werden, verstarb jedoch später im Krankenhaus. Bei in Betrieb befindlicher Absaugung wurden nachträglich im Pumpenkeller an mehreren Tagen Raumluftmessungen durchgeführt. Diese ergaben im Bodenbereich einen sehr

stark reduzierten Sauerstoffgehalt. So betrug in 30 cm Höhe über der Kellersohle der  $\text{O}_2$ -Gehalt 9 – 14 Vol.-%, während in 1,5 m Höhe > 20 Vol.-%  $\text{O}_2$  gemessen wurde. Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt in 30 cm Höhe lag bei > 40 Vol.-%, zusätzlich wurden noch  $\text{CH}_4$  und  $\text{H}_2\text{S}$  im Bereich von 3 – 4 Vol.-% festgestellt. Mit einem lüftungstechnischen Gutachten wurde die

sel für den Pumpensumpf gewährleistet war. Die Nachermittlungen ergaben sogar einen 7,5-fachen Luftwechsel pro Stunde. Die gewählte Luftwechselzahl genügte nicht den Erfordernissen, weil durch Ferrotungsprozesse in der Halle ebenfalls Biogase entstanden, deren  $\text{CO}_2$ -Anteile über



Bodenöffnungen in darunter liegende Räume gelangten.

#### Schlussfolgerungen:

Vor dem Begehen von Gruben, Schächten oder Kellerräumen in gasgefährdeten Bereichen – und hierzu muss ein Pumpenkeller im Anlieferungsbereich einer Biogasanlage gezählt werden – ist eine Messung der Atmosphäre zwingend erforderlich.

Ex - Schutz  
Explosionsschutzmaßnahmen  
(elektrostatische Aufladungen)

und

Personenschutz:  
u.a. Messgeräte

Schriftliche  
Betriebsanweisung zur Begehung !!  
/ Schulung

Auf. Darstellung als  
Vorlage unter 5.4 in der GUV –  
R 127

Begehung s. Vortrag  
Meßgeräte ..

Nov 2005



## Was wird zum Einstieg benötigt ?

**Einstiegshilfe**  
(z.B. Dreibock)  
ca. 2,0 k € mit  
Doppelwinde



ggfs. „Bootsmann – Sitz“  
wg. Einschnürung

**Gaswarngerät**

(CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>)

Muliwarn II ca. 2, 8 - 3,0 k € incl.

Prüfgasset



umluftunabhängiger  
**Atemschutz**

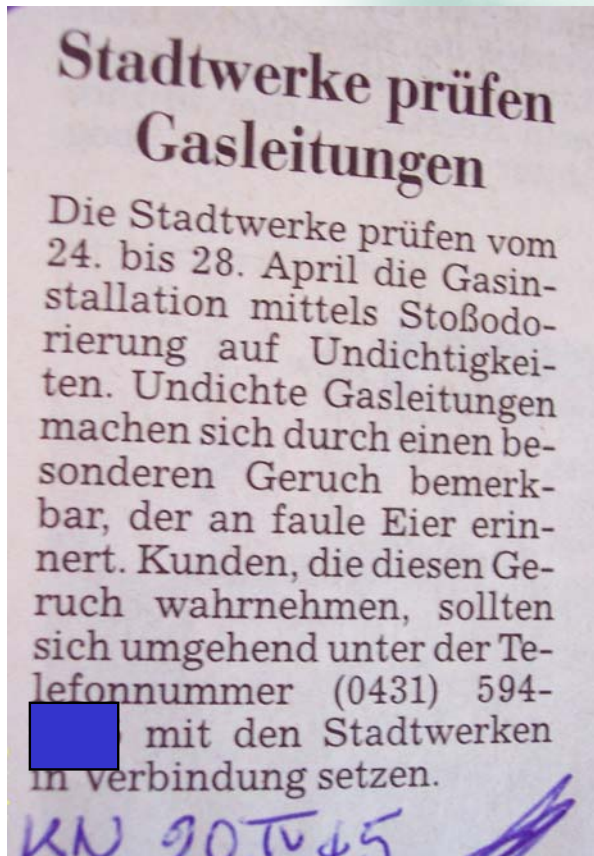
(OXY K 30 S) ca. 0,75 k €





## DVGW

### DVGW – Arbeitsblatt G 469 Druckprüfverfahren für Leitungen und Anlagen der Gasversorgung (Juli 1987) A3 und A4 (Betriebsgas)



Juni 2005

## DVGW – Dichtigkeitsprüfungen zur Vermeidung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre

Dichtheitsprüfungen (z.B. gem. DVGW G 469 A4: Sichtverfahren mit Betriebsdruck und schaubildenden Mittel



**Biogastechnik: Gefahrenquellen**



**Regelmäßige Abluftmessungen wg. Gasdichtigkeit ! Zwischendach**



**Gasdicht ? Zone ?**



DAS – IB GmbH, LFG - & Biogas – Technology, [www.das-ib.de](http://www.das-ib.de) , Tel. + Fax 0431 / 683814

## Biogastechnik – Auslegung „Wassertasse“ -> Über- und Unterdrucksicherung



### **Hinweis:**

I) IdR beziehen sich die Auslegungen der Wassertassen auf das Füllmedium Wasser.

Und nicht z.B. auf ein Füllmedium Ethylenglykol (Frostschutz).

Die höhere Dichte von Ethylenglykol (1,11) verschiebt den Ansprechdruck um 11 %.

II) Ferner wird oft die Kondensation von Wasser aus der Luft vergessen



## 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**

## Zündquellen

### Vorhandensein von wirksamen Zündquellen:

- **Heiße Oberflächen** - > T4, Methan > 500 °C siehe Folie 15
- **Flammen und heiße Gase** (Form, Struktur, Verweilzeit)
- **Mechanisch erzeugte Funken** - > Reiben, Schlagen, Abtragen
- **Elektrische Anlagen** - > Funken (Schaltvorgänge, Wackelkontakt, Ausgleichströme), heiße Oberflächen (Bauteil)
- **Elektrische Ausgleichströme**, kathodischer Korrosionsschutz
  - > Streu-, Rückströme (Schweißanlagen)
  - > Körper- oder Erdschluß
  - > magnetische Induktion (> I, HF)
  - > Blitzschlag
- **Statische Elektrizität**
  - > Entladung von aufgeladenen, isoliert angeordneten leitfähigen Teilen
  - > **aufgeladenen Teilen aus nichtleitfähigen Stoffen (Kunststoffe)** – Büschelentladungen, Trennvorgängen

## Zündquellen

### Vorhandensein von wirksamen Zündquellen:

- **Blitzschlag** - > **direkt und indirekt (Induktion)**
- **Elektromagnetische Wellen 10.000 Hz – 3. 000. 000. 000. 000 Hz (HF)**  
- > **Funksender, Schweißmaschinen**
- **Elektromagnetische Wellen 300. 000. 000. 000 Hz**  
- **3. 000. 000. 000. 000. 000 Hz**  
- > **Fokussierung, starke Laserstrahlung**
- **Ionisierende Strahlung** - > **Röntgen, radioaktive Strahlung**
- **Ultraschall**
- **Adiabatische Kompression und Stoßwellen**
- **Exotherme Reaktion, einschließlich Selbstentzündung von Stäuben**

### Elf Fußballer von Blitz getroffen

Regensburg – Elf Amateur-Fußballer mussten am Sonntag in Regensburg nach einem Blitzeinschlag ins Krankenhaus eingeliefert werden. Die Spieler wurden nach Angaben der örtlichen Behörden von einem Gewitter überrascht. Ein 17-Jähriger erlitt nach offiziellen Angaben schwere Verbrennungen, schwebt aber nicht Lebensgefahr. Die anderen zehn Männer im Alter zwischen 18 und 44 Jahren kamen mit kleineren Blessuren davon. sid

## RANGFOLGE

für die Regelungen zur Arbeitssicherheit  
und Gesundheitsschutz

---

**Richtlinien der Europäischen Union**, die der Staat in nationales Recht umzusetzen hat,

**Gesetze und Verordnungen** des Staates

**Unfallverhütungsvorschriften und Normen**

DIN – Normen und ähnliche  
Regelwerke werden in ihrer  
Bedeutung nicht selten  
überschätzt.

Inhaltliche Widersprüche ?? / Reihenfolge

z. B. HDPE el in einer GUV ...

oder

Flammendurchschlagsicherungen in einer EN



## ArbSchG - Gefährdungsbeurteilung

---

**Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln,**

**Welche **Maßnahmen des Arbeitsschutz** erforderlich sind.**

**§ 5 Abs. 1 Arbeitsschutzgesetz**

**dito auch Gefahrstoffverordnung**

## Sensibilisierung für Schutz / Gefahrenanalyse

Anfahrerschutz



Pro-forma-Sicherung der Rohrbrücke

## Neues EG – Konzept

### **99/92/EG (ATEX 137) BetrSichV Arbeitgeber**

**Anhebung des Sicherheitsniveau  
und Gesundheitsschutz - >  
Vorschriften für den Betrieb**

**Nutznießler: Arbeiter  
Gebrauch von Produkten /  
Ausrüstungen am Arbeitsplatz**

### **Mindestanforderungen**

**Die Mitgliedstaaten dürfen  
weitergehende Festlegungen zu  
dieser Richtlinie treffen, sofern diese  
der Richtlinie nicht widersprechen**

### **94/9/EG (ATEX 95) 11.GPSGV „ExVO“ Hersteller**

**Gestaltung / Herstellung sicherer  
Produkte + Abbau technischer  
Handelshemmnisse**

**Nutznießler: Lebewesen  
Gestaltung, Konstruktion / Herstellung,  
in Verkehr bringen und IBN von  
Produkten / Ausrüstungen**

### **Grundlegende Anforderungen / Technische Festlegungen**

**Die Mitgliedstaaten dürfen  
widersprechende nationale Gesetze und  
weitere Festlegungen weder erlassen  
noch beibehalten**



## Anforderungen an Hersteller und Betreiber

### 99/92/EG (ATEX 137) BetrSichV

#### Arbeitgeber / BETREIBER

Festlegung der Zoneneinteilung

Auswahl geeigneter Betriebsmittel

Zone 0 / 20 ←

Zone 1 / 21 ←

Zone 2 / 22 ←

Einhaltung der Installationsvorschriften

Durchführung einer  
Gefährdungsanalyse ←

Erstellung eines  
Explosionsschutzdokument

Regelmäßige Aktualisierung

### 94/9/EG (ATEX 95) 11.GPSGV „ExVO“

#### HERSTELLER

Definition des Einsatzbereiches

Zuordnung zu einer Kategorie

Kategorie 1

Kategorie 2

Kategorie 3

Einhaltung der relevanten Normen

← Durchführung einer Zündquellenanalyse

Ausstellung der  
Konformitätsbescheinigung

Sicherung der Ausführung z.B. QM





## **ATEX 137 (99/92/EG)**

### **ATEX 137 / BetrSichV richtet sich an Betreiber**

**Sicherheitsanforderungen umsetzen wie z.B.:**

**Vermeiden von Ex – Gemischen, Zündquellen, ... und falls nicht möglich ...**

**Auswirkungen von Explosionen eingrenzen**

**Darüber hinaus muss der Betreiber eine Zoneneinteilung für seinen Betrieb anfertigen. - > Explosionsschutzdokument erstellen** bis 31.XII.2005 nach § 27(1)

**Dazu muss er:**

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

**Ab 1. Juli 2003 verbindlich und Übergangsfrist bis 30. Juni 2006 für Anlagen in Benutzung**

## Anforderungen an Hersteller und Betreiber

### 99/92/EG (ATEX 137) BetrSichV

#### Arbeitgeber / BETREIBER

Festlegung der Zoneneinteilung

Auswahl geeigneter Betriebsmittel

Zone 1 / 21 ←

Zone 2 / 22 ←

### 94/9/EG (ATEX 95) 11.GPSGV „ExVO“

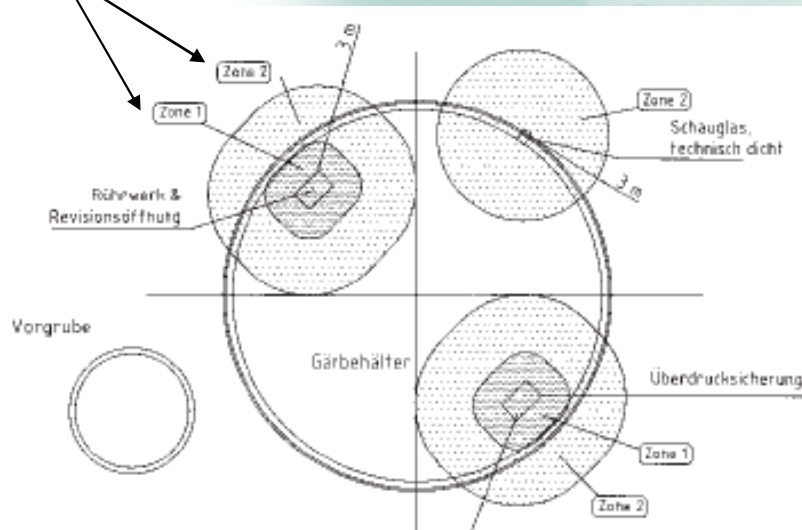
#### HERSTELLER

Definition des Einsatzbereiches

Zuordnung zu einer Kategorie

Kategorie 2

Kategorie 3



**Welche  
Konformitätsbescheinigungen  
haben Sie als Betreiber?**

**Welche  
Konformitätsbescheinigungen  
erstellen Sie als Hersteller z.B.  
Foliendach, Schauglas,  
Überdrucksicherung ...**

## Anforderungen an Hersteller und Betreiber

### 99/92/EG (ATEX 137) BetrSichV

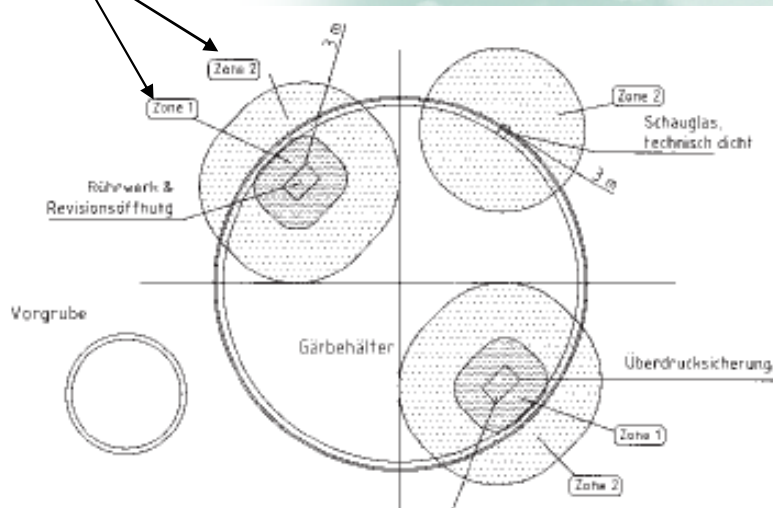
#### Arbeitgeber / BETREIBER

Festlegung der Zoneneinteilung

Auswahl geeigneter Betriebsmittel

Zone 1

Zone 2



Konkret:

40 – 50 m<sup>3</sup>/h Abblasen ergaben  
in 20 – 30 cm H<sub>2</sub>S Gefahr  
und

ca. 1 m 100 % UEG Methan und höher



Stachowitz, Sept. 2006

## Explosionsschutzdokument

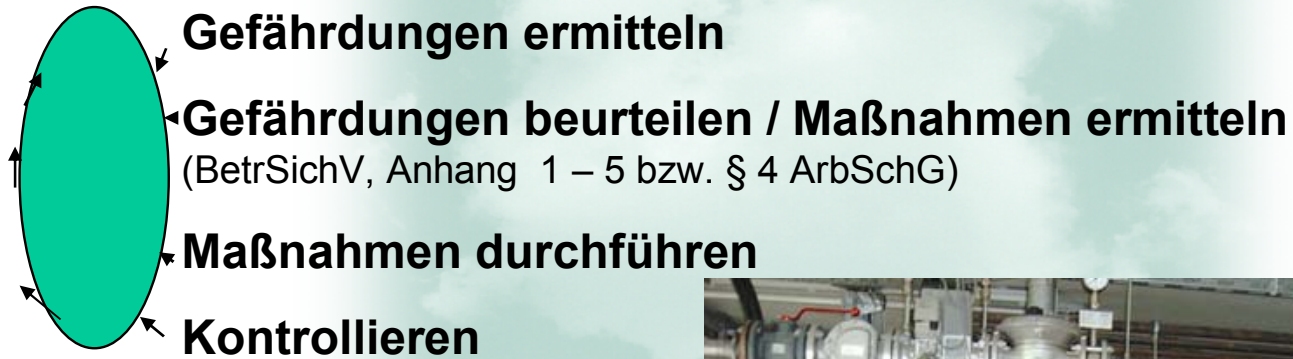
---

### Grundsatzanforderungen:

- a) **Erkennen von Gefährdungen**
- b) Ex – Gefährdung ermitteln und bewerten von Ex - Atmosphäre
- c) Bereiche (Zonen) ermitteln, in denen eine Explosionsgefährdung auftreten kann
- d) **Ermitteln, ob Zündquellen vorhanden sind !!**
- e) Mit welchen Maßnahmen eine Gefährdung vermieden bzw. begegnet werden kann, ggfs. Auswirkungen einer Explosion abschätzen („Schnapsglas“)
- f) Bewerten des Risiko und Maßnahmen zur Verringerung des Risiko
- g) Kriterien für die Arbeitsmittel (Ex – Bereiche / Zonen) festlegen
- h) Organisatorische Maßnahmen beschreiben: Normalbetrieb, Wartung, Störungen, ggfs. An- und Abfahrvorgänge etc. getrennt



## Gefährdungsbeurteilung als ständiger Kreislauf



## Sensibilisierung

## Explosion in einer GVS



**Druckseitige  
Entwässerung /  
Kondensatablaß**

## Sensibilisierung

## Explosion in einer GVS





## Sensibilisierung

## Explosion in einer GVS



Was fehlt ??





## Sensibilisierung

## Schutz / Gefahrenanalyse



## Sensibilisierung

## Schutz / Gefahrenanalyse



**Lüftungsbaufehler !**

## MBA Havarie - Göttingen

Luftbild von der web-Seite des Kreisfeuerwehrverband  
Göttingen, MBA Südniedersachsen des as-nds  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)





## BGA Brandschaden NS – „Vergrößerung“ von Gasmotoren – Anpassungen der Peripherie ?



Höhe zur  
Decke?  
Isolierung?

Abgas-  
temperaturen,  
Abgasmengen





**Was sind:**

**überwachungsbedürftige Anlagen**

## **Überwachungsbedürftige Anlagen**

Überwachungsbedürftige Anlagen sind Anlagen, die wegen ihres erhöhten Gefährdungspotentials einer besonderen Überwachung bedürfen. Sie sind im Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSGV) und der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) definiert.

Dazu gehören:

- \* Druckgeräte (Dampfkessel, einfache Druckbehälter, Rohrleitungen unter innerem Überdruck), RL 97/23/EG und 87/404/EWG
  - \* Aufzugsanlagen, RL 95/16/EG und RL98/37/EG
- \* Anlagen zum Abfüllen von verdichteten, verflüssigten oder unter Druck gelösten Gasen (Gas- Tankstellen),
- \* Anlagen (Geräte und Schutzsysteme) in **Explosionsgefährdeten Bereichen**, RL 94/9/EG
- \* Anlagen zur Lagerung und Abfüllung von entzündlichen Flüssigkeiten.

**BGAs sind keine „Überwachungsbedürftige Anlagen, können aber Anlagenteile enthalten, die „Überwachungsbedürftig“ sind**

## Personenschutz, Anlage zum Explosionsschutzdokument

---

**Personen Schutz:** (siehe auch Vortrag: Grundlagen der 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 %,

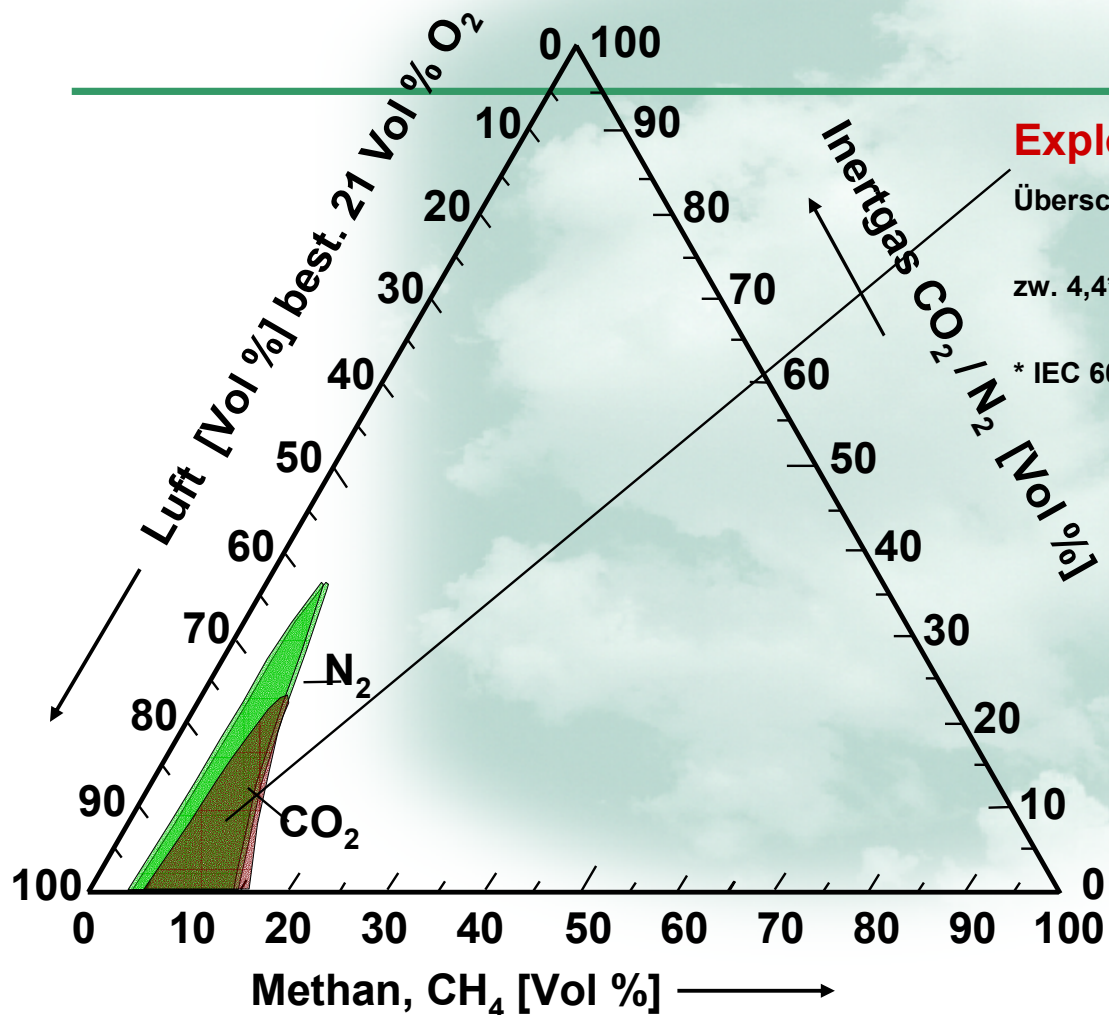
**Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>):** MAK 5000ppm = 9.100 mg/m<sup>3</sup> = 0,5 Vol %) geruchlos; ab 1 Vol % erste Beeinträchtigungen und Schädigungen

**Methan (CH<sub>4</sub>):** 100 % UEG, Ex = 4,4 Vol %; Grenzwert: 20 % UEG = 0,9 Vol %

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

Siehe: TRGS 900 wg. „alten“ MAK - Werten

**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



**Explosionsbereich:**

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

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

## Definition der Zoneneinteilung

---

### Zone 0

ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

### Zone 1

ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

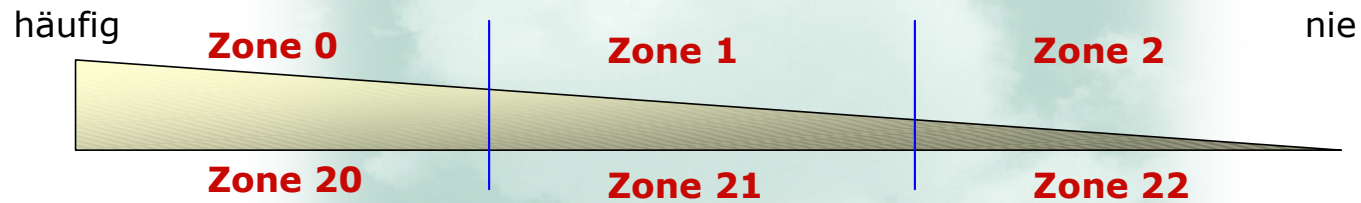
### Zone 2

ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.



## Ex - Zonen

**Die Wahrscheinlichkeit und Dauer des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre**



# Explosion

## Primärer Explosionsschutz:

Durch  
Vermeidung der Bildung  
explosionsgefährlicher  
Atmosphäre

z.B.:

Gasanlage betriebsmäßig  
optimieren und überwachen,  
Inertisieren,  
Konzentrationsbegrenzung  
unterhalb der unteren  
Explosionsgrenze



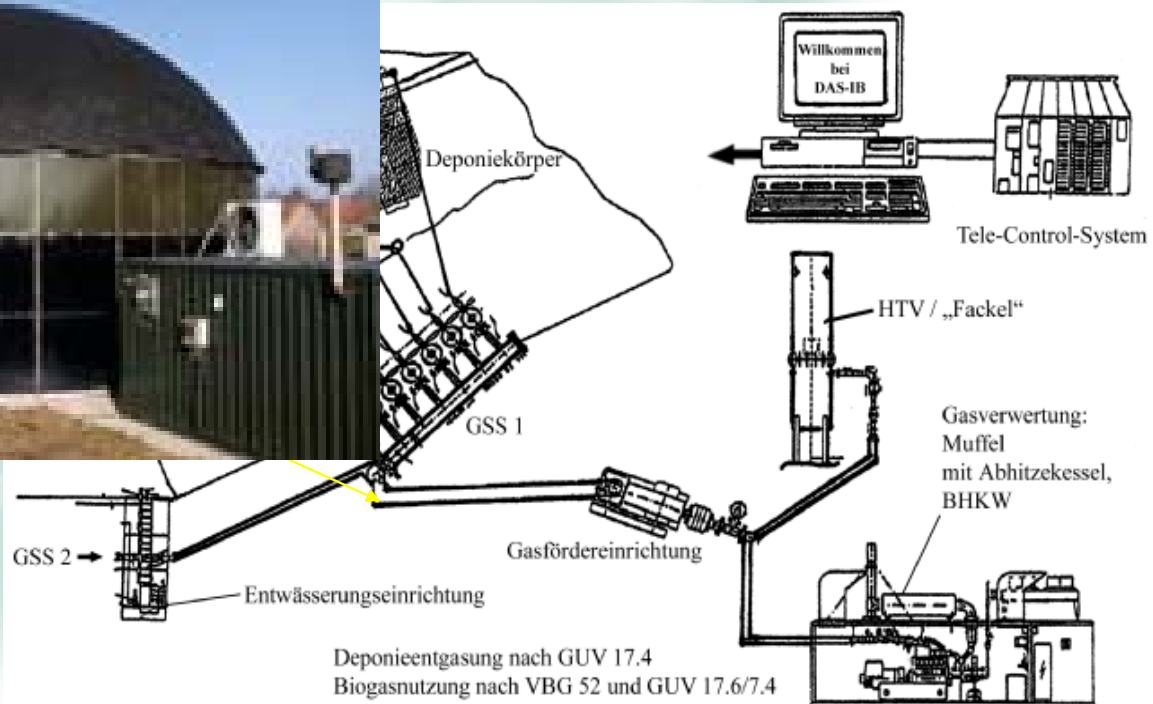
## Sekundärer Explosionsschutz

Durch  
Vermeidung der Zündung  
explosionsgefährlicher  
Atmosphäre  
Zündquellen - > nächste Folie

## Tertiärer Explosionsschutz

Durch  
Vermeidung / Verminderung der  
Auswirkung  
z.B. Druck(stoß)festes Material

**Anlagentechnik Biogas zur möglichen EX - Zoneneinteilung**



**Betriebsbereiche: BGAs : 0,1 bar / Druckgeräte – VO: 0,5 bar**

Juni 2006

94/9/EG

## Kennzeichnung von Betriebsmitteln nach Anhang II 1.0.5

Name / Anschrift  
des Herstellers

CE Serien - Nr.: Typ Bj.

**EEx 2 G d IIA T4**

Temperaturklasse  
hier: **T4**

max.  
Oberflächentemperatur  
< 135 °C

**E** nach europ. Recht

**Ex**  
Explosionsschutz

Zündschutzart:

hier: **d** druckfeste  
Kapselung

Explosionsgruppe  
hier: **IIA** z.B. CH<sub>4</sub>

Kategorie:

M1 / M2 / 1 / **2** / 3

siehe Folie 19,  
hier: für Zone 1

Atmosphäre:

**G**: Gas-, Dampf-, Nebel-, Luft –  
Gemische

**D**: Staub

Literaturwert

Bei „d“, „i“ oder „q“

ggf „x“ -> siehe  
Betriebsanweisung



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 – tragbare netzunabhängige Leuchte

Atemschutzgerät

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



## Brandgefahr?, Explosionsgefahr?



- 10 -



### 3.6 Versuch benzingetränkter Lappen

Nach ca. 2 Minuten des kontrollierten Abbrandes des entweichenden Biogases wurde ein brennender benzingetränkter Lappen auf den Foliengasspeicher geworfen. Die EPDM Folie fing sofort Feuer und brannte nach ca. zehn Sekunden durch.



Bild 10 + 11: 6. Brandversuch ein brennender benzingetränkter Lappen wird auf den Foliengasspeicher geworfen

## „Absprachen, Begehung mit der zuständigen Feuerwehr“

### 3.1 Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes

Für die Sicherstellung der Befahrbarkeit und Erreichbarkeit aller brennbaren Teile der BGA sind:



- der tragfähige Unterbau
- ausreichende Kurvenradien
- Feuerwehrstellflächen
- Löschwassersysteme
- Löschwasserversorgung
- Handfeuerlöcher
- Feuermeldeeinrichtungen



und **ggfs. weitere Maßnahmen mit der zuständigen Feuerwehr** abzustimmen.

### 3.2 Maßnahmen des organisatorischen Brandschutzes

Für die **BGA sollte eine Brandschutzordnung und ein Brandschutzplan** aufgestellt und abgestimmt werden.

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.

## Risiken von Biogasanlagen: H<sub>2</sub>S und Gruben



Substrateintrag (flüssig) in den Fermenter



Substrateintrag (fest) in den Fermenter

Stachowitz, Sep. 2006






Ausblaseeinrichtung am Fermenter



Was sind:

„Sachverständige“

Nicht geschützt, jeder darf außer ...

Adresse  <http://www.luis-bb.de/resymesa/ModulSVDetails.aspx?M=5&SV=220&P=3>   Wechseln zu

ReSyMeSa - Recherchesystem Messstellen und Sachverständige

- [Start ReSyMeSa](#)
- [Start Modul Immissionsschutz Sachverständige](#)

Übersicht

- [Alle Bundesländer](#)

Recherche

- [nach Bundesland](#)
- [nach Namen](#)
- [nach Kriterien](#)

Zusatzangaben

- [Infos & Links](#)

Hilfe

- [Online-Hilfe](#)

## MODUL IMMISSIONSSCHUTZ

Bekannt gegebene Sachverständige



Bitte beachten Sie die weiteren Details --

| Stammdaten |   |                 |  |
|------------|---|-----------------|--|
| Anrede     | <input type="text" value="Herr"/>                 | Nummer          | <input type="text" value="ISA207"/>                      |
| Titel      | <input type="text" value="Dipl.-Ing."/>           | Firma           | <input type="text" value="DAS-IB GmbH, DeponieAnlagen"/> |
| Vorname    | <input type="text" value="Wolfgang"/>             | Erstbekanntgabe | <input type="text" value="Mecklenburg-Vorpommern"/>      |
| Nachname   | <input type="text" value="Stachowitz"/>           | Geschäftssitz   | <input type="text" value="Schleswig-Holstein"/>          |
| Straße     | <input type="text" value="Flintbeckerstraße 55"/> |                 |  |
| PLZ        | <input type="text" value="24113"/>                | Ort             | <input type="text" value="Kiel"/>                        |
| PPZ        | <input type="text"/>                              | PF              | <input type="text"/>                                     |
|            |   | Telefon         | <input type="text" value="0431/683814"/>                 |
|            |   | Fax             | <input type="text" value="0431/683814"/>                 |
|            |   | eMail           | <input type="text" value="info@das-ib.de"/>              |




| Bundesland                          | Fachgebiete                             | Befristung                              | Zusatz  |  |
|-------------------------------------|---|---|---|--|
| BW <input type="radio"/>            | NI <input type="radio"/>                | <input type="text" value="28.02.2011"/> | Bek. erfolgte nach LAI-RL. von 1995, bei einigen EC |  |
| BY <input type="radio"/>            | NW <input type="radio"/>                |   |   |  |
| BE <input type="radio"/>            | RP <input type="radio"/>                |   |   |  |
| BB <input checked="" type="radio"/> | SL <input type="radio"/>                |   |   |  |
| HB <input type="radio"/>            | SN <input type="radio"/>                |   |   |  |
| HH <input type="radio"/>            | ST <input type="radio"/>                |   |   |  |
|                                     | 1 <input type="checkbox"/>              | 6 <input type="checkbox"/>              | 12 <input type="checkbox"/>                         | 15.1 <input type="checkbox"/>            |
|                                     | 2 <input checked="" type="checkbox"/>   | 6.1 <input type="checkbox"/>            | 12.1 <input type="checkbox"/>                       | 15.2 <input type="checkbox"/>            |
|                                     | 2.1 <input checked="" type="checkbox"/> | 6.2 <input type="checkbox"/>            | 12.2 <input type="checkbox"/>                       | 16 <input checked="" type="checkbox"/>   |
|                                     | 2.2 <input checked="" type="checkbox"/> | 7/8 <input checked="" type="checkbox"/> | 12.3 <input type="checkbox"/>                       | 16.1 <input checked="" type="checkbox"/> |
|                                     | 3 <input checked="" type="checkbox"/>   | 9 <input checked="" type="checkbox"/>   | 13 <input type="checkbox"/>                         | 16.2 <input type="checkbox"/>            |
|                                     | 4 <input type="checkbox"/>              | 10 <input type="checkbox"/>             | 14 <input type="checkbox"/>                         | 17 <input checked="" type="checkbox"/>   |


Was sind:

Durchführung: DAS – IB GmbH, [www.das-ib.de](http://www.das-ib.de), [info@das-ib.de](mailto:info@das-ib.de)

„Sachverständige“

**Nicht geschützt, jeder darf außer ...**

Adresse  <http://svv.ihk.de/svmain.asp>   Wechse

 **IHK-Sachverständigenverzeichnis**

**Treffer**

Stichwort(e)    
 nur Tenor  oder  und

DI 7

**Liste (Standard)**  
[Liste \(Langform\)](#) | [Liste als E-Mail versenden](#)

1 [Stachowitz, Wolfgang D-24113 Kiel](#)  
Klär-, Deponie-, Bio-Gastechnologie  
bestellende Kammer: IHK Kiel (140)

# Noch Fragen?



Wissen ist, wenn man weiß, wo es steht:  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

## Gestaltungsspielräume

Die Freiheit nehme ich mir

Am Ende bleibt: **mehr Eigenverantwortung !!**

**und Gestaltungsmöglichkeiten für betriebliche Regelungen**

Hier (BetrSichV – Explosionsschutzdokument) die Zonen „festlegen“ und dann die Arbeitsmittel nach 94/9/EG

**für diese Zonen einsetzen !**  
„Nichts ist unmöglich“

+

„Entdecke die Möglichkeiten“



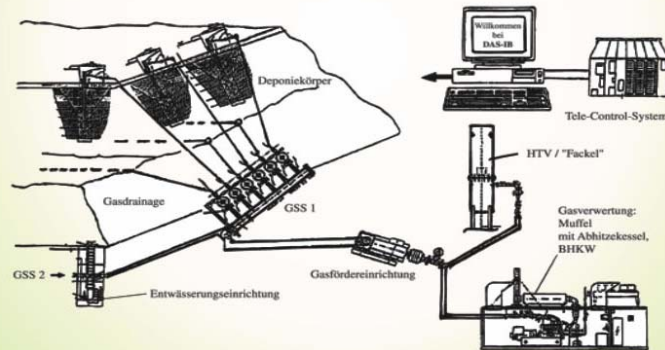
# DAS - IB GmbH

## DeponieAnlagenbauStachowitz

### LFG & Biogas- Technology

#### Biogas-, Klärgas- u. Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betreiberpersonal
- Sachverständigentätigkeit



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

Flintbeker Str.55  
D-24113 Kiel  
Tel. + Fax # 49 / 431 / 68 38 14

**Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit !**