

# **Erkenntnisse aus dem Brand – und Explosionsschutz in BGAs**

## **Regelwerke & Schadenbeispiel & Abwehrmaßnahmen**

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 2006) ist zu beachten

**Münchner Gefahrstofftage, 25. – 27. November 2009**

**Wolfgang H. Stachowitz**

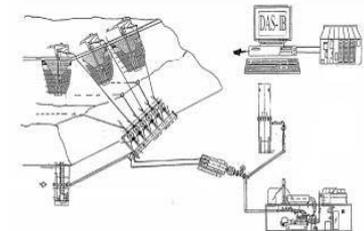
**DAS – IB GmbH, LFG- & Biogas - Technology, Kiel**

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



## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

### **Fehler in einem aktuellem Genehmigungsbescheid :**

Nach § 14 (Prüfung vor Inbetriebnahme) darf die Biogasanlage als überwachungsbedürftige Anlage erstmalig und nach einer wesentlichen Veränderung nur in Betrieb genommen werden, wenn die Anlage unter Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsweise durch eine zugelassene Überwachungsstelle auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft worden ist.

**Biogas,- Deponiegas u. Klärgasanlagen sind keine „Überwachungsbedürftige Anlagen“,**

**können aber aus Komponenten bestehen die „Überwachungsbedürftig“ sind z.B. „EX – Gaswarnanlage, Druckluftsystem, d.h. die Störfallverordnung greift nicht !  
Automatisch**

**d.h. auch keine automatischen Prüfungen durch ZÜSen !! – nur „Befähigte Personen“**

---

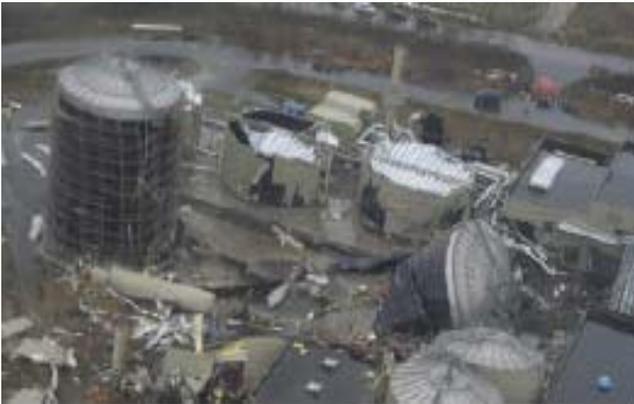
**Aber wie kann „man“ Biogasanlagen „sicherer“ bekommen?**

- a) Offener Umgang mit Havarien, Schäden etc und**
- b) Qualifizierten Anlagenbauern**
- c) Qualifizierten Anlagenbetreibern**
- d) Qualifizierte & regelmäßige Sicherheitsprüfungen der BGA  
**z.B. nach den Fachgebieten der § 29a BImSchG – Prüfungen**  
**(siehe später)****

# **Schäden ALT (bis IV 2008) & NEU**

# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

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



# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

**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

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**



**Was war nicht Ursache**

**Als Schadensursache konnten folgende Punkte ausgeschlossen werden:**

- \* Keine Veränderung der Fundamente der Fermenter**
- \* Keine verfahrenstechnischer Fehler**
  - Keine Explosion**

**(d.h. wahrscheinlich Behälterversagen)**

# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

**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

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

Photos von einem überfülltem Fermenter. Zu erkennen ist hier, daß der Tank bis über die Wassertasse beim Zentralrührwerk hinaus überfüllt und der Tank nicht zerstört wurde. Im Übergangsbereich von der Tankwand zur Dachmembran hat sich das Dachblech deformiert und der Druck konnte sich in der Verschraubung über eine "Sollbruchstelle" abbauen.



## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

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



# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

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

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

## Tagesablauf

- 08:15 h Registrierung der TeilnehmerInnen und ein kleiner Frühstücksimbiss
- 08:45 h Begrüßung, Vorstellung des Tagesablaufs  
Wolfgang H. Stachowitz, DAS - IB GmbH
- 09:00 h Erkenntnisse der KAS aus den Erfahrungsberichten der Sachverständigen nach § 29a BImSchG für Biogasanlagen  
Dr. Hans-Peter Ziegenfuß, KAS / RP Darmstadt
- 09:30 h Bauausführungen und Sicherheitsregeln für Biogasanlagen aus Sicht des Fachverbands Biogas e.V.  
Andrea Patten, Fachverband Biogas e.V.
- 10:00 h Darf „jeder“ Biogasanlagen - ohne Kontrollen / Standards - bauen und betreiben?  
Die fehlende Umsetzung von Sicherheitsstandards und die Folgen  
Wolfgang H. Stachowitz, DAS - IB GmbH
- 10:30 h Diskussion und im Anschluss:
- Kaffeepause mit Imbiss
- 11:00 h Auswertung von Schäden an Biogasanlagen: Explosionsereignisse und Unfallschäden durch Gase  
Reinhardt Lange, Ingenieurconsult
- 11:30 h Havarien und zufällig entdeckte Gefahren an Biogasanlagen durch Ausführungsmängel oder Betreiberfehler  
Anton Ruprecht Baumann, Biogasberater & Trouble Shooter
- 12:00 h Brände und Explosionen in Biogasanlagen  
Udo Dietrich, Sachverständigenbüro

12:30 h

## Mittagspause:

### Buffet im Tagungshotel

- 13:45 h Fehlerquellen und Schäden an Biogasanlagen sowie deren Ursachen im Betrieb und beim Bau  
Jan Naeve, DAS - IB GmbH
- 14:15 h Sicherheitstechnische Probleme beim Errichten und Betrieb von Biogasanlagen  
Frank Gutte, IBExU, Institut für Sicherheitstechnik GmbH
- 14:45 h Das Risiko von Biogasanlagen aus der Sicht eines technischen Versicherers  
Ludger Schepers, Gothaer Allgemeine Versicherung AG
- 15:15 h Diskussion und im Anschluss:

### Kaffeepause mit Imbiss

- 15:45 h Besonderheiten bei der Bemessung und Konstruktion von Stahlbehältern bei Biogasanlagen  
Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann, Leibniz Universität Hannover, Institut für Stahlbau
- 16:15 h Aktueller Stand der Sicherheitsregeln für Biogasanlagen 2008  
Wolfgang H. Stachowitz und weitere
- 16:45 h Podiumsdiskussion zu den Vorträgen, weiteren Schadensfällen und den v.g. Sicherheitsregeln  
ReferentInnen und TeilnehmerInnen
- ca.
- 17:30 h Ende der Veranstaltung -

### Ausgabe der Teilnehmerzertifikate

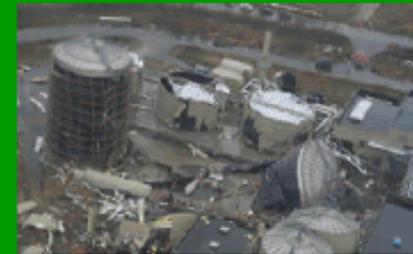
## Was kam danach .....

**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



# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

Risikoanalyse .. Restrisiko

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

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



## Freitag, der 13. auf der Deponie



Halbe Million Euro Schaden: Ein Schaufelbagger kracht gestern in die zentrale Stromversorgung. Hirtmann des. ▶ Seite 5

Deiderode. Gestern war Freitag, der 13. auf der Zentraldeponie... das Tankkreisel Göttingen. Ein stürzender Unfall legte nicht nur die komplette Stromversorgung des Deponiegeländes lahm, es wurde zugleich das Gebäude des Blockheizkraftwerkes, das die Deponiegas zu täglich 1000 Kilowatt Strom verarbeitet, zerstört. Ein Bagger war in das Gebäude gekracht. Nur mit Notstromaggregaten können die Anlagen und das Klärwerk weiter in Betrieb gehalten werden.



## Bagger kippt in Deponie-Gebäude

Eigentlich sollten nur ein paar Gräben ausgehoben werden. Doch der Fahrer, der den Schaufelbagger gestern gegen 8 Uhr auf dem Gelände der Zentraldeponie in Deiderode auf einen Tiefader-Hänger anliefern wollte, hatte am Freitag, den 13., kein Glück. Am Ende der abschüssigen Strecke am Fuß der Deponie kippte in einer schmalen Kurve der mit Ketten festgezurrte Bagger um, der Hänger überschlug sich, der Bagger zerlegte die zentrale Stromversorgung des Geländes und krachte dann in das Gebäude des Blockheizkraftwerkes, wo die Biomasse zu allem Überdahl noch das Hochspannungsnetz traf. Den stürzenden Funken in die Stromversorgung folgte Funkenstille. Nichts Gutes mehr. Mit Ausnahme der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung war die Deponie ohne Strom. Selbst, so Lokales-mitarbeiter Dirk Pöpel, sagen Notstromaggregate dafür, dass im nächsten für Deponiewasser weiterarbeiten können. Geborgen wurde der Bagger noch nicht. Ein Gutachter muss kommen. ck/CH



Quellen: Göttinger Tageblatt und LK Göttingen

# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz Risikoanalyse .. Restrisiko, Versicherung

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



Ein Dach von  
vielen ...



## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz



### Ursache:

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



Höhe zur Decke?  
Isolierung?

Abgas-  
temperaturen,  
Abgasmengen



Undichte  
Abgasleitung  
unten

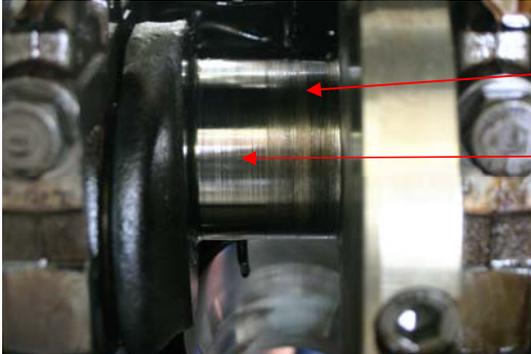
**Erkenntnisse aus dem Brand – und  
Exschutz Sensibilisierung;  
Rührwerksschaden / Materialschäden**

**Ursache:**

**\* Materialschwäche / Ablagerungen im Behälter**



## Erkenntnisse aus dem Brand- und Exschutz



Hupzapfen der Kurbelwelle zur Aufnahme der Pleuelstangen von Zylinder yx und Zylinder xy  
Die Aufnahme der Pleuelstange Zylinder yx ist in Folge des Lagerschadens sehr stark beschädigt. Die Oberfläche ist tief verrieft.  
Die Aufnahme der Pleuelstange Zylinder xy ist in Folge des Lagerschadens leicht beschädigt.

### Ursache:

- \* Falsches Motorenöl verwendet
- \* Keine Rohgasanalysen durchgeführt



Zylinderkopf Zylinder z  
An allen Zylinderköpfen konnten gelbfarbige Ablagerungen festgestellt werden

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

Nach unserer Recherche bei Sachverständigen, Versicherungsunternehmen etc. sind die **Hauptschäden** seit Sommer 2008 wie folgt gegliedert:

- \* statisches Versagen von Anlagenteilen z.B.: Behälter, Rührwerke, Holzbalkenkonstruktionen für Tragluftdächer
- \* Brände verursacht von z.B.: zu geringen Abständen von heißen Anlagenteilen, in der Regel Abgasleitungen zu Holzkonstruktionen, Abriß von Ölleitungen, undichten Abgasleitungen
- \* Unwetter – Tragluftdächer fliegen vom Fermenter oder zerreißen
- \* Gasundichtigkeiten von z.B. Abgasleitungen s.o. und „Bullaugen“ / Schaugläsern am Fermenter in Räumen (!)
- \* Falsche Montage und Überwachung von Armaturen und Betriebsmittel z.B. Wanddurchführungen von Substrat – und Gasleitungen sowie Ringraumdichtungen
- \* Motorschäden durch mangelnde oder falsche Wartung, z.B. fehlende Rohgas – und / oder Ölanalysen
- \* Sachbeschädigungen durch vorsätzliche Bedienfehler, z.B. Überfüllung von Fermentern
- \* Mangelhafte Ausführung von Schutzanstrichen, z.B. Ölfangwanne nach WHG, Gas- und Substraträumen in Fermentern
- \* fehlerhafte Elektro – Installationen, z.B. keine oder falsche Folgehandlungen
- \* Schäden und Beschädigungen von Dritten oder eigenes „unmotiviertes“ Personal

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

### **Mögliche Abhilfen:**

- \* statisches Versagen von Anlagenteilen z.B.:  
Ausführung von Fachfirmen: Statik, Bau und Tests durchführen lassen, Haftung von Prüfstatikern einführen, Bauüberwachung / Fremdüberwachung durchführen lassen
- \* Brände im Anschluß
- \* Unwetter – Restrisiko
- \* Gasundichtigkeiten z.B. Durchführung von Überwachungen, Wartungen, Inspektionen, Prüfungen (Sicht-, Detail, Nah – und Funktionsprüfungen) vergl. EN 60079 – 17 / DVGW G 469
- \* Falsche Montagen / Mangelhafte Ausführung Ausführung von Fachfirmen: Montagen und Tests durchführen lassen, Bauüberwachung / Fremdüberwachung durchführen
- \* Motorschäden durch mangelnde oder falsche Wartung, z.B. fehlende Rohgas – und / oder Ölanalysen
- \* Sachbeschädigungen z.B. Zugang verwehren / Restrisiko
- \* fehlerhafte Elektro – Installationen, z.B. keine Durchführung von Wartungen, Inspektionen, Prüfungen (Sicht-, Detail, Nah – und Funktionsprüfungen) vergl. EN 60079 – 17
- \* generelle Planung der Anlage in Anlehnung an die HOAI mit Regelungen zur Haftung und Ausführung von Fachfirmen mit Fachunternehmererklärungen etc.
- \* Regelmäßige Schulungen / Fortbildungen der Beteiligten / „lebendes“  
Explosionsschutzdokument

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

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

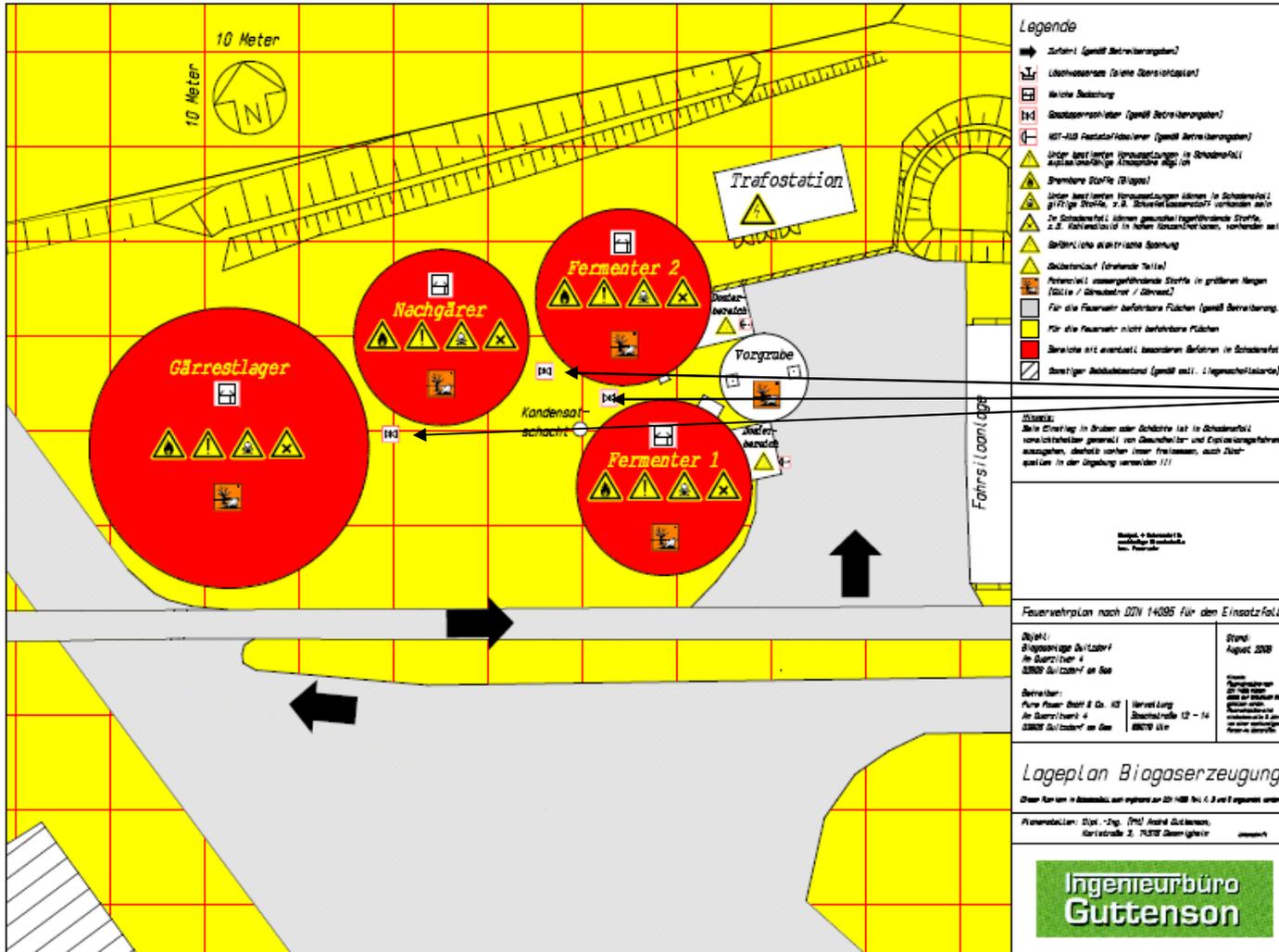
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

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



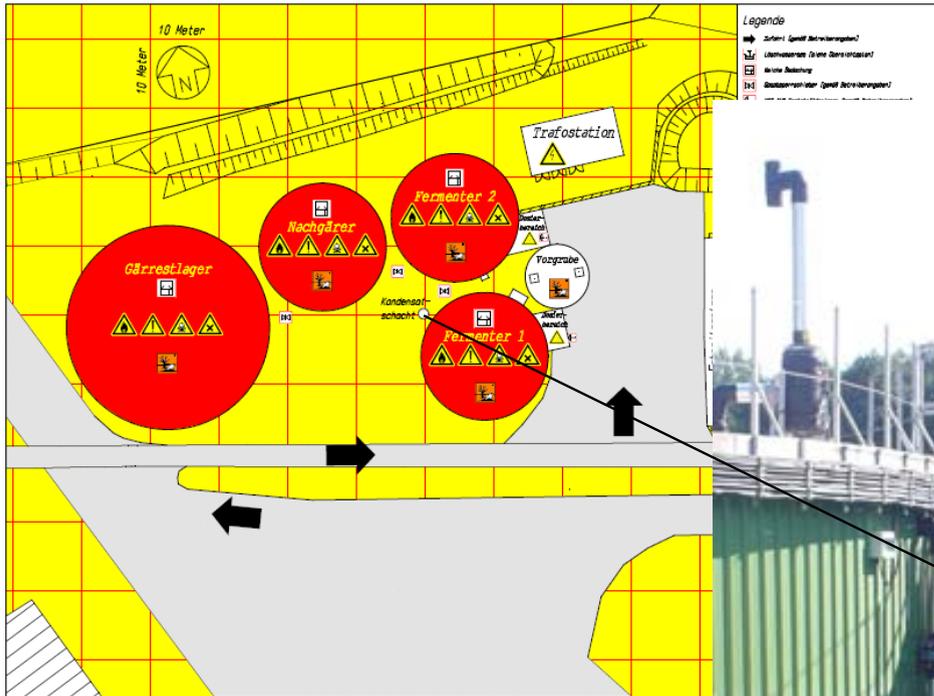
**Es entspricht der Lebenserfahrung, daß mit der Entstehung eines Brandes praktisch jederzeit gerechnet werden muß.**

**Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**



**9 Hauptgas-  
 absperreschieber**

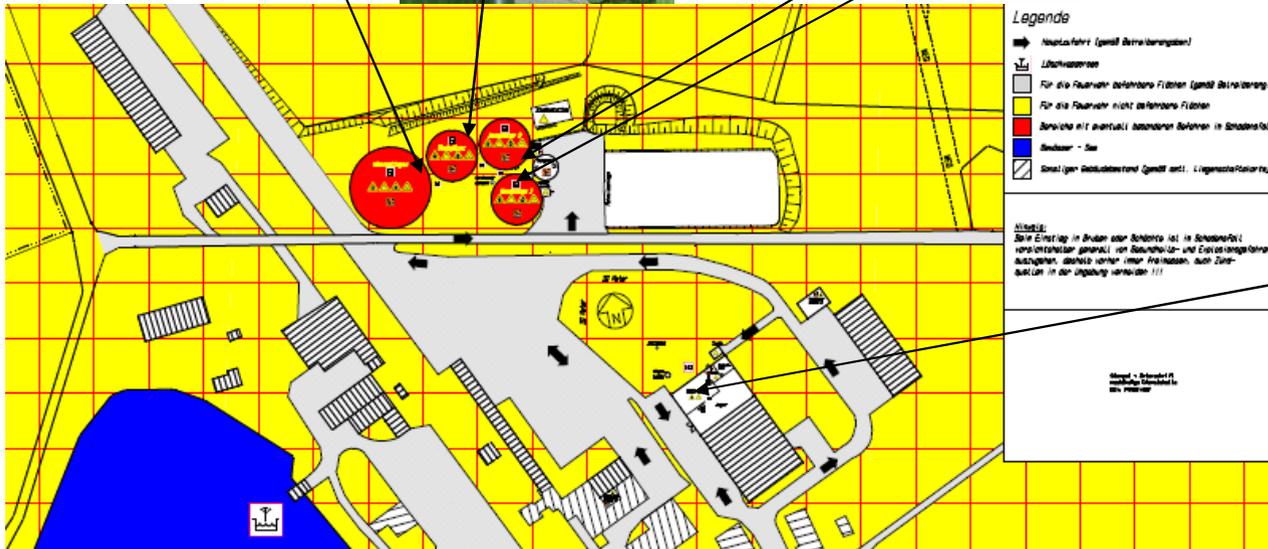
# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz



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

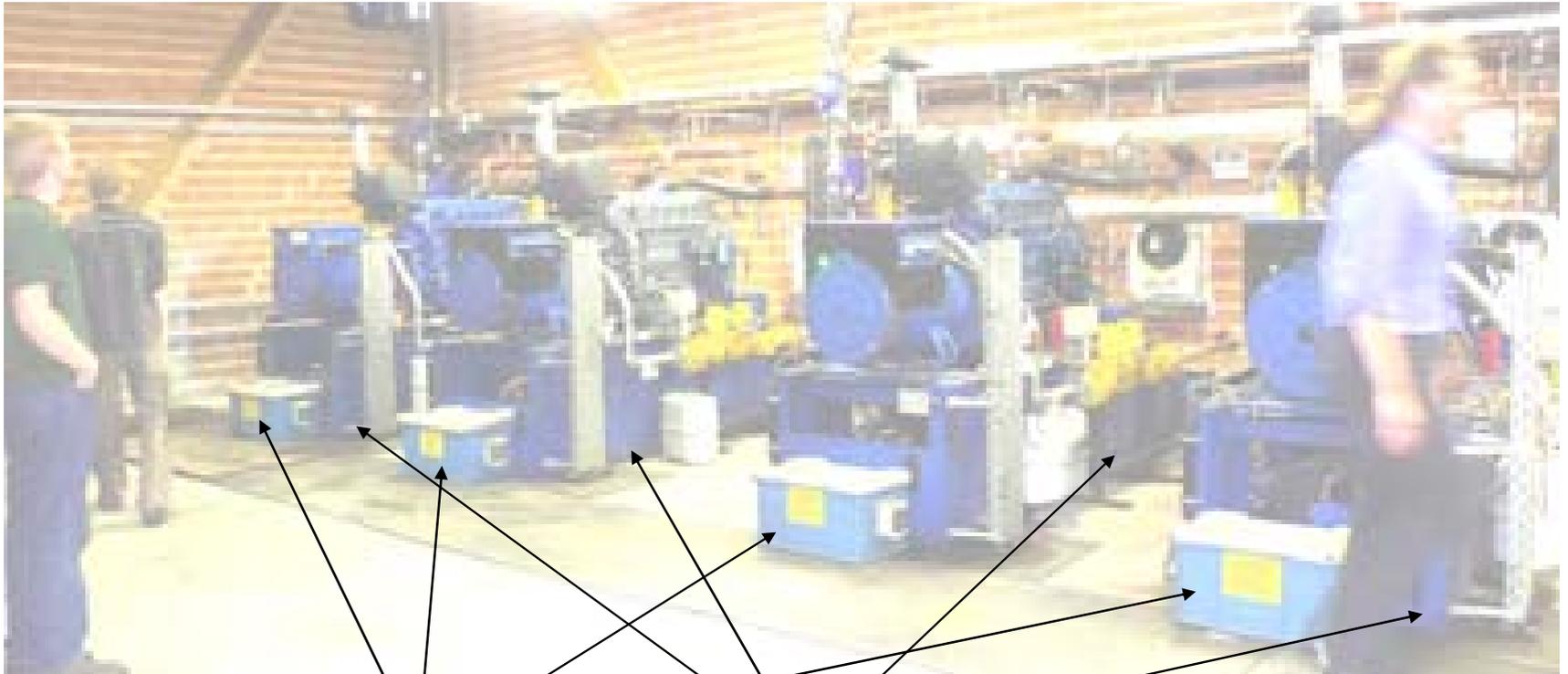
# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

## 9 Hauptgasschieber / Unterbrechung der Gasversorgung im Havariefall BHKW



# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

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



**BHKW mit Säurebatterien und Ölauffangwannen unter den Motoren  
- Kennzeichnung**

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

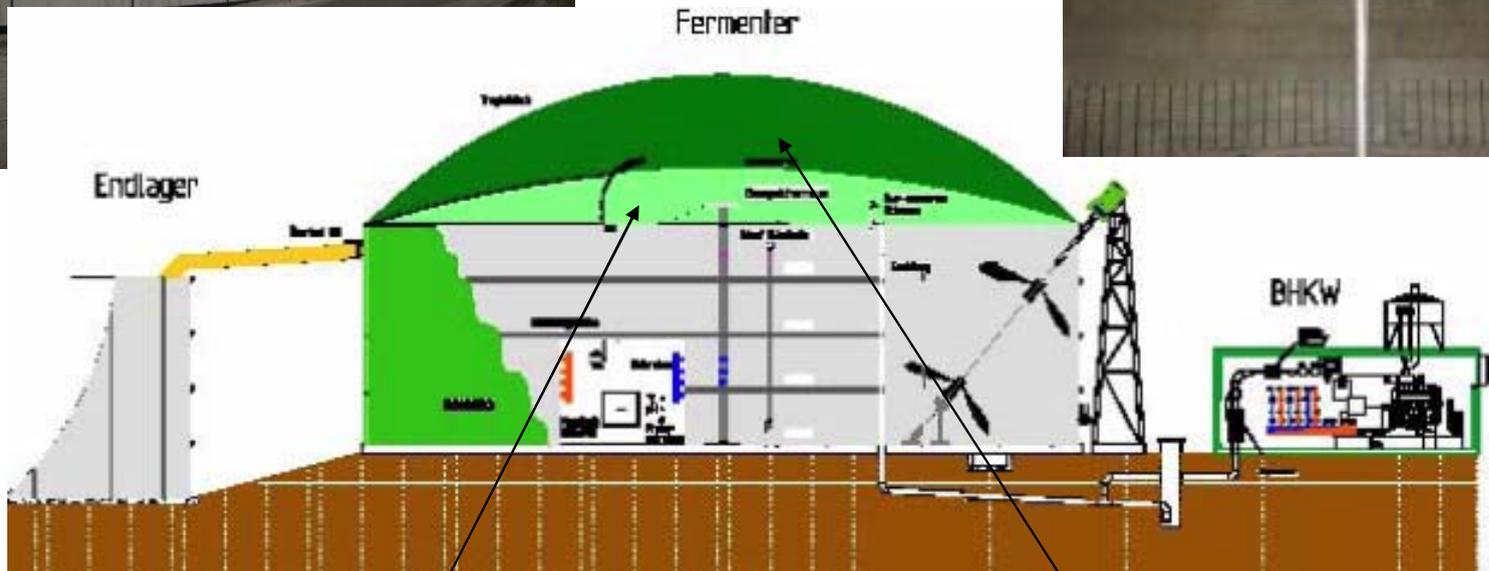


**Örtlichkeit – Abstände – Abmessungen**

**Welche Gefahren gibt es ? Könnte es geben?**

**Was fällt unter das Betreiber – Risiko?**

# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz



**Örtlichkeit – Doppelmembrandächer, d.h. mit Luftpolster zwischen dem Gasraum und der Umgebung**

# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

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

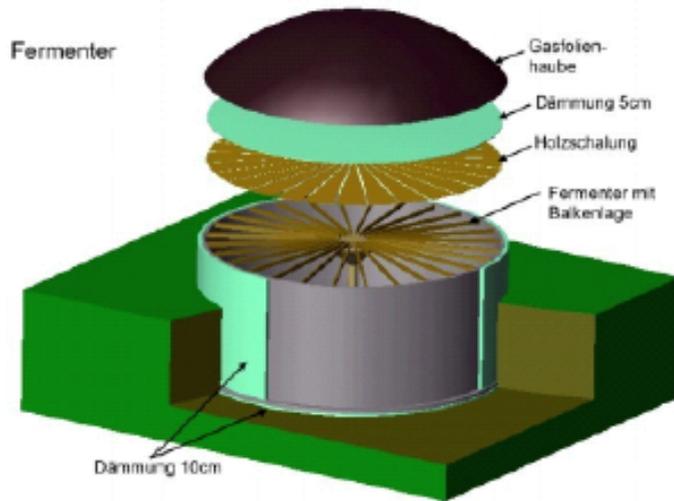


- 1 -



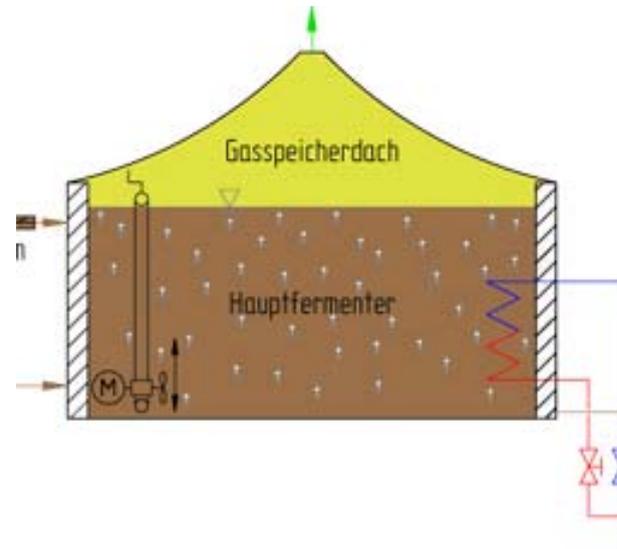
Biolene® agriKomp GmbH

Brandversuch einer EPDM Folie im Einsatz als Gasspeicher



System eines Fermenters mit Biogasspeichermembrane Biolene®

## Reale Brandversuche – Brandlasten & Gefahren an Einfachfoliendächern



## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

---

Ziel des Brandversuches ist es, eine Aussage über die Verwendbarkeit der EPDM Folie hinsichtlich der Anfälligkeit vor mechanischer Beschädigung und im Sinne der Brand- und Explosionsgefahr zu treffen, wenn der Foliengasspeicher mit den unten aufgeführten glühenden und brennenden Medien in Kontakt kommt.

Der Brandversuch wurde mit folgenden Brandträgern durchgeführt:

- brennende Zigarette
- elektrischer Weidezaun ca. 5000 V
- Feuerwerkskörper (hier „Chinakracher“)
- glühendes Eisenrohr
- brennende Gartenfackel
- benzingetränkter Lappen

Der Brandversuch wurde zusammen mit Herrn Engelhardt, Herrn Bugar Fa. Agrikomp, der örtlichen Feuerwehr, sowie Frau Strauch und Herrn Frank, TÜV Süddeutschland am 30.06.2003 durchgeführt.

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

### 3.1 Versuch brennende Zigarette

Eine brennende Zigarette wurde auf den Folienspeicher geworfen. Die Zigarette lag mehrere Minuten glühend bis zum Erlöschen der Glut auf dem Foliengasspeicher. An der Folie sind keine Brand- oder Schmauchspuren zu erkennen. Eine brennende Zigarette hat keine Einwirkung im Sinne der mechanischen Beschädigung und der Brand und Explosionsgefahr auf die EPDM Folie



Bild 2: 1. Brandversuch mit einer brennenden Zigarette

Siehe auch „Filmindustrie“

– Zigarette zündet Benzindämpfe o.ä. an.

Realität und Film sind hier „Welten“ auseinander !

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

### 3.2 Versuch elektrischer Weidezaun

Ein elektrischer Weidezaun (ein unter Strom stehender Draht) mit einer Stromspannung von ca. 5000 V wurde über einen Zeitraum von ca. 2 Minuten an den Folienspeicher gedrückt.

An der Folie sind keine Brand- oder Schmauchspuren zu erkennen. Der elektrische Weidezaun hat keine Einwirkung im Sinne der mechanischen Beschädigung und der Brand und Explosionsgefahr auf die EPDM Folie.

### 3.3 Versuch Feuerwerkskörper (hier „Chinakracher“)

Ein Feuerwerkskörper wurde gezündet auf den Foliengasspeicher gelegt und die Explosion abgewartet. An der Folie sind keine Brand- oder Schmauchspuren zu erkennen.

Der gezündete Feuerwerkskörper hat keine Einwirkung im Sinne der mechanischen Beschädigung und der Brand und Explosionsgefahr auf die EPDM Folie.

Gezündeter Feuerwerkskörper



Bild 3+4: 3. Brandversuch mit einem Feuerwerkskörper

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

### **3.4 Versuch glühendes Eisenrohr**

Mit Propangas und einem Brenner wurde ein 4-kant (10/10) Profileisen bis zum Glühen erhitzt und direkt auf den Foliengasspeicher gedrückt, bis zum Erlöschen des glühenden Stabes.

An der Folie sind keine Brand- oder Schmauchspuren zu erkennen. Das glühende Profileisen hat keine Einwirkung im Sinne der mechanischen Beschädigung und der Brand und Explosionsgefahr auf die EPDM Folie.



Bild 5+6: 4. Brandversuch mit einem glühenden Profileisen

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

### 3.5 Versuch brennende Gartenpartyfackel

Eine handelsübliche Gartenpartyfackelfackel wurde entzündet und auf die Folie gelegt. Die Fackel brannte über einen Zeitraum von ca. 1,5 Minuten auf dem Foliengasspeicher. Nach diesem Zeitraum konnte eine Einbrennung der Fackel in die EPDM Folie festgestellt werden. Die Fackel brannte weiter bis die Folie durchgebrannt war und Biogas aus dem entstandenen Loch ( $\varnothing$  ca. 5 cm) austrat. Das austretende Biogas wurde durch die brennende Fackel entzündet (Bild 9). Das entweichende Biogas brannte über einen Zeitraum von ca. 2 Minuten mit klarer Flamme kontrolliert ab, eine Vergrößerung der Austrittsstelle konnte nicht beobachtet werden.



Bild 7, 8 + 9: 5. Brandversuch mit einer brennenden Gartenpartyfackel



Bild 9: 5. Brandversuch, Biogasaustritt aus dem entstandenen Loch durch die brennende Gartenpartyfackel; ein benzingeränkter Lappen wird zusätzlich auf den Foliengasspeicher geworfen

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

### 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

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

### 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:

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

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



weichenden Biogases  
gasspeicher geworfen.  
sekunden durch.

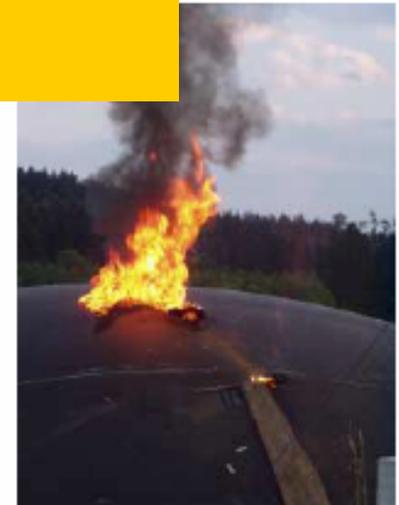
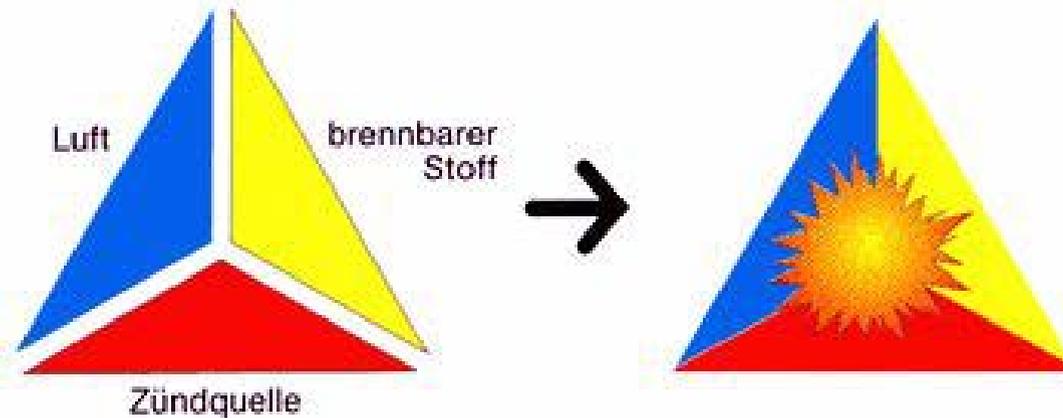


Bild 10 + 11: 6. Brandversuch ein brennender benzinetränkter Lappen wird auf den Folliengasspeicher geworfen

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

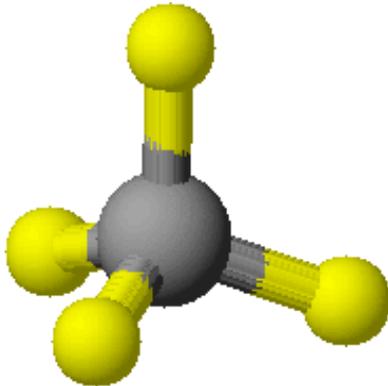
**Warum bekommt man einen Biogasspeicher nicht zum  
brennen?**

**Was benötigt man zum brennen?**



**Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

**Was fehlt im Gasspeicher? Bzw. Was ist im Gasspeicher?**  
**Was ist „Biogas“? Und anlagenbezogen H2, NH3 und ?**



Komponente	Konzentration im Biogas [Vol.-%]			
	Biogashandbuch Bayern [1]	Fachverband Biogas [19]	Biogasanlagen (Buch) [17]	Annahme: Bachelorarbeit-Kusche
<i>Methan [Vol.-%]</i>	50 - 75	50 - 75	50 - 75	50
<i>Kohlendioxid [Vol.-%]</i>	25 - 45	25 - 50	25 - 50	49
<i>Schwefelwasserstoff [VOL.-%]</i>	0 - 2		0 - 0,5	1

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

---

### **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.**

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

**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.**

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

**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.**

# **REGELWERKE**

**&**

# **Hinweise zu möglichen Risiken**

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

---

### **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**



**Betriebsicherheitsverordnung –  
Explosionsschutzdokument mit Gefahren – und  
Risikoanalyse durch den Arbeitgeber – nicht  
Behörde, SV oder andere Dritte**

# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz Explosionsschutzdokument

## Ankreuztext oder?

<b>6</b>	<b>Gefährdungsanalyse und Gefahrenabwehrmaßnahmen bei den Einzelkomponenten</b>	<b>25</b>
6.1	Fermentervorplatz	25
6.1.1	Bauausführung	26
6.1.2	Normalbetrieb	26
6.1.3	Befüllen und Entleeren	26
6.1.4	Wartung	27
6.1.5	Störung	27
6.2	Annahmebox	28
6.2.1	Bauausführung	29
6.2.2	Normalbetrieb	29
6.2.3	Wartung	29
6.2.4	Störungen	29
6.3	Fermentertunnel	29
6.3.1	Bauausführung	30
6.3.2	Normalbetrieb (Fermentation)	30
6.3.3	Schließen der Tore und Anfahrbetrieb	31
6.3.4	Abfahrbetrieb und Öffnen der Tore	32
6.3.5	Wartung	34
6.3.6	Störungen	34
6.4	Sandfang	35
6.4.1	Bauausführung	35
6.4.2	Normalbetrieb	35
6.4.3	Wartung	36
6.4.4	Störung	37
6.5	Perkolatfermenter mit Foliengasspeicher	38
6.5.1	Bauausführung	38
6.5.2	Normalbetrieb	38
6.5.3	Wartung	38
6.5.4	Störung	38

## **Richtlinien der Europäischen Union, hier EU 99/92**

### **Abschnitt II**

#### **Pflichten des Arbeitgebers**

#### **Artikel 3**

#### **Verhinderung von und Schutz gegen Explosionen**

Mit dem Ziel des Verhinderns von Explosionen im Sinne von Artikel 6 Absatz 2 der Richtlinie [89/391/EWG](#) und des Schutzes gegen Explosionen trifft der Arbeitgeber die der Art des Betriebes entsprechenden technischen und/oder organisatorischen Maßnahmen nach folgender Rangordnung von Grundsätzen:

- Verhinderung der Bildung explosionsfähiger Atmosphären, oder, falls dies aufgrund der Art der Tätigkeit nicht möglich ist,
- Vermeidung der Zündung explosionsfähiger Atmosphären und
- Abschwächung der schädlichen Auswirkungen einer Explosion, um die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer zu gewährleisten.

**Erkenntnisse aus dem Brand – und  
Exschutz**  
Anforderungen an Hersteller und **Betreiber**

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

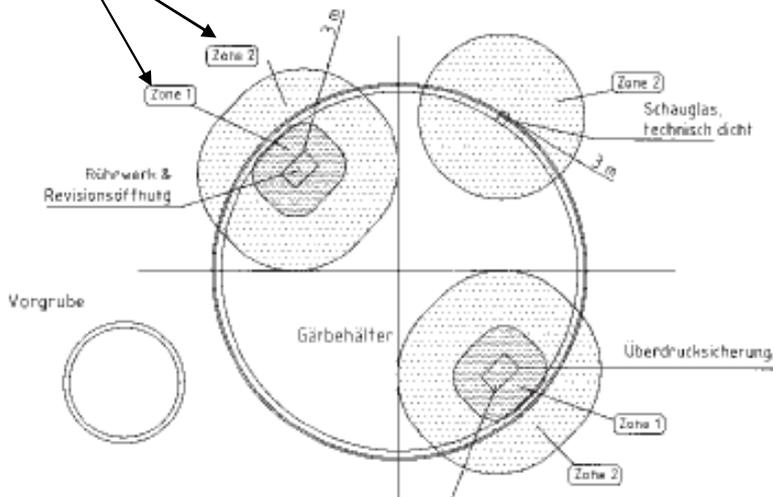
**Arbeitgeber / BETREIBER**

**Festlegung der Zoneneinteilung**  
**Auswahl geeigneter Betriebsmittel**  
**NICHT so pauschal nach BG für alle**

**Sondern konkret nach Anlage:**

**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**

**Zone 1**  
**Zone 2**



**Kreisfeuerwehrverband Rendsburg -  
Eckernförde und DAS - IB GmbH auf der BGA  
Sievers bei Stafstedt**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

29/09/2006

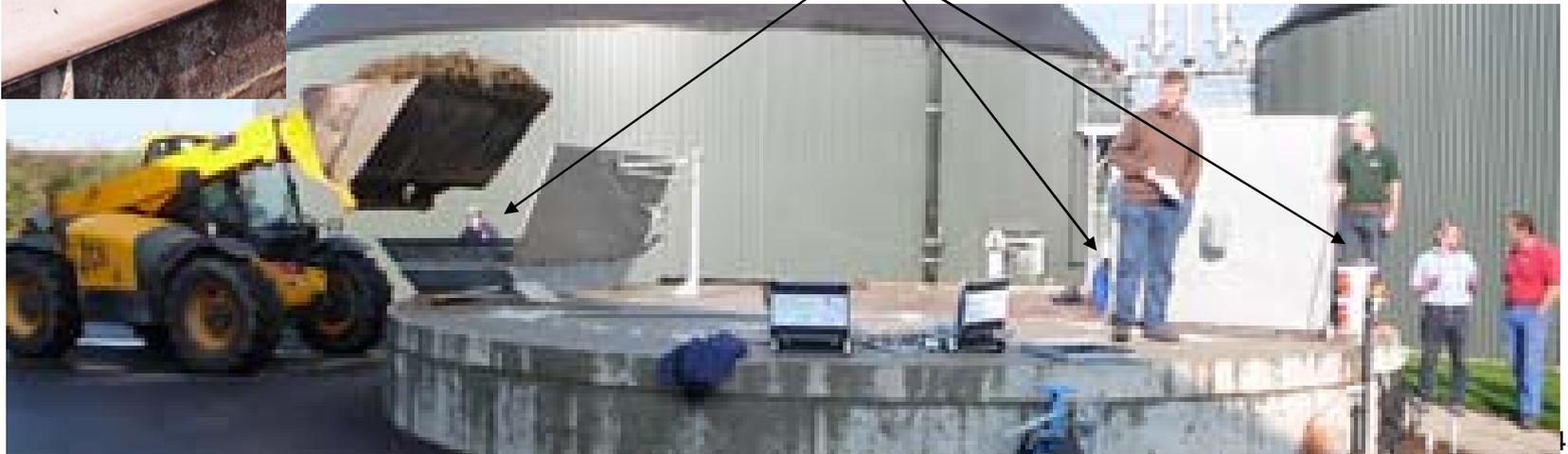
## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

Anforderungen an Arbeitgeber und ?

Ex – Zonen und Arbeitsschutz in Real:

Messungen: CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>

sowie: NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>



## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

„(Klischees sind) vorgeprägte Wendungen, abgegriffene und durch allzu häufigen Gebrauch verschlissene Bilder, Ausdrucksweisen, Rede- und Denkschemata, die ohne individuelle Überzeugung einfach unbedacht übernommen werden.“ – **wollen Sie solche Betreiber?**

### 2.8.6.2 Abblaseleitungen der Überdruck-/ Unterdrucksicherung

Die Abblaseleitungen der Über- und Unterdrucksicherung müssen mindestens 3 m über dem Boden münden und

- 1 m über Dach oder den Behälterrand münden oder
- mindestens 5 m von Gebäuden und Verkehrswegen entfernt sein.

Der 1-Meter-Bereich um die Mündung der Abblaseleitung ist Zone I. Auf die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen wird hingewiesen. Die Abgabe der Gas

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

**Dichtheitsprüfungen (z.B. gem. DVGW G 469 A4: Sichtverfahren mit Betriebsdruck und schaumbildenden Mittel) zur Vermeidung von explosionsfähiger Atmosphäre**



**Oder wollen Sie solche Betreiber ?**

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

### **Was müßte dort stehen: Dokumentation / Betriebsanleitung**

**Jeder Maschine ist eine Betriebsanleitung beizufügen. In dieser Betriebsanleitung sind u.a. die Restgefahren beschrieben, die etwa beim Betrieb, Wartung, Instandsetzung etc. auftreten können und durch technische, konstruktive Maßnahmen nicht zu verhindern sind.**

**Mindestangaben der Betriebsanleitung:**

- Montage und Dokumentation**
- Installation**
- Bestimmungsgemäße / sachwidrige Verwendung**
- Inbetriebnahme**
- Wartung & Instandsetzung**

# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

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

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

## 3 Konformitätsbescheinigungen / Konformitätserklärungen

### Was hat der Betreiber / Arbeitgeber dokum

DAS – IB GmbH

DeponieAnlagenbauStachowitz

LFG - & Biogas - Technology

Biogas-, Klärgas- und Deponiegas-Technologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betriebspersonal
- Sachverständigentätigkeit (u.a. nach § 29a BImSchG und öffentlich bestell- und vereidigt Sachverständiger bei der IHK zu Kiel)



Technischer Sitz /  
Postanschrift  
Prechter Str. 207  
D 24147 Kiel

Kaufmännischer Sitz /  
Rechnungswesen  
Flintbeker Str. 55  
D 24113 Kiel

Tele. # 49 / 431 / 683814  
Tele. # 49 / 431 / 5344336  
Fax # 49 / 431 / 5344337  
Fax # 49 / 431 / 2004137

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

Internationaler  
Bio- und Deponie-  
Fachtagung  
& Ausstellung  
21. bis 24. Juni 2009

In Weimar  
Bauhaus  
Str. / Postfach 28 100  
April 2009  
Bio- und Deponie-  
Fachtagung

**Sicherheitsregeln  
für  
Biogasanlagen (Fermentationsanlagen)  
übertragbar auch für Deponien & Kläranlagen  
auf Basis der Betriebssicherheitsverordnung  
(BetrSichV)  
von:**

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas-Technology**  
und weitere(n) SachverständigeN & Unterstütze:rInnen

Stand 23. III. 2009  
Vorstellung auf:  
Unserer Fachtagung am 28. / 29. April 2009 in Weimar

Sitz: Kiel  
Amtsgericht Kiel 183 1879  
Geschäftsführer: Wolfgang H. Sachowitz

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

### **Fehlerquellen**

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

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

Was sind:

**„Sachverständige“ – was können „Sachverständige“ – wofür haften „Sachverständige“**

Als Erläuterung zu den Fachgebieten nach § 29a BImSchG:

- 1: Auslegung (Festigkeit, Dimensionierung) von Anlagen und Rohren ..
- 2: Errichtung von Anlagen (Funktionsprüfung, Konformität) ...
- 3: Verfahrenstechnische Prozeßführung und Auslegung von Anlagen ..
- 4: Instandhaltung von Anlagen
- 5: Auslegung und Prüfung von Statiken von baulichen Anlagen
- 6: Werkstoff (Prüfung und Beurteilung)
- 7 / 8: Versorgung mit Energie und Medien
- 9: Elektrotechnik
- 10: MSR und PLT
- 11: ....Gefahrenanalyse
- 12: ...ökotoxikologische Eigenschaften
- 13: Auswirkung von Störfällen ..
- 14: Betriebliche Gefahren – und Abwehrpläne
  - 15: Brandschutz ...
  - 16: Explosionsschutz ...
- 17: Sicherheitsmanagement und Betriebsorganisation

**Wer prüft was, wie sinnvoll zu welchen Konditionen?  
Und haftet dafür?**

## **Was sind die wahren Gefahren des Biogases ?**

## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

**Personenschutz:** (Leitgase – weitere möglich z.B. H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> .....)

**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):** 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://www.hvbg.de/d/bia/gestis/stoffdb/index.html>

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

### **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



## **Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz**

### **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

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.

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

### Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S): und die folgen am Bau



## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

### 🕒 **Chemische Schadwirkung**

Unter der chemischen Schadwirkung ist im Wesentlichen das Auftreten von **Korrosionsschäden** an gasführenden Anlagenteilen (auch Behälter) und den Gasverwertungsanlagen (hier insbesondere den Gasmotoren) zu nennen. Ursache sind die Halogene (Chlor- und Fluorverbindungen) auf Deponien, organische Siliziumverbindungen und immer mehr Schwefel auf BGAs.

**BGAs: Organische Säuren - > Wasserdampf - > Kondensat KORROSION !**

**CO<sub>2</sub>: Carbonatisierung von Stahlbeton.**

**Sulfate: stahlkorrosiv**

**Schwefelwasserstoff: korrosiv - > Kondensatwege**

**Beschichtungen < - > Edelstahl < - > GfK < - > HDPE**

**Biologische Entschwefelung !**

Bildquelle: öbuv – SV Biogasanlagen Martin Paproth  
Schäden am Betonkörper



# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

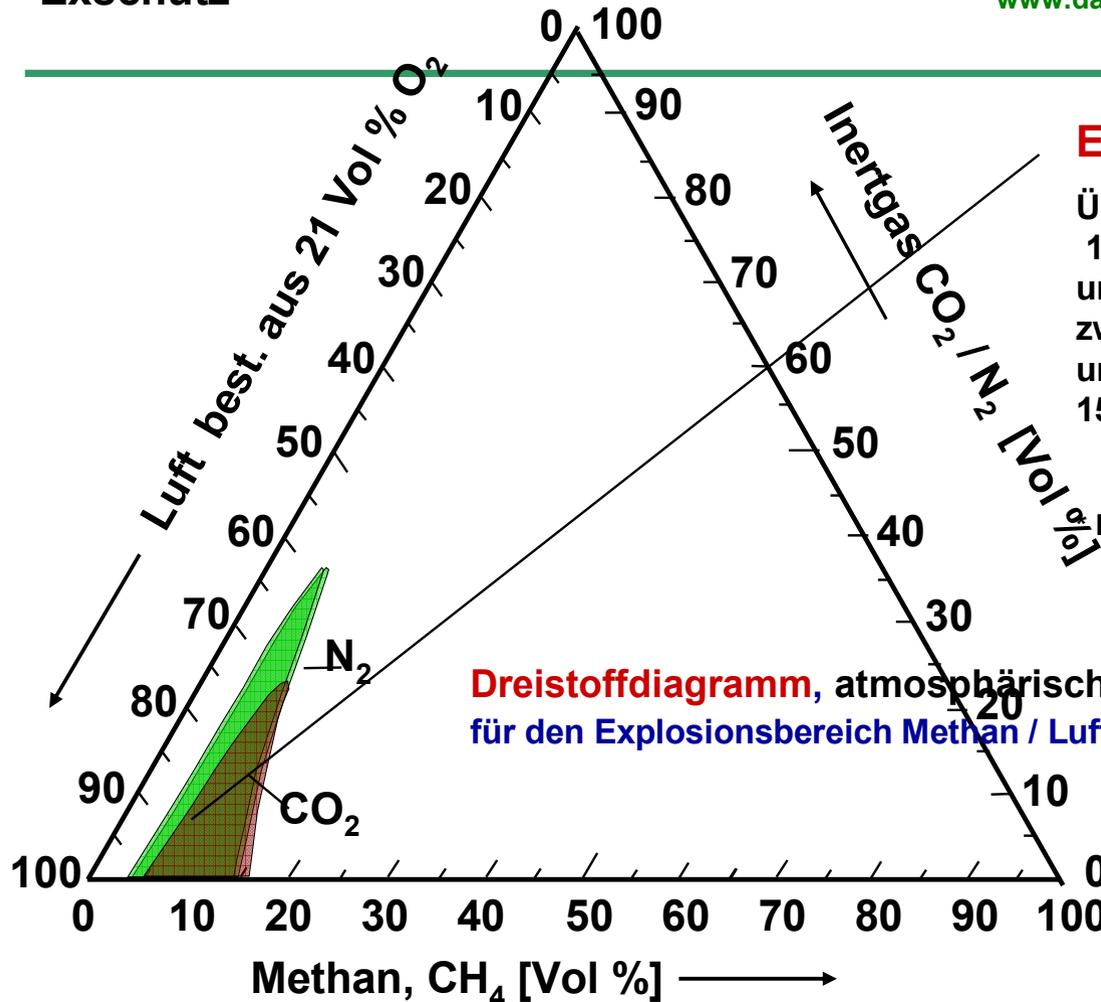
## pH – Wert und die Folgen



**Korrosion .... Saure Silage .. Auswirkungen am Eintrag sowie Austrag**

Sept. 2009

# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz



## 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

# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

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



**Gasfreisetzungen  
beachten**

## Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

### 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

# Erkenntnisse aus dem Brand – und Exschutz

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

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



**Erkenntnisse aus dem Brand – und  
Exschutz**

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

---

**Mangelnde Bauausführung ohne Schäden .....**

**Erkenntnisse aus dem Brand – und  
Exschutz**  
Ausführungshighlights ohne Schäden, bis dato ...



**Erkenntnisse aus dem Brand – und  
Exschutz**  
Ausführungshighlights ohne Schäden, bis dato ...

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



**Erkenntnisse aus dem Brand – und  
Exschutz**  
**Ausführungshighlights ohne Schäden, bis dato ...**



Foto links:

Gasgebläse ohne  
Schwingungsdämpfer und  
Kompensatoren

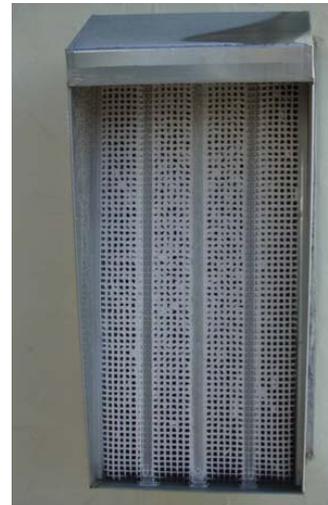
Foto rechts o:

Absicherung eines  
Kondensatschacht es



Foto rechts u:

Vereiste Lüftung /  
Verengung des  
Lüftungsquerschnitt in  
einem Gasraum





# Noch Fragen?

## Individuelle Tagesseminare

2009 / 2010

13. VIII. Göttingen

2. IX. Odenburg (Nieders.) (nur Biogas)

29. IX. Leipzig

25. XI. Berlin

8. XII. Gelsenkirchen /

AUFSchalke

12. I. Landshut (nur Biogas)

14. I. Memmingen (nur Biogas)

27. I. FC St. Pauli am Millerntor

oder Ihre persönliche Inhouseschulung !

Stand der Sicherheitsregeln, Grundlagen Bio- und Deponiegas-Technologie, Arbeitsschutz, Personenschutz, „ATEX“, Explosionsschutzdokument, Gefahrenanalyse, Risiko-Analyse, CE – Kennzeichnung, Konformitätsbescheinigungen, BetrSichV, TI 4, TRBS, u.v.m.

Wissen ist, wenn man weiß, wo es steht:

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

Oder

besuchen Sie eines unserer Seminare

# Noch Fragen?



DAS - IB GmbH  
Biogas- & LFG-Technology s/nr 44 Büro 1406 77 Bäre jeckel und Partner GmbH

- Biogas-, LFG- und Deponiegas-Technologie:
- Erkennung, Planung, Frühwarnung
  - Gestaltung von Sicherheitsmaßnahmen
  - Gaschemie und Gasanalyse



## Biogas- und Deponiegashandbuch

Neu: mit Sicherheitsregeln für  
Biogasanlagen (Fermentationsanlagen)  
auf Basis der BetrSichV 2002/17/2009  
zur Schadenvermeidung

- mit Unterlagen aus unseren Lehrgängen & Seminaren:
- gem. § 4 Deponieverordnung: Sachgebiete: Deponiebetrieb, - stilllegung und - nachsorge
  - Umweltwirkungen, Arbeitsschutz + Arbeits- und Anlagensicherheit, Grundlagen Bio- und Deponiegas, Meßgeräte, Wartung
  - GUV - R 127 + BGR 104 / GUV - R 104, Sicherheitsregeln für Biogasanlagen TI4
  - Explosionsschutzdokument
  - BetrSichV / „ATEX 137, 118, 100a und 95“ auf Basis der 94/9/EG und 99/92/EG
  - Befähigte Person iSd BetrSichV und TRBS

Auswirkungen auf den Bio- / Klär- und Deponiegasbetrieb

Wissen ist, wenn man weiß, wo es steht:

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

oder

lesen eines unserer Bücher zum Thema