

**Synergien nutzen und voneinander
lernen – 16. / 17. IV. 07**

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

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137

Betriebssicherheit und Schäden aus der Praxis

Wolfgang H. Stachowitz / Co. Autor Gregor Entfellner

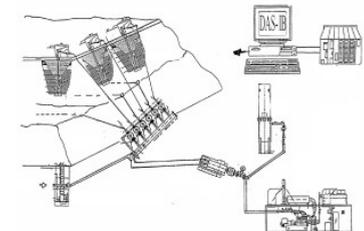
**DAS – IB GmbH
LFG - & Biogas - Technology**

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

www.das-ib.de
www.biogas-gutberaten.de
Email: info@das-ib.de

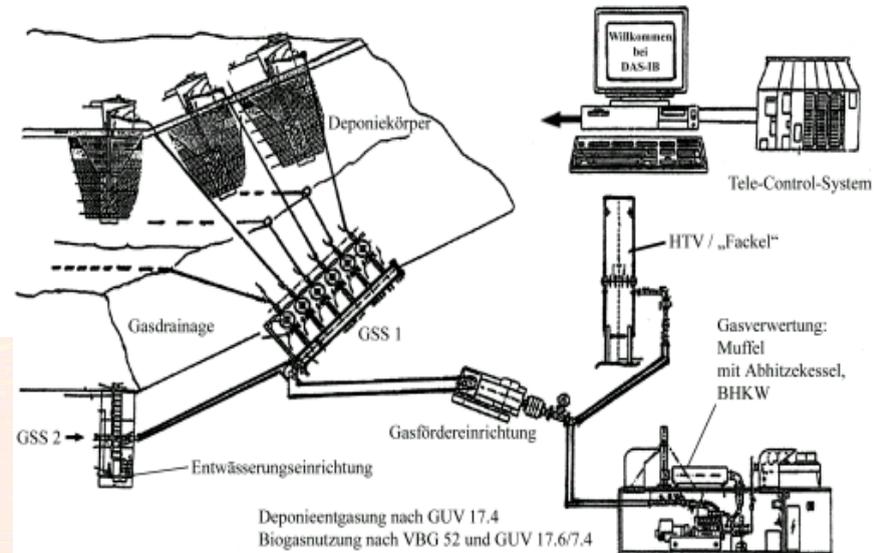
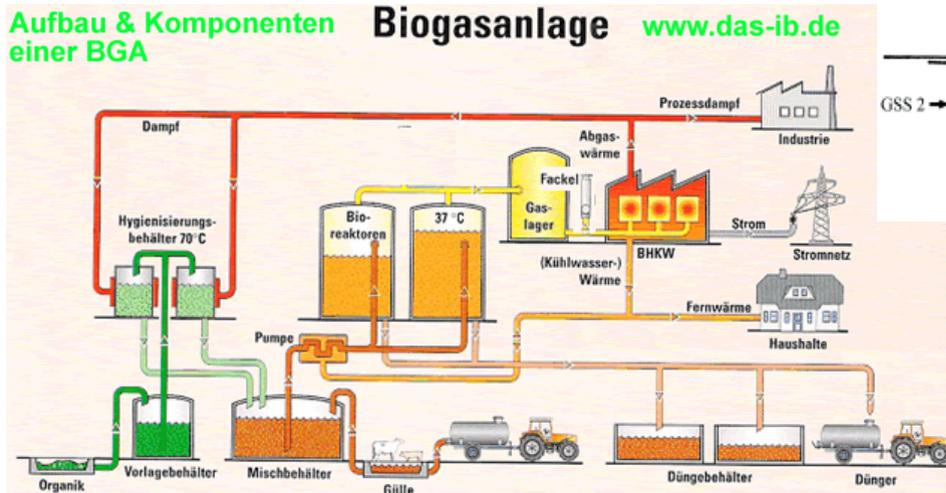


Gliederung

- 1. Einleitung**
- 2. Materialauswahl und -verbau**
- 3. Statik dynamischer Systeme**
- 4. Viskositäten geförderter Medien**
- 5. Brände, Verpuffungen und Explosionen**
- 6. Havarien**
- 7. Schächte**
- 8. Risikoanalyse**

1. Einleitung

Anlagenteile einer Biogas- & Deponiegasanlage



1. Einleitung

Biogas besteht aus:

Methan (50 - 70 Vol.-%)

Kohlendioxid (30 bis 50 Vol.-%)

Schwefelwasserstoff (Spuren bis 2 Vol %)

Wasserstoff (< 1 Vol %)

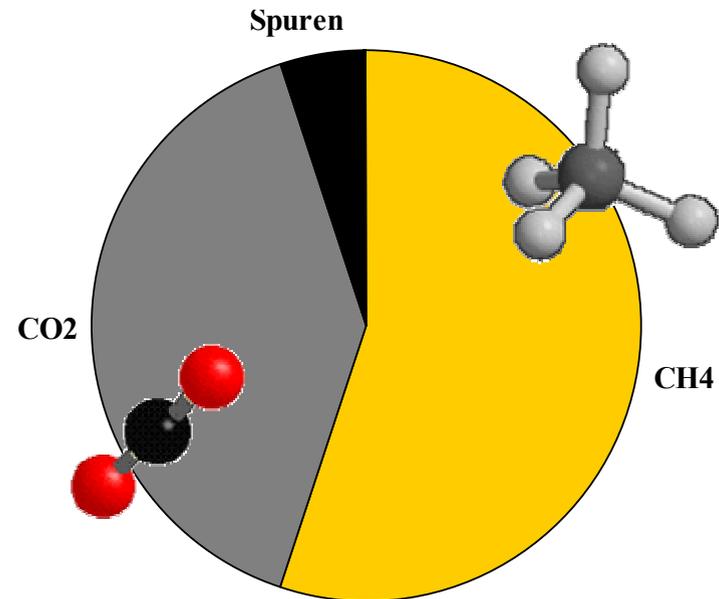
Ammoniak (< 2 Vol %)

Wasserdampf / Kondensat (2 - 7 Vol %)

Siliziumverbindungen im mg - Bereich

u.a.

ca. 50 Vol.-% CH₄ bei NaWaRo Mais



Beispielhafte Zusammensetzung von Biogas

1. Einleitung, Personenschutz

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137

Personen Schutz: (siehe auch Vortrag: Grundlagen der Deponiegastechnik)

Sauerstoff (O₂): < 17 Vol % Sauerstoffmangel, darunter erst Verminderung der Leistungsfähigkeit bis Bewusstlosigkeit und Tod bei ca. 6 – 8 Vol % deshalb > 20 Vol %,

Kohlenstoffdioxid (CO₂): MAK 5000ppm = 9.100 mg/m³ = 0,5 Vol %) geruchlos; ab 1 Vol % erste Beeinträchtigungen und Schädigungen

Methan (CH₄): 100 % UEG, Ex = 4,4 Vol %; Grenzwert: 20 % UEG = 0,9 Vol %

Schwefelwasserstoff (H₂S): MAK 10ppm = 14 mg/m³ = 1 / 1000 Vol % und Ex bei > 4,3 Vol % bis 45,5 Vol %

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

2. Materialauswahl und -verbau I

PVC für gasführende Rohre nicht Stand d. Technik

Stahl und Korrosion

Schraubenüberstände



Handelsübliches KG-Rohr als Gasleitung

Druckfestigkeit durch fehlende Schraubenüberstände
nicht gewährleistet

2. Materialauswahl und -verbau II

Materialmix - frei stehende Leitungen



Übergang Edelstahl / Stahl verz. / Stahl lackiert

Bei starkem Wind droht Gasleitung zu brechen

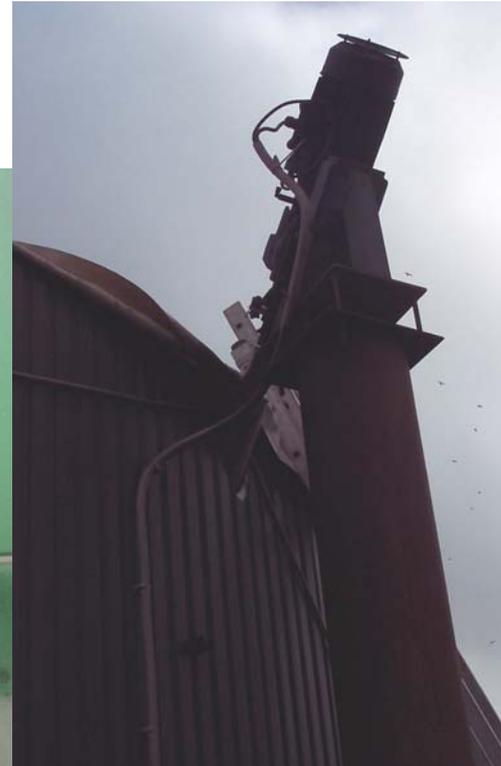


3. Statik dynamischer Systeme I

Fermenter-Rührwerke



Gegen Schwingungen gesichertes Rührwerk



nicht gesichertes Rührwerk - > Hebelwirkung

3. Statik dynamischer Systeme II

Kompensatoren

- ohne Festpunkt verbaut
- fehlen



Fachmännisch verbaute Kompensatoren an einem Verdichter

4. Viskositäten geförderter Medien / Druckverluste

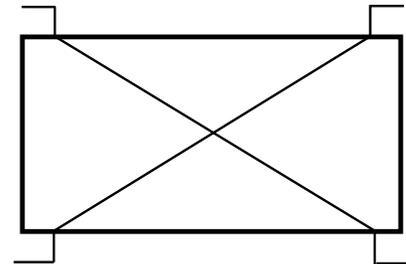
DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137

real höhere Druckverluste, als geplant
→ Versagen von Pumpen und Wärmetauschern

Bsp.: befördert wurde Gülle-Maïssilage-Gemisch mit dyn. Viskosität von $\sim 1.000 \text{ mPa s}$, ausgelegt wurde jedoch nur für $1,648 \text{ mPa s}$ (Wasser) – aber auch Abgas – WT (Gegendruck)

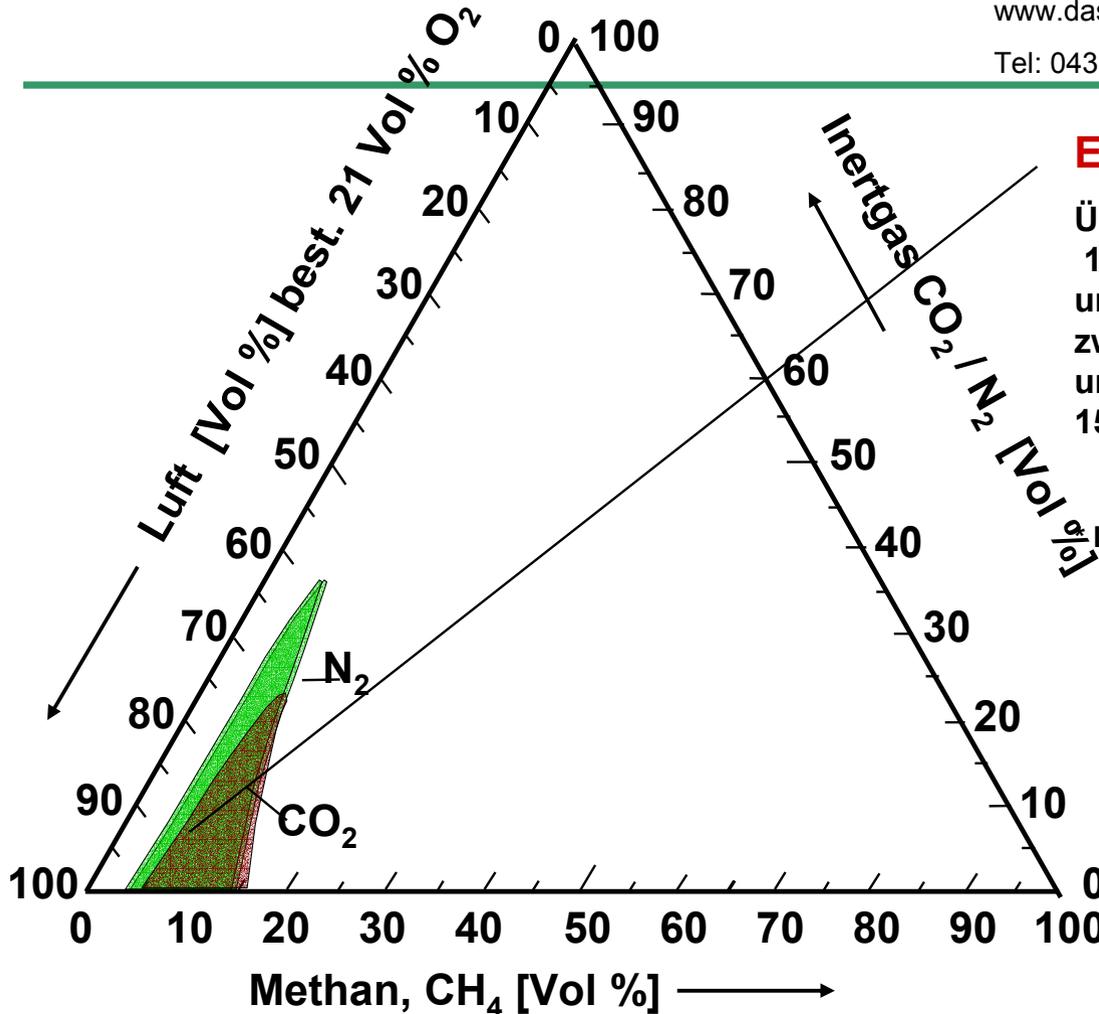


5. Brände, Verpuffungen und Explosionen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137



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_a / - 20 – + 60 °C)

für den Explosionsbereich

Methan / Luft / CO₂- N₂ – Gemischen

5. Brände, Verpuffungen und Explosionen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137

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

5. Brände, Verpuffungen und Explosionen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137



5. Brände, Verpuffungen und Explosionen

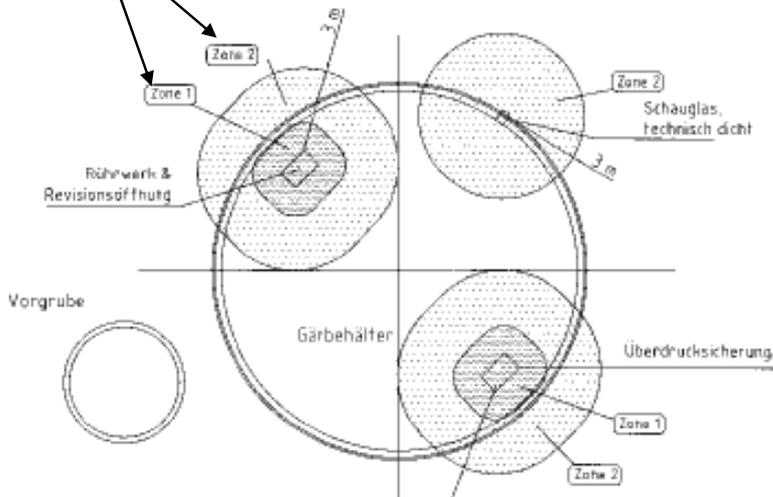
DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137

99/92/EG (ATEX 137) BetrSichV –
Festlegung der Zoneneinteilung, durch
Arbeitgeber / BETREIBER
nicht SV, Behörde oder BG, da
real falsch / Pauschale Einteilung

Zone 1
Zone 2



Konkret:

40 – 50 m³/h Abblasen ergaben
in 20 – 30 cm H₂S Gefahr
und
ca. 1 m 100 % UEG Methan und höher



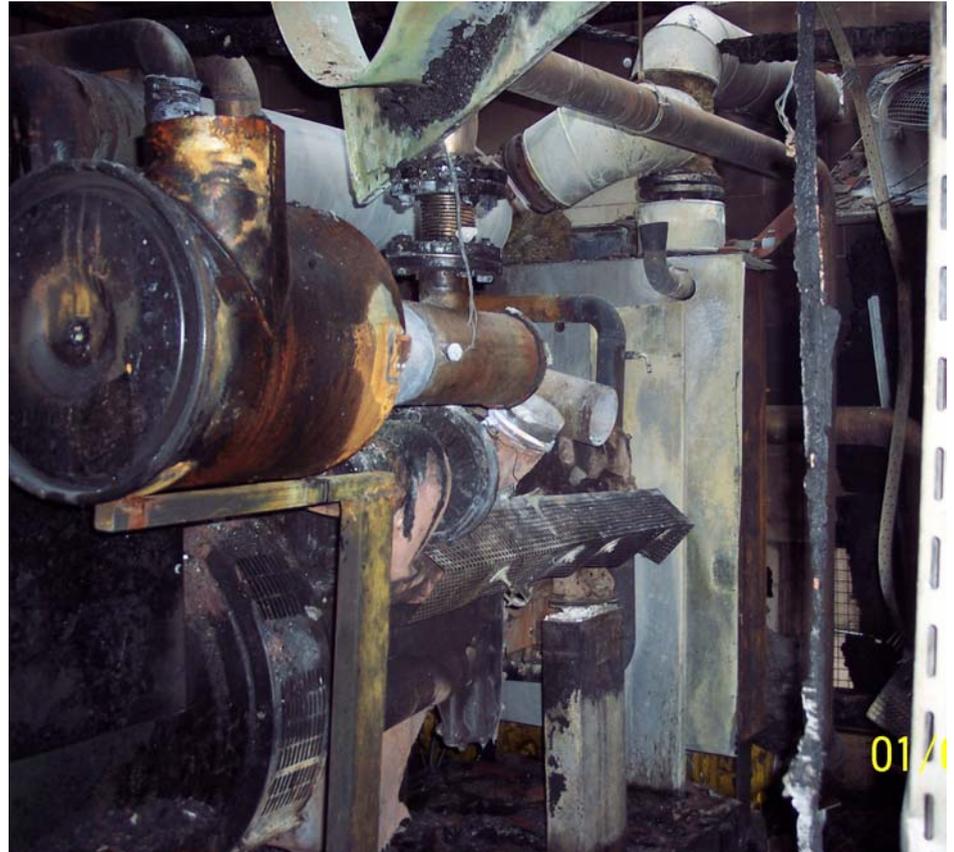
Kreisfeuerwehrverband Rendsburg -
Eckernförde und DAS - IB GmbH auf der BGA
Sievers bei Stafstedt
www.das-ib.de

5. Brände, Verpuffungen und Explosionen

Brände



Brandschaden an einem BHKW-Gebäude



5. Brände, Verpuffungen und Explosionen

Verpuffungen



Verpuffung am Beispiel einer Notfackel



5. Brände, Verpuffungen und Explosionen

Explosion in einer GVS

Schaden an der Tür



Schaden am Steuerschrank



Brandspuren vor dem Gebäude



Explosionsspuren an der
Einrichtung



5. Brände, Verpuffungen und Explosionen Explosionsschutz ernst genommen ...

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

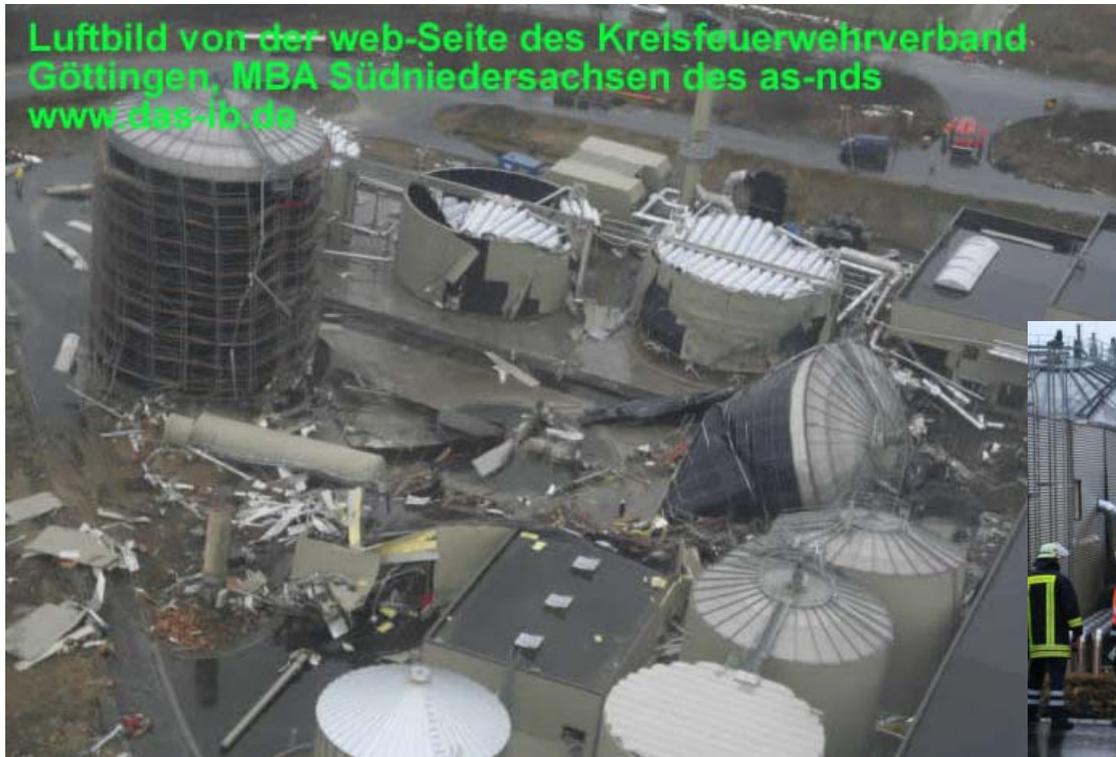
www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137



6. Havarien I

MBA Deiderode



Bilder von der Havarie auf der MBA Deiderode im Januar 2006

6. Havarien II

BGA Rhadereistedt

schweres Unglück in einer
Biogasanlage in Rhadereistedt
(Kreis Rotenburg)

Bei dem Unfall am 8. November
2005 kamen **vier Menschen**
durch **Einatmen von**
hochkonzentriertem
Schwefelwasserstoff ums
Leben.

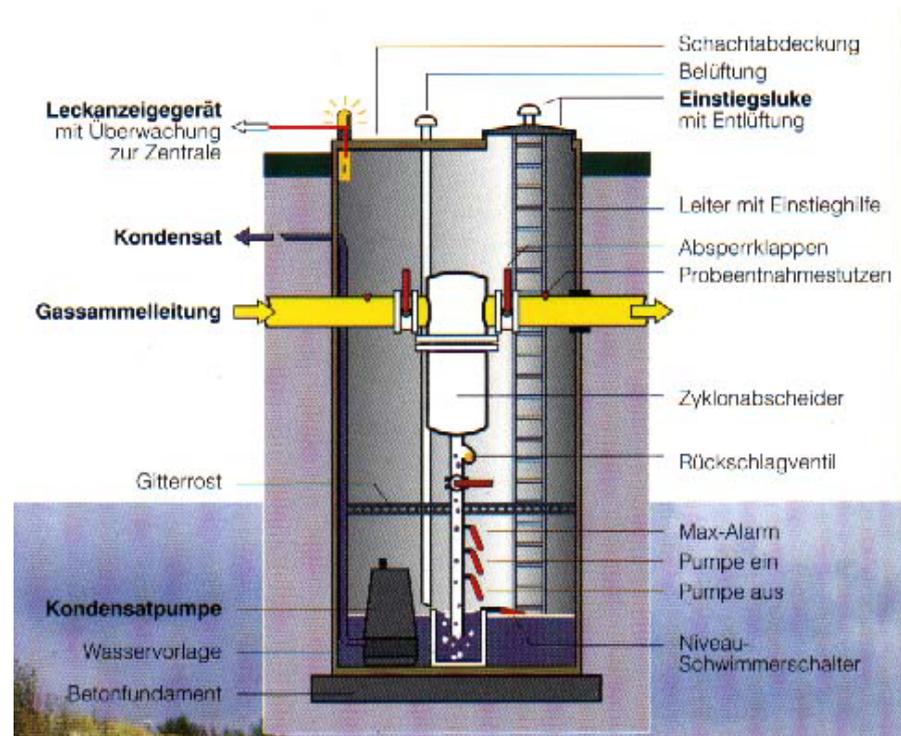


Nur mit schweren Atemschutzgerät konnten die Helfer
das Gelände betreten. Foto: zz

7. Schächte

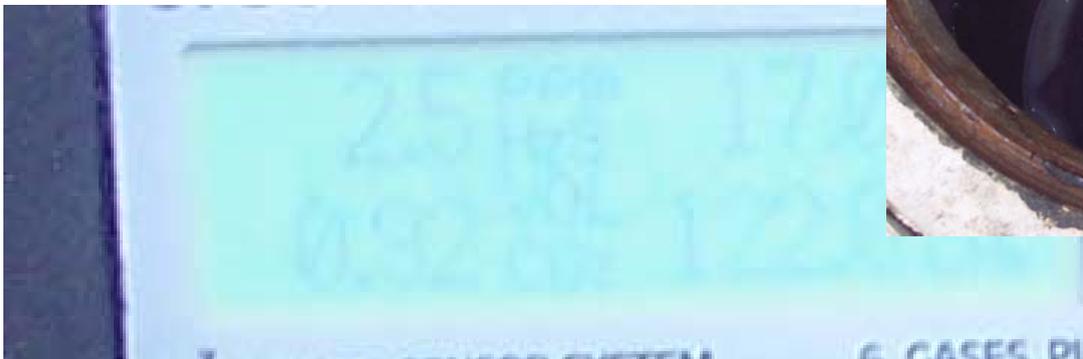
Kondensatschächte oft ohne:

- Lüftung
- Wasservorlage



7. Schächte

Ex - Zonen in Schächten



8. Risikoanalyse



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

8. Risikoanalyse

Rohgasanforderungen für eine gasmotorische Nutzung:
z.B. Deutz - Motore

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137

Eigenschaft	Kz.	Einh.	Grenze	Bemerkung
Heizwert (unterer Heizwert)	H _u	[kWh/m _n ³]	≥ 4	
Änderungsgeschwindigkeit	H _u	[%/min]	< 5	
CO ₂ /H _u	CO ₂ /H _u	[Vol%/kWh/m _n ³]	< 10	
Schwefelgehalt (gesamt)	S	[mg/m _n ³ CH ₄]	< 2200	
oder H ₂ S - Gehalt	H ₂ S	[Vol%/m _n ³ CH ₄]	< 0,15	wegen Korrosion im Motor
Chlorgehalt (gesamt)	Cl	[mg/m _n ³ CH ₄]	< 100	
Fluorgehalt (gesamt)	F	[mg/m _n ³ CH ₄]	< 50	
Summe Chlor und Fluor	(Cl+F)	[mg/m _n ³ CH ₄]	< 100	
Ammoniak	NH ₃	[mg/m _n ³ CH ₄]	< 30	
Staubgehalt		[mg/m _n ³ CH ₄]	< 10	
Korngröße		[µm]	3 - 10	
Öldämpfe > C5 < C10		[mg/m _n ³ CH ₄]	< 3000	keine Kondensation in Gasregelstrecke und Ansaugrohr
Öldämpfe > C10		[mg/m _n ³ CH ₄]	< 250	
Silizium (organisch)	Si	[mg/m _n ³ CH ₄]	< 10	
Feuchte (relative)	φ	[%]	< 80	bei tiefster Lufttemperatur
Generell ist keine Kondensation in Gasregelstrecke und Ansaugrohr zulässig				
Mindestdruck am Eintritt in die Gasregelstrecke		[mbar]	20	
Gasdruckschwankungen		[%]	± 10	des Einstellwertes bei Schwankungsfrequenz < 10/h

Biogase

**Deponie-
gase**

8. Risikoanalyse – Vorbeugung & Schäden an Gasmotoren



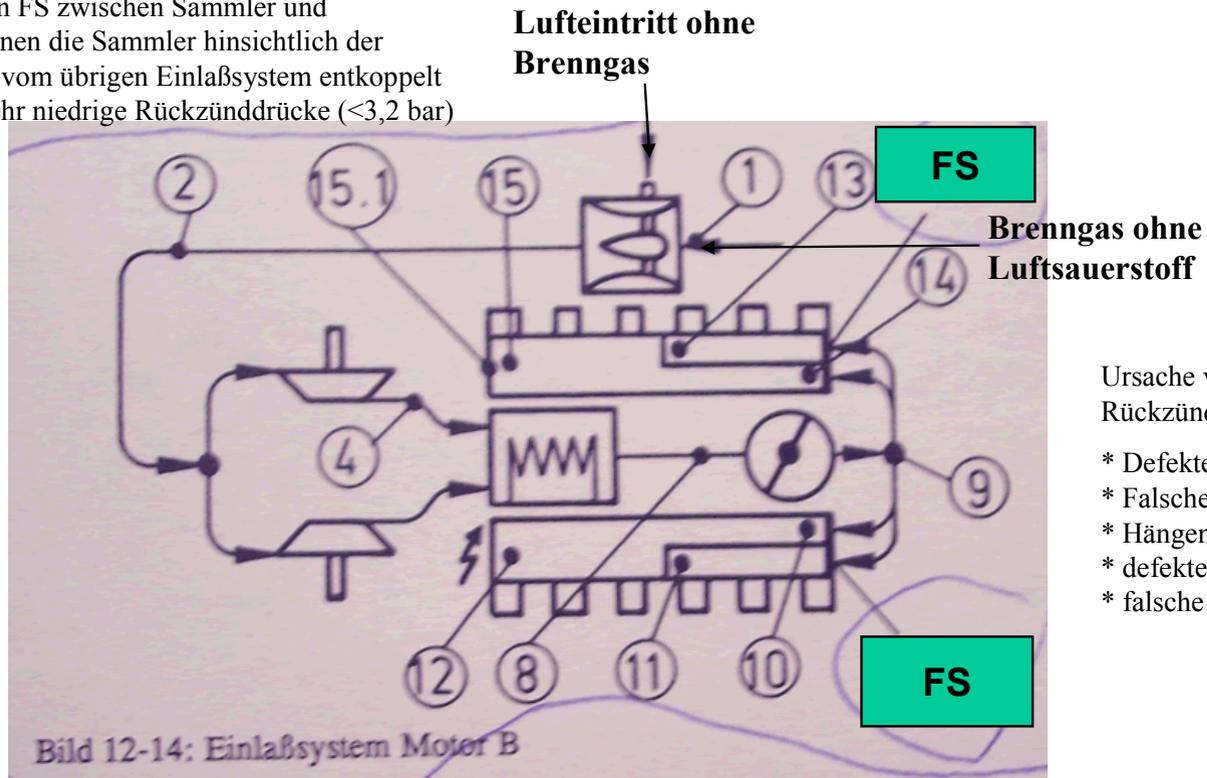
Schäden an:

Ventilen, Zylinderköpfen und Turbolader, da die Rohgasgrenzwerte überfahren wurde.

Vorbeugende Wartung: Tagesölbehälter und oder Durchführung von Rohgasanalysen

8. Risikoanalyse – Sinnhaftigkeit von Flammensperren (Einbauorte)

Durch den Einbau von FS zwischen Sammler und Gemischverteiler können die Sammler hinsichtlich der Flammenausbreitung vom übrigen Einlaßsystem entkoppelt werden, so daß nur sehr niedrige Rückzünddrücke (<3,2 bar) entstehen.



Ursache von Rückzündungen:

- * Defekte Zündanlage
- * Falscher Zündzeitpunkt
- * Hängendes Ventil
- * defekte Stößel
- * falsche Zündkerze

Quelle:

Hans – Jürgen Schiffgens,
FEV Motorentechnik mit JES, MAN, EES und MWM, 1990

8. Risikoanalyse

„Rest“ – Risiko Blitzschlag

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137



Sinnhaftigkeit von Blitzfangstangen

Das Risiko (R) für einen Blitzschaden ergibt sich aus:

$$R = N * P * \delta$$

N: Häufigkeit eines Blitzeinschlages

P: Schadenswahrscheinlichkeit

δ : Schadensfaktor zur quantitativen Bewertung – Schadenhöhe, Ausmaß

8. Risikoanalyse

Zündquellen

Vorhandensein von wirksamen Zündquellen:

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137

- **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

8. Risikoanalyse

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**



DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137

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

8. Risikoanalyse

Anfahrerschutz

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137



Reicht das ?

8. Risikoanalyse

Begehung mit der
zuständigen Feuerwehr

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137



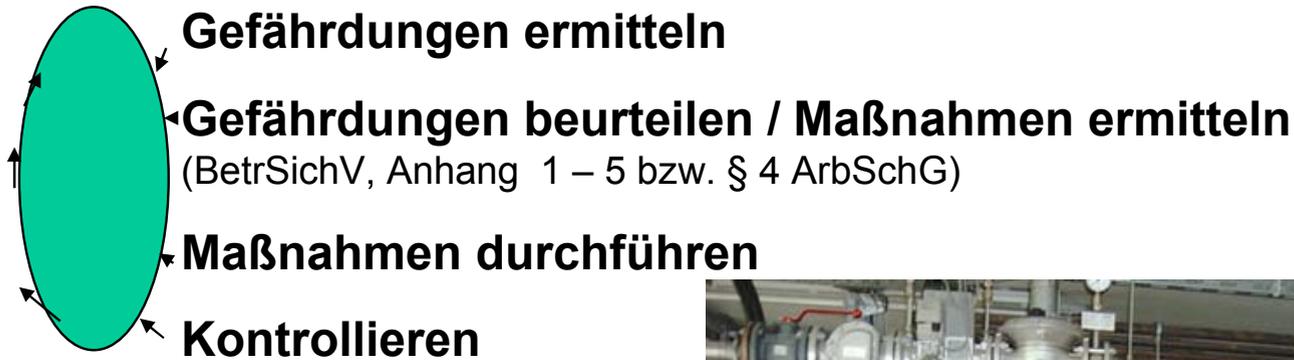
Brandschutzplan /
Brandschutzordnung

8. Risikoanalyse Gefährdungsbeurteilung als ständiger Kreislauf

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137



**Sie sehen also,
es gibt „wilde Anlagen“**

und

**Anlagen, die in einem Rechtsrahmen nach einer Genehmigung,
mit Abnahmen
mit Prüfungen
mit einer Dokumentation
mit einem guten BGB / VOB – Vertrag**

Errichtet worden sind und es gibt dennoch Unfälle und „Streit“

Leitsatz, Motto

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de, www.biogas-gutberaten.de

Tel: 0431 / 683814 und Fax 0431 / 2004137

**Kein Regelwerk und kein SV ersetzt das Denken
und
die Betriebserfahrungen der Betreiber
für die notwendige
Sicherheit
auf der Anlage**

**Ich bedanke mich für
Ihre Aufmerksamkeit!
Und bei weiterem Interesse
empfehlen wir eine Teilnahme an
einem unserer Seminare:**

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

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

Tagesseminare 2007

4. IX. Hamburg
23. X. Magdeburg
5. XI. Berlin
27. XI. München
4. XII. Gelsenkirchen /
AUFSchalke

Grundlagen Bio- und Deponiegas-
Technologie, Arbeitsschutz, Personenschutz, „ATEX“, Explosionsschutzdokument, Gefahrenanalyse, Risikoanalyse, CE – Kennzeichnung, Konformitätsbescheinigungen, BetrSichV, TRBS, Sicherheitsregeln
u.v.m.

