

Biogasanlagen

aus Sicht der Feuerwehr

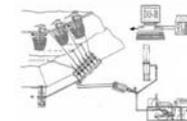
Nina Pingel, Brandmeister
DAS – IB GmbH, LFG- & Biogas - Technology, Kiel

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

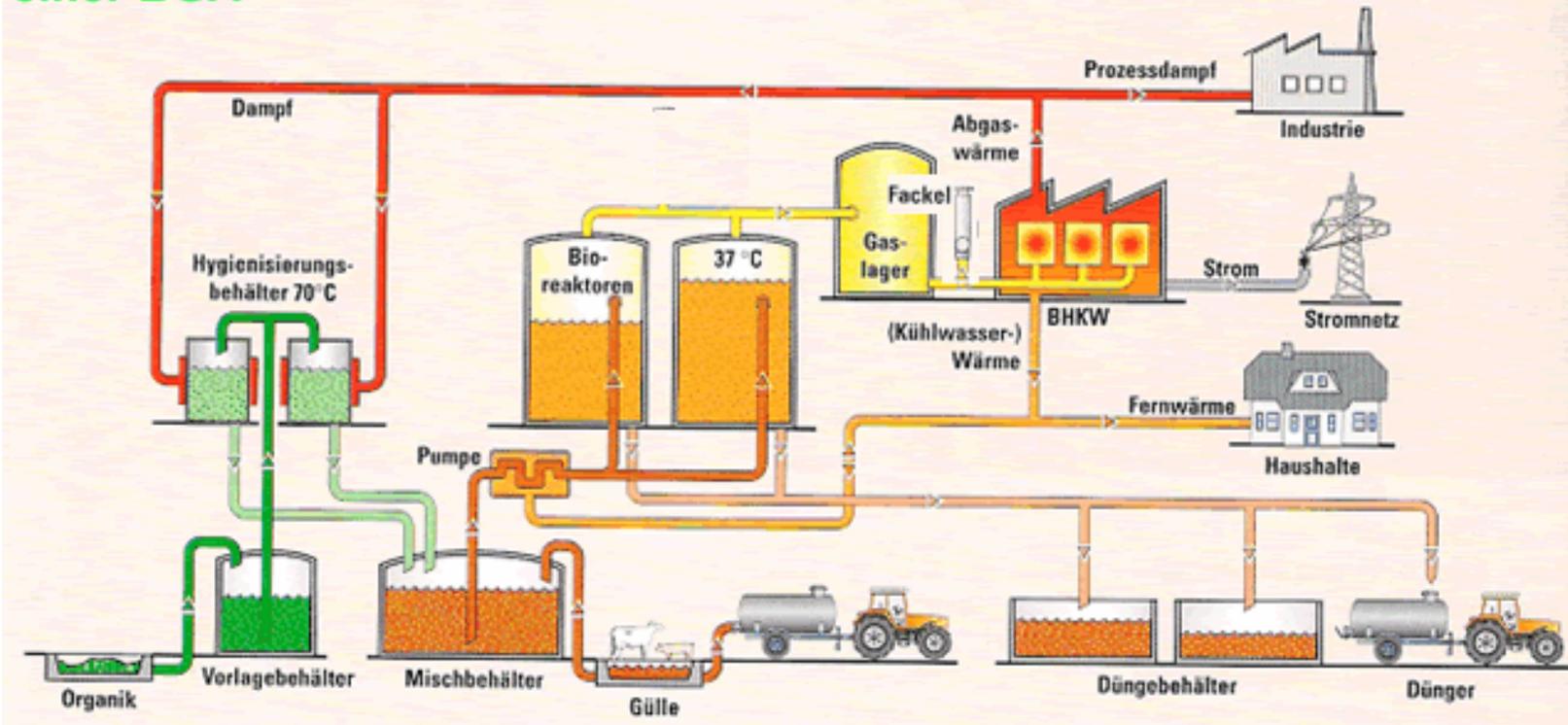


Funktionsprinzip

Aufbau & Komponenten einer BGA

Biogasanlage

www.das-ib.de



Vorgrube / Entnahmebehälter

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de



Feststoffdosierung



Fermenter: Behälterinnenansicht: Rührwerk, Heizleitungen



Fermenter: Behälterinnenansicht: Gurte und Netz unter Doppelmembrandach

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



Hochfermenter



Tunnelfermenter



- Bioabfallvergärung der AWR in Borgstedt

Pumpenraum



BHKW



Inputstoffe

Nachwachsende Rohstoffe

- Gülle
- Silage (Mais, Gras, Getreide,...)
- Getreide
- Zuckerrüben
-



Abfallvergärung

- Bioabfall
- Produktionsabfälle
- Schlachtabfälle
-



Outputstoffe

■ Gärsubstrat / Gärrest

- Gülleähnlich
- flüssig
- ggf. warm (bis 40°C, bei thermophilen Anlagen bis 55°C)
- ggf. hautreizend
- ggf. ausgasend

Outputstoffe

■ Biogas

- Methan (50 - 70 Vol.-%)
- Kohlendioxid (30 bis 50 Vol.-%)
- Schwefelwasserstoff (Spuren - 2 Vol.-%)
- Wasserstoff (< 1 Vol.-%)
- Ammoniak (< 2 Vol.-%)
- Wasserdampf / Kondensat (2 - 7 Vol.-%)

Outputstoffe

■ Biogas

- Dichte 1,0 – 1,3 kg/m³ (bei 20°C)
- ggf. warm und dadurch leichter
- UEG in Luft ca. 4,4 Vol.-% CH₄
- OEG in Luft ca. 16,5 Vol.-% CH₄
- Neigt zum Entmischen
- Zündtemperatur 537°C
- Brennt nicht
 - solange der Sauerstoffgehalt < 11,6 Vol %



- 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

Brandlast durch Biogas

■ Beispiel BGA Groß Vollstedt:

■ Fermenter	1.000 m ³
■ Nachgärer	5.000 m ³ (bei niedrigstem Substratfüllstand)
Summe:	6.000 m ³

Bei 53 % CH₄-Gehalt

5,3 kWh/Nm³ Brennstoffleistung => 31,8 MWh

Entspricht 3.000 kg Heizöl

Personenschutz

- **Sauerstoff (O₂):**
- Geruchlos, farblos
- Dichte ca. 1,24 kg / m³
- Nötig für Verbrennungsvorgänge
- < 17 Vol % Sauerstoffmangel, darunter erst Verminderung der Leistungsfähigkeit bis Bewusstlosigkeit und Tod bei ca. 6 – 8 Vol %
- deshalb > 20 Vol %,

Personenschutz

- **Kohlenstoffdioxid (CO₂):**
- Geruchlos, farblos
- Nicht brennbar
- Dichte ca. 2 kg / m³
- Ein erhöhter CO₂-Gehalt der Umgebungsluft verhindert die Abgabe von CO₂ aus der Atemluft
- MAK 5000ppm = 9.100 mg/m³ = 0,5 Vol %
- ab 1 Vol % erste Beeinträchtigungen und Schädigungen

Personenschutz

- **Methan (CH₄):**
- Geruchlos, farblos
- Dichte ca. 0,7 kg / m³
- Hochentzündlich
- 100 % UEG, Ex = 4,4 Vol %;
- Grenzwert: 20 % UEG = 0,9 Vol %

Schwefelwasserstoff

- **Schwefelwasserstoff (H₂S):**
- Farblos, Geruch nach faulen Eiern
- Dichte ca. 1,42 kg / m³
- Hochentzündlich (100 % UEG, Ex = 4,3 Vol %)
- Sehr giftig – kann kurzfristig zum Tod führen
- Lähmt den Geruchsnerve
- AGW = 5 ppm

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

0,003-0,02 - Geruchliche Wahrnehmbarkeit

3 - 10 - deutlich unangenehmer Geruch

20 - 30 - starker Geruch nach faulen Eiern

30 - widerlich süßlicher Gestank

50 - Augenbrennen und Konjunktivitis Bindehautentzündung

50 - 100 - Reizungen des Atemtraktes

100 - 200 - Verlust des Geruchssinns

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

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

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

Personenschutz

- **Wasserstoff (H₂):**
- Geruchlos, farblos
- Dichte ca. 0,1 kg / m³
- Ungiftig
- Hochentzündliches Gas
Bildet mit Luft explosionsfähiges Gemisch (Knallgas)
Bei hohen Ausströmgeschwindigkeiten Gefahr der
Selbstentzündung
- 100% UEG, Ex bei 4,0 Vol-%

Personenschutz

- **Ammoniak (NH₃):**
- Farblos, stechend riechend
- Dichte ca. 0,72 kg / m³
- Schwer brennbares Gas
- AGW 20 ppm
- stark reizende/ätzende Wirkung auf Augen, Atemwege und Haut, Gefahr schwerer Augen- und Atemwegschädigungen
- Konzentrationen von 1 Vol % wurden leichte Reizungen beobachtet, 3 Vol % über wenige Minuten verursachten stechenden Schmerz mit Verätzung und Blasenbildung

Ex-Zonen

- **Zone 0** Bereichen, in denen ständig mit dem Auftreten explosionsfähiger Gasgemische zu rechnen ist
- **Zone 1** Bereichen, in denen mit dem Auftreten explosionsfähiger Gasgemische zu rechnen ist
- **Zone 2** Bereichen, in denen selten mit dem Auftreten explosionsfähiger Gasgemische zu rechnen ist

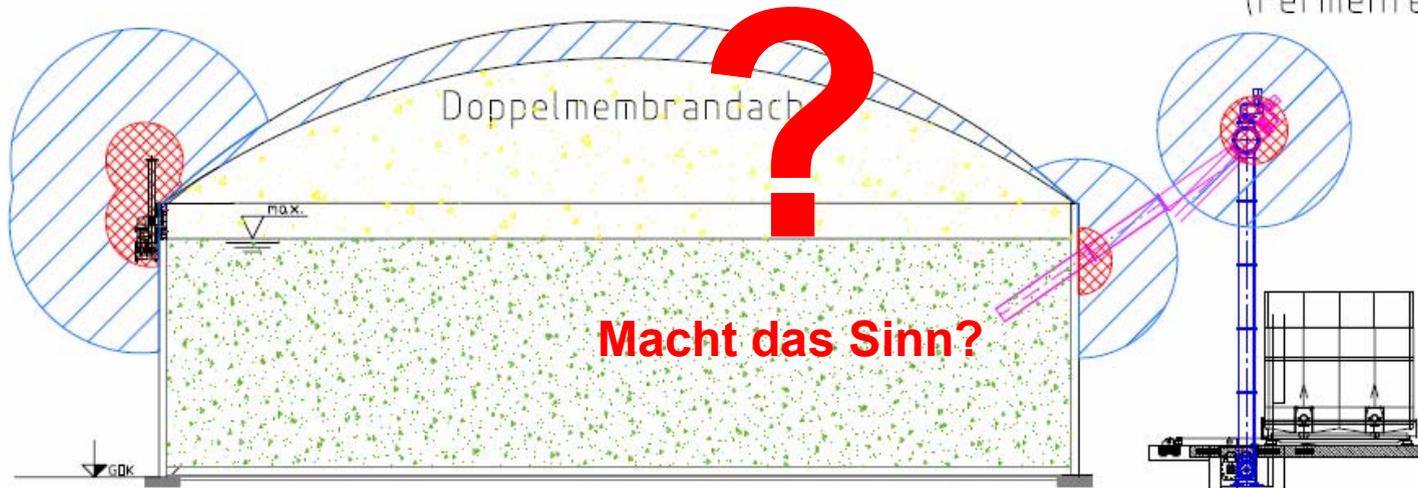
(Einteilung gilt für den / einen (Normalbetrieb) / FF:
erwartungsmäßigen Betriebszustand)

Über-/ Unterdrucksicherung, Eintrag Feststoffdosierer



Wassertasse
(Fermenter + Nachgärer)

Feststoff-
Eintrag
(Fermenter)



Ex-Zonen

Risiken von Biogasanlagen: explosionsfähige Atmosphäre

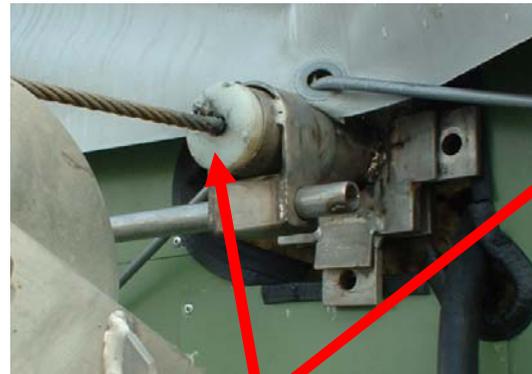


Überdruck-/Unterdrucksicherung am Fermenter



Austritt der Luft zum Aufblasen des Fermenterdachs

Regelmäßige
Abluftmessungen wg.
Gasdichtigkeit des
Zwischendachs



Gasdicht? Ex-Zone?



Durchführungen durch die Fermenterwand

ExZonen: Stopfschnecke Feststoffdosierer

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



Direkt an der Wellendurchführung **1 Vol.-%**

20 cm entfernt **50 ppm**

Gemessen bei Windstärke 4 in Windrichtung

ExZonen:

Anforderungen an Hersteller und Arbeitgeber

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

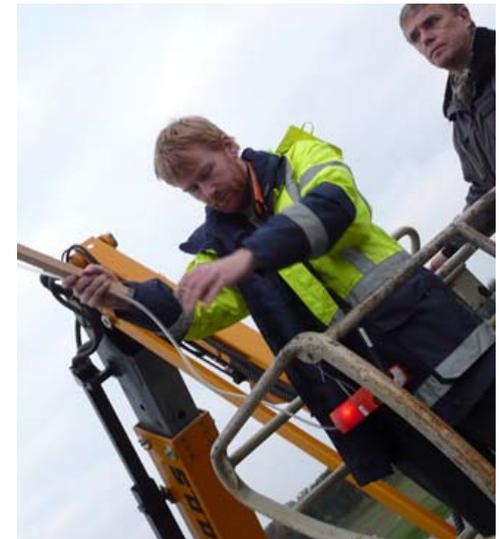
99/92/EG (ATEX 137) BetrSichV
Arbeitgeber / BETREIBER

Festlegung der Zoneneinteilung

Auswahl geeigneter Betriebsmittel

Konkret: 650 m³/h Abblasen ergaben ca. 3,25 MWth
ca. 1 m 100 % UEG Methan und höher

Ca. 3 m kein Nachweis bzw. ppm



X 2010

Gegenmaßnahmen:

- Einbau geschützter Bauteile (z.B. Meßtechnik am Fermenterkopf)
- Antistatische Kleidung
- Funken- /Ex-geschütztes Werkzeug
- Lüften (ggf. autom. im BHKW)
- Frei-Messen
- Nicht rauchen, kein offenes Feuer

Ex-Zonen-Pläne / Ex-Schutz-Dokumente
beschreiben den **Normalbetrieb**,
ggf. Wartung, Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme

Frage:

Kommen wir bei Normalbetrieb?

Vermeidung von Explosionen nach § 11 (2) Gefahrstoffverordnung, 26.XI.2010

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

Primärer Explosionsschutz:

Durch
Vermeidung der Bildung
explosionsgefährlicher
Atmosphäre

z.B.:

Gasanlage betriebsmäßig
optimieren und überwachen,
Inertisieren,
Sicherheitstechnische
Überwachung d.h.
Konzentrationsbegrenzung
unterhalb der unteren
oder oberhalb der oberen
Explosionsgrenze,
Lüften & Messen



Sekundärer Explosionsschutz

Durch
Vermeidung der Zündung
explosionsgefährlicher
Atmosphäre
Zündquellen siehe - > TRBS 2152
Teil 3 (März 2010)
EN 1127-1

Tertiärer Explosionsschutz

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

Ex-Zonen

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



Weitere brennbare Stoffe

- Schmieröl
- Zündöl



Weitere brennbare Stoffe

- Schaltschränke
- Motoren
- Batterien
- Trafos
-

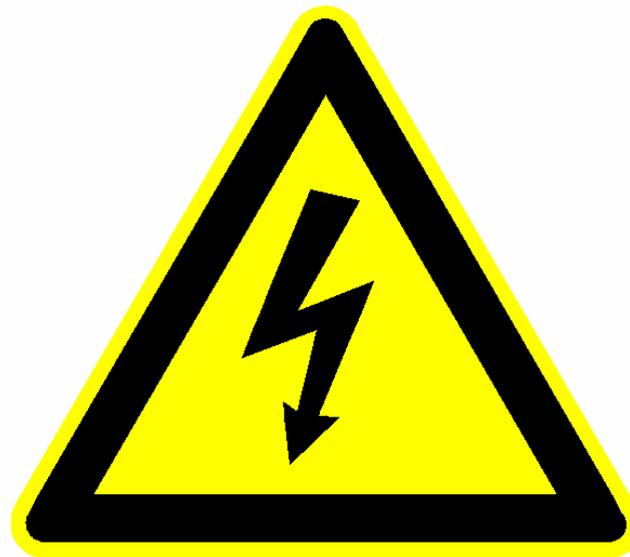


Elektrizität

- Versorgungsspannung 400 V
 - Generator – Trafo 400 V
 - Trafo – Netz 10 – 20 kV
- (Standard)

Sicherheitsabstände beachten:

- < 1 kV 1m / 5m
- > 1 kV 5m / 10m



Brandbekämpfung

■ Biogas

Brennendes Gas explodiert nicht
nicht löschen, solange die Gaszufuhr nicht
abgesperrt ist

■ BHKW

Gasleitung absperren, Not-Aus betätigen
Löschen mit Pulver, Schaum, CO₂

■ Schaltraum, Niederspannungsverteilung, Trafo

Gasleitung absperren, Not-Aus betätigen

Löschen mit CO₂

■ Gebäude

Löschen mit Wasser, Pulver, Schaum, CO₂

Anlagenteile, besonders Gaslager vor Funkenflug & Wärmestrahlung schützen

(Quelle: Merkblatt M-001- Brandschutz bei Biogasanlagen)

Elektrizität / BHKW abschalten

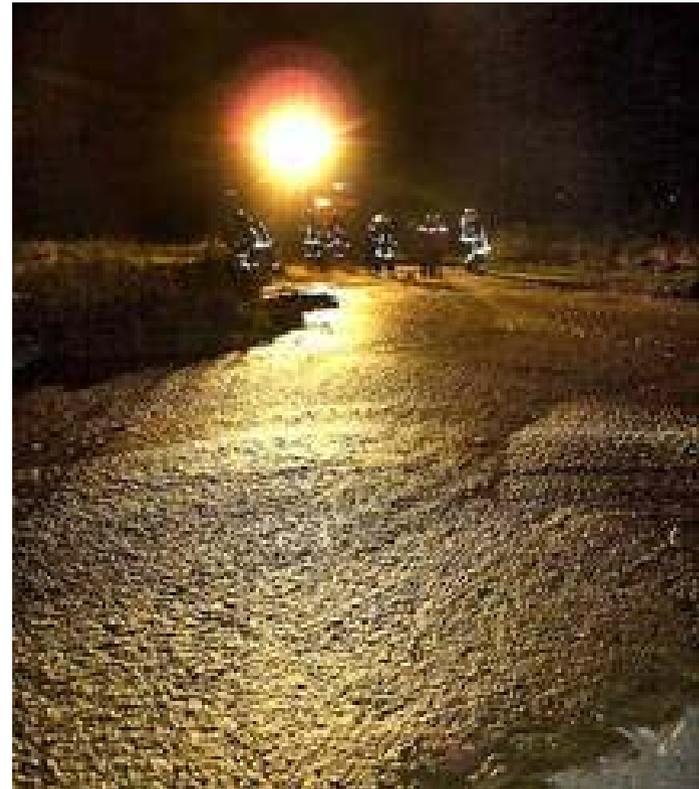
DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology
www.das-ib.de

(Zumindest Mittelspannung)



Sonstige Gefahren

- Umweltgefahren
 - Chemikalien
 - Gülle, Gärsubstrat
- Gesundheitsgefahren durch
 - Gärsubstrat
 - Gase
 - Hygienisch bedenkliche Stoffe



Sonstige Gefahren

■ CO₂ in Schächten

(Kondensatschacht,
Sickersaftschacht)



Gefahrenmatrix

Gefahr	A	A	A	A	B	C	E	E	E	E
	Atem- gifte	Angst- reaktion	Aus- breitung	Atomare	Bio- logische	chemisc he	Erkrank- ung	Explosio n	Elektrizit ät	Einsturz / Absturz
Menschen	✗	✗	✗		✗	✗	✗	✗	✗	✗
Tiere	?	?	?		?	?	?	?	?	?
Umwelt	✗		✗		✗	✗				
Sachwerte			✗			✗		✗	✗	✗
Mannschaft	✗	✗	✗		✗	✗	✗	✗	✗	✗
Gerät			✗			✗		✗	✗	✗

Vorbeugender Brandschutz

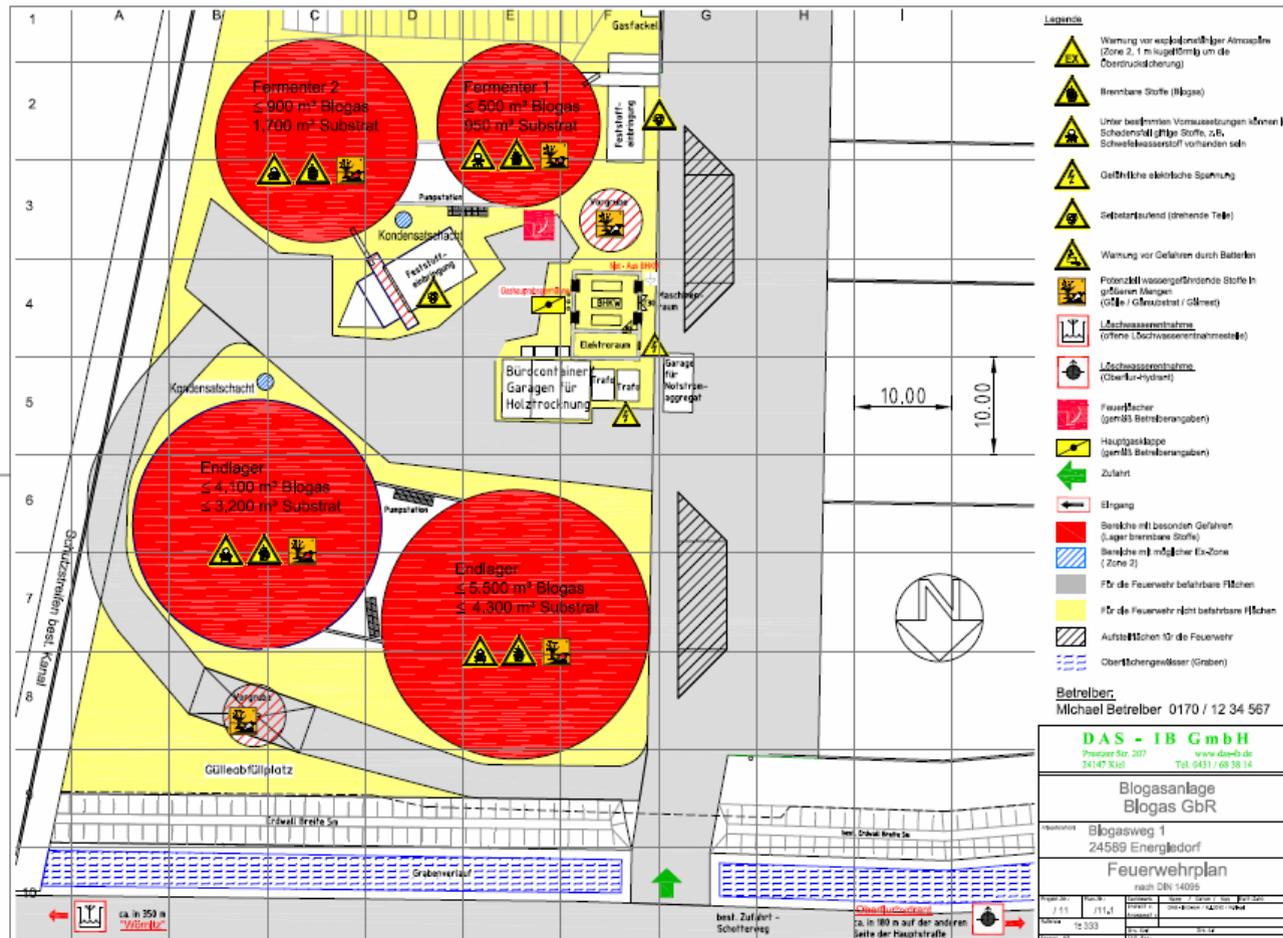
- Ansprechpartner im Notfall
- Feuerwehrpläne / Brandschutzkonzept
- Anfahrtswege, Zufahrten
- Zugänge (Schlüssel)
- Löschwasserversorgung

■ Ortskenntnis !!

Feuerwehrplan

- Ex-Zonen
- Raster
- Löschwasserversorgung
- Absperrmöglichkeit Gasleitung
- Lager brennbare Stoffe

Feuerwehrpläne



Flucht – und Rettungswege sowie Sammelplätze im Havariefall nicht vergessen



Hilfsmittel im Einsatz

- Windsack
- Gasmeßgerät
- Ex geschütztes Funkgerät



Hilfsmittel im Einsatz



Arbeitskleidung kann Leben retten!

Bringen Sie sich nicht unnötig in Gefahr



Schäden an Biogasanlagen

Ausführungshighlights ohne Schäden, bis dato ...



Schäden an Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de



Ausführungshighlights ohne Schäden, bis dato ...



Schäden an Biogasanlagen

Ausführungshighlights ohne Schäden, bis dato ... Kondensatschacht Zone 0



■ Schäden an Biogasanlagen

Quelle: Montag, 25.VII.2011

<http://www.lr-online.de/regionen/senftenberg/Nach-Explosion-im-Biogaspark-Lauchhammer-bangt-Geschaeftsfuehrer-mit-den-Opfern:art1054.3435584?fCMS=872ec00988e5b55fe50fd1b4ab4cc38bf>

Nach Explosion im Biogaspark Lauchhammer bangt Geschäftsführer mit den Opfern

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



Explosion in einer GVS

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de



Was fehlt ??



Schäden an Biogasanlagen



Photos: je zweimal Toni Baumann,
re Umwelttechnik Bojahr

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

Schäden an Biogasanlagen



Bild - Quelle:

Mit freundlicher Genehmigung

Toni Baumann I2008

Arbeiten im Schacht am Fermentergasraum ohne Messungen und Lüftung – und wie hätten Sie gearbeitet bzw. gerettet?

Schäden an Biogasanlagen

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de



**Gasfreisetzungen
beachten**

Schäden an Biogasanlagen



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



Höhe zur Decke?
Isolierung?

Abgas-
temperaturen,
Abgasmengen



Undichte
Abgasleitung
unten

IF&S 2009



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



IX 2010

Schäden an Biogasanlagen

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



Undichter Gassack – Brand zwischen den Querlüftungen erlosch bei ca. 60 % Restfüllstand im Gassack, da nichtgenügend O₂ mehr vorhanden war.

Brandschaden / Explosionsschaden

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



August 2010

Schäden an Biogasanlagen

Risikoanalyse .. Restrisiko, Rettungskräfte – Gasaustritt großflächig



Schäden an Biogasanlagen

Explosion im Betriebsraum einer BGA



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

Bild - Quelle:

Mit freundlicher Genehmigung

R. Lange, Ing.consult — April
2007

Schäden an Biogasanlagen

Schwefelwasserstoff (H₂S): Personenschutz

MAK 10ppm **AGW 5 ppm = 7 mg/m³ = 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.**



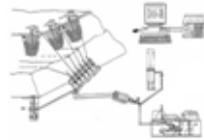
Nur mit schweren Atemschutzgerät konnten die Helfer das Gelände betreten. Foto: zz

Literaturhinweise

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

- Merkblatt M-001-Brandschutz bei Biogasanlagen
(Fachverband Biogas, www.biogas.org)
- www.das-ib.de

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



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

Beratung, Planung, Projektierung
Schulungen, Seminare, Tagungen
Sachverständigentätigkeit

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



**Ich bedanke mich für
Ihre Aufmerksamkeit !**