

Umsetzung der BetrSichV auf Deponien und BGAs – „Nichts ist unmöglich“ oder „Die Freiheit nehme ich mir“

Für SICK MAIHAK, Juni 2008

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



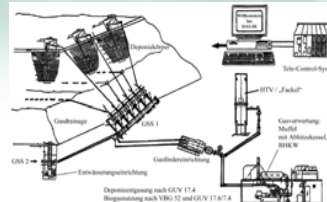
**Mitglied im AK Sicherheit des Fachverband Biogas e.V.
Sachverständiger nach § 29a BImSchG
und
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger bei
der IHK zu Kiel für die Sachgebiete:
Klär-, Deponie-, Bio - Gastechologie**

DAS – IB GmbH

DeponieAnlagenbauStachowitz

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

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



Kaufmännischer Sitz:
Flintbeker Str. 55
D 24113 Kiel
Technischer Sitz:
Preetzer Str. 207
24147 Kiel
Tel. # 49 / 431 / 683814
Fax # 49 / 431 / 2004137
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



Bio- und Deponiegas Fachtagung 2008
Synergien nutzen und voneinander lernen II

Tagungsbuch

Zusätzlich mit

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

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

Sensibilisierung /

Vermeidung:

Explosion in einer GVS



Explosionsschaden BGA in Oggenried / Allgäu



SV Dietrich: Undichtigkeit Flansch am Gassack sowie folgende Wanddurchführungen

Bild - Quelle: Tagungsbuch „Hannover“ Aktuelle Schadenfälle ..

Havarie BGA Riedlingen – keine Explosion als Schadensursache



BGA Riedlingen, Photo oben links von Krieg & Fischer,

Keine Anzeichen einer Explosion ... wie ist ein solcher Behälter „statisch“ richtig ausgelegt?

DAS – IB GmbH, LFG- & Biogas – Technology, www.das-ib.de , LFG - & Biogas - Technology
MBA Havarie - Göttingen



**Unsere Aufgabe:
Schadensursache
herausfinden**



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

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



Höhe zur Decke?
Isolierung?

Abgastemperaturen,
Abgasmengen



Explosion im Betriebsraum einer BGA



Bild - Quelle:

Mit freundlicher Genehmigung

R. Lange, Ing.consult — April
2007

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



Leitsatz, Motto

**Kein Regelwerk ersetzt Ihr Denken
und
Ihre Betriebserfahrungen
(„Gefahrenanalyse by doing“:
Wartungen, Prüfungen, Tests, Optimierungen etc.)
für die notwendige
Sicherheit
auf Ihrer Anlage**

RANGFOLGE

für die Regelungen zur Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

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.

Biogas,- Deponiegas u. Klärgasanlagen sind keine „Überwachungsbedürftige Anlagen“, können aber aus Komponenten bestehen die „Überwachungsbedürftig“ sind z.B. „EX – Gaswarnanlage, Druckluftsystem

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

RANGFOLGE

**für die Regelungen zur Arbeitssicherheit
und Gesundheitsschutz**

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

DIN – Normen und ähnliche Regelwerke sind keine Rechtsnormen, unterliegen Wandlungen und sind keineswegs eine erschöpfende Auskunft über sog. allgemein anerkannten Regeln der Technik

(vergl. BGH NJW 1998, 2814 – Institut für Sachverständigenwesen e.V. „Todsünden des Sachverständigen“ S. 15 ff)

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 ähnlich BetrSichV – doch wer weiß das?

Im Rahmen dieser Gesetze und Verordnungen hat der **Arbeitgeber** u.a.:

- Eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen
- Schutzmaßnahmen zu fixieren
- Unterweisungen durchzuführen

Nicht die Behörde, BG, Sachverständige
oder andere Dritte?

Gefahrstoffverordnung

Im Rahmen der Gefahrstoffverordnung haben Sie
(Arbeitgeber) ebenfalls u.a.:

- Gefährdungsbeurteilung
- Schutzmaßnahmen
- Unterweisungen

durchzuführen

**Für die Durchführung der
Gefährdungsbeurteilung ist der
Arbeitgeber,**

**für die Durchführung der
sicherheitstechnischen Bewertung
ist der Betreiber verantwortlich.**

u.a. TRBS 1111

1. Hintergrund: ATEX – was steht dahinter

ATmosphäre **EX**plosible – explosionsfähige Atmosphäre

Vier Buchstaben

..... zwei große Richtlinien

ATEX 100a in der Branche bekannt, jetzt **ATEX 95** oder **Richtlinie 94/9/EG** vom **23.3.1994**

„.... Geräte und Schutzsysteme“ Umsetzung durch **11.GPSGV** in D Stand: 1.2004

ATEX 137 (118) auch als **Richtlinie 99/92/EG** vom **16.12.1999** bezeichnet

„ ... **Mindestvorschriften Gesundheitsschutz und Sicherheit der Arbeitnehmer ...**“

und ist in die **Betriebssicherheitsverordnung (BetriebSichV)** vom **27. Sept. 2002** eingeflossen

Letzte Änderung: Bundesgesetzblatt 74 vom 30.XII.2004

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**



99/92/EG (ATEX 137) BetriebSichV

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



Allgemeine Vorschriften, Abschnitt 1

§ 1 Anwendungsbereich

Bereitstellung und Benutzung von Arbeitsmittel Arbeitgeber < - > Beschäftigte

Nicht: eigenes Werkzeug ! Nicht: unbenutzte Kranbahn Nicht: ein Bauer BGA !!!!

.. überwachungsbedürftige Anlagen

Dampfkessel, Druckbehälter, ...

.... Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen ..

**Druckbehälterverordnung, Dampfkesselverordnung, Gashochdruckleitungen,
ElexV, VbF, AMBV.....**

Diese und andere Verordnungen wurden nach § 11 1.GSGV aufgehoben !!!

ATEX 137 (99/92/EG) - >

BetrSichV

BetrSichV / ATEX 137 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

Begriffe und Definitionen aus EN 60079-10 / VDE 0165 Teil 101

Explosionsfähige Gas - Atmosphäre:

Unter atmosphärischen Bedingungen vorliegendes Gemisch von Luft und einem brennbaren Material in Form von **Gas, Dampf**, Nebel oder Staub, in dem sich nach Zündung die Verbrennung im gesamten unverbrauchten Gemisch fortpflanzt.

Explosionsgefährdeter Bereich:

Bereich, in dem eine explosionsfähige Gasatmosphäre in solchen Mengen vorliegt oder erwartet werden kann, dass Maßnahmen hinsichtlich der Bauweise, der Installation und der Verwendung von elektrischen Betriebsmitteln erforderlich sind.

Zonen Achtung: selbst in Si-Regeln für landwirtschaftliche BGAs v. 5.IX.02 ALT:

Gefährdete Bereiche werden nach der Häufigkeit des Auftretens und der Dauer des Vorhandenseins einer explosionsfähigen Gasatmosphäre wie folgt in Zonen aufgeteilt:

Zone 0

Alt: Umfasst Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel ständig oder langfristig vorhanden ist.

Neu: 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 0 können z. B. sein

1. das Innere von Gasbrunnen (z. B. Filterrohr), / Fermenter bei Revisionen / Störungen
2. das Innere von Schächten im Leitungssystem, bei Revisionen / Störungen
3. das Innere von Rohrleitungen, bei Revisionen / Störungen
4. das Innere von Gassammelstationen (z. B. von Gasbrunnen / Fermenter bis Rohgasanalyse), bei Revisionen / Störungen und Überdruckbetrieb

Die Positionen 2 bis 4 kommen nur in Betracht, wenn das Gasfassungssystem (Gasbrunnen, Gassammelstation) nicht kontinuierlich optimiert und gemessen wird.

Was ist Ihr NORMALBETRIEB??



Zone 1

Zone 1

Alt: Umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel gelegentlich auftritt.

Neu: 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 1 können z. B. sein

1. die nähere Umgebung der Zone 0,
2. der nähere Bereich von Messstutzen, Ausblasleitungen, ... Auslösung der Raumluftüberwachungen
3. der nähere Bereich um Verbindungen, die betriebsmäßig regelmäßig gelöst werden (Dichtigkeitsprüfung?),
4. das Innere von Gruben und Schächten (z. B. Gasbrunnenkopf im Überdruck und keine Dichtigkeitsprüfungen),
5. wie Zone 0, Punkt 1 - 3, wenn durch Bauart oder Messungen sichergestellt ist, dass explosionsfähige Gemische nur gelegentlich auftreten können.

Was ist Ihr NORMALBETRIEB??

Auf Ihrer Anlage!

Zone 2

Zone 2

Alt: Umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel nur selten und dann auch nur kurzzeitig auftritt.

Neu: 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.

Zone 2 können z. B. sein

1. Bereiche, die die Zonen 0 oder 1 umgeben,
2. Bereiche um lösbare Verbindungen von Rohrleitungen, Dichtigkeitsprüfungen ?
3. wie Zone 0, Punkt 1 - 3, wenn durch Bauart oder Messungen sichergestellt ist, dass explosionsfähige Gemische nur kurzzeitig auftreten können. Ausreichende Lüftungen? Und Kontrollmessungen ?

Was ist Ihr NORMALBETRIEB??

Auf Ihrer Anlage!

Was ist NORMAL ? Definition nach BetrSichV und TRBS 2152

**Als Normalbetrieb gilt der Zustand,
in dem die Arbeitsmittel und Anlagen
innerhalb ihrer
Auslegungsparameter benutzt
und betrieben werden.**

Info: Wartungen, An – und Abfahrbetriebe sind gesondert zu betrachten und ggfs. zusätzliche / andere Schutzmaßnahmen festzulegen.

Wer soll die Zoneneinteilung vornehmen??

Die Zoneneinteilung sollte von Personen vorgenommen werden, die **Kenntnis** von den Eigenschaften der brennbaren Stoffe, des Prozesses und der Betriebsmittel haben, ggfs. in Zusammenarbeit mit dem betreffenden sicherheits-, elektro-, maschinentechnischen und sonstigen ingenieurtechnischen Personal.

??



Gefährdungsanalyse und Risikobewertung

Explosionsfähige Atmosphäre > 10 l °1

- Medium ?
- Operationen / Betrieb ? (Wann:
Definition Normalbetrieb
- Wie häufig ?

Zündquellen

- Potentiell gefährdete Bauteile
- Zündquelle bei Normalbetrieb / Störung ?
- Zündwirksamkeit

Risikobewertung

- Kombination von Wahrscheinlichkeit und Auswirkungen (Explosion oder
Verpuffung / Verbrennung)
 - Wahrscheinlichkeit der Ex – Atmosphäre (Zonendefinition)
 - Wahrscheinlichkeit der Zündquelle (Kategorie)

Risikoeinschätzung /

BetriebSichV - > § 3 Gefährdungsbeurteilung

Wahrscheinlichkeit des Eintritts des Schadens

Häufigkeit und Dauer der Gefährdungsexposition // Vermeidung des EX - Gemisch

Eintrittswahrscheinlichkeit eines Gefährdungsereignis // Vermeidung der Zündquelle

Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung / Auswirkung des Schadens



Stachowitz Jan 2005

Vorhersage unerwünschter Ereignisse

Propheten

Handleser

Wahrsager

Orakel

Risikoanalyse?

Risiko:

Eintrittswahrscheinlichkeit

x

Tragweite des Ereignis

WAHRSCHEINLICHKEIT

KONSEQUENZ (Auswirkung)

Funktion / Produkt von

SICHERHEIT herrscht vor, wenn das Risiko vertretbar ist !

Todesfälle: Insektenstiche > Rasen mähen > Autofahrt M – HH > >> Biogasunfälle

Häufig / selten / unwahrscheinlich

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:

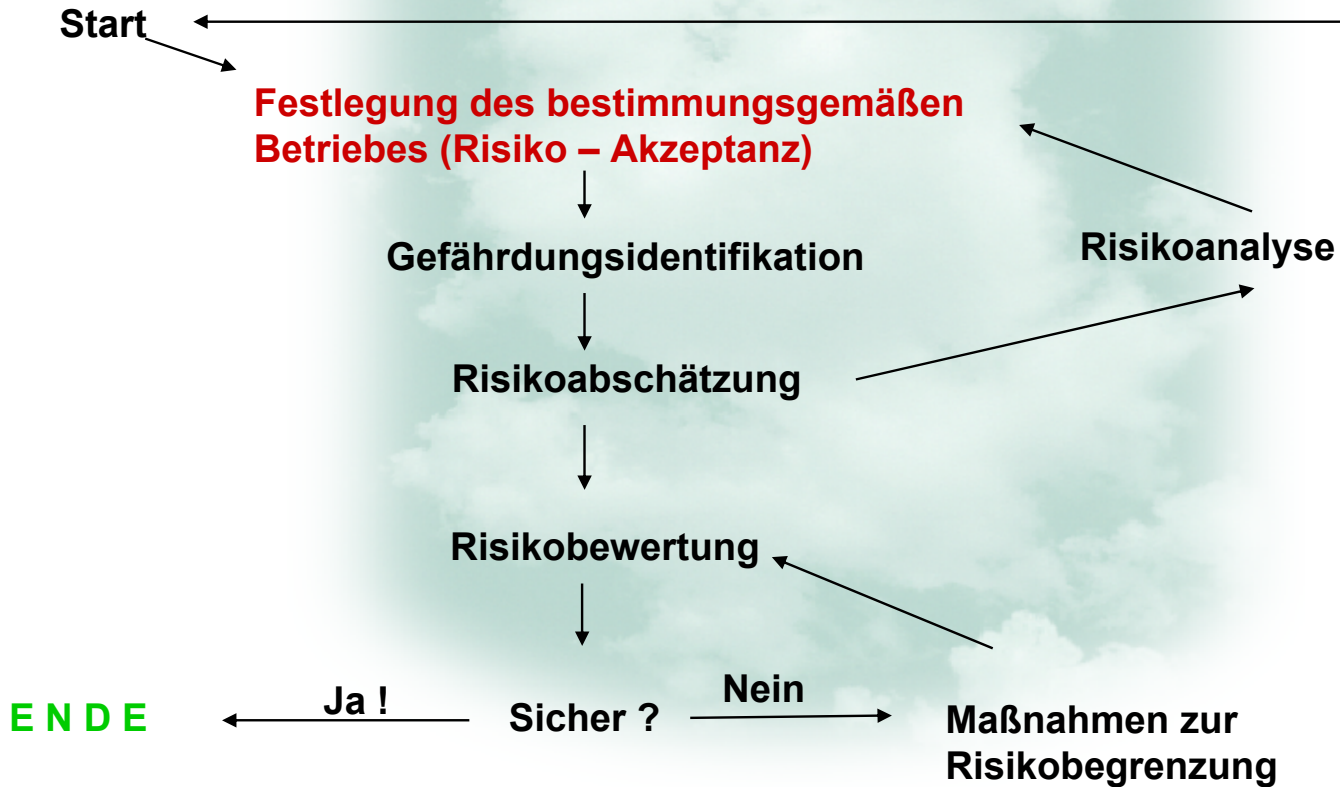
- **Blitzschlag** - > **direkt und indirekt (Induktion)**
- **Elektromagnetische Wellen 10.000 Hz – 3. 000. 000. 000. 000 Hz (HF)**
- > **Funksender, Schweißmaschinen**
- **Elektromagnetische Wellen 300. 000. 000. 000 Hz**
- **3. 000. 000. 000. 000. 000 Hz**
- > **Fokussierung, starke Laserstrahlung**
- **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

Gefährdungsanalyse: Der iterative Weg zur Sicherheit



Einleitung

Sumpfgas - > A. Volta 1794

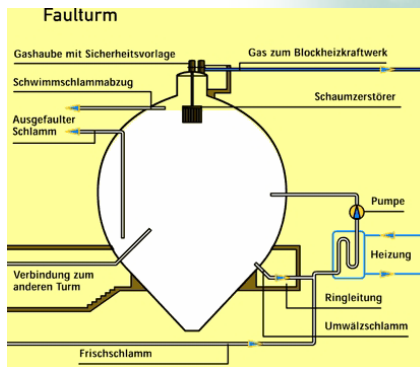
Die Methangärung, die auch die Grundlage für die Entstehung von Biogasen (z.B.: Deponiegas) darstellt, ist ein wichtiges Glied im Stoffkreislauf der Natur. Sie ist die letzte Stufe einer Kette von Gärungen, die die Umwandlung komplexer, hochmolekularer organischer Substanz in gasförmige Endprodukte, wie Methan und Kohlendioxid zum Ergebnis hat.

Mit nur wenigen Ausnahmen können alle organischen Naturstoffe diesem anaeroben Umsetzungsprozess (unter Ausschluß von Sauerstoff) unterworfen werden. An diesem Vorgang ist eine große Anzahl, von in komplexer Abhängigkeit stehender Mikroorganismen (Bakterien) beteiligt. Natürliche Standorte solcher Mischpopulationen sind in der Natur z.B.: Sümpfe, Reisfelder, Moore, Schlammschichten in Seen, Flüssen und Meeren, Güllegruben, der Pansen von Wiederkäuern (z.B.: Kühen), etc. Jährlich werden auf diese Weise ca. 300 bis 400 Mio Mg Methan gebildet. Nach einer Abschätzung des IPCC (International Panel on Climate Change) entfallen davon auf Deponien etwa 10 %, was einem Energiepotenzial nur für Deponien von rd. 500 Mio. GWh/a entspricht (Dichte von Methan $\rho=0,7143 \text{ kg/m}^3$; Heizwert von Methan $H_u= 10 \text{ kWh/m}^3$).



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

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

Geplant 2006 ca. Σ 650 MW el

Deponien ca. 220 MW el



MBA

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 Deponiegas besteht dann aus **55 bis 60 Vol % Methan** sowie **40 bis 45 Vol % Kohlendioxid**. Im Zeitraum von Jahrzehnten kommen weitere Phasen hinzu.

Das Biogas besteht dann aus **50 bis 70 Vol % Methan** sowie **30 bis 50 Vol % Kohlendioxid**, sowie Spuren von Schwefelwasserstoff (bis 20.000ppm), Wasserstoff (< 1 Vol %) und Ammoniak (< 2 Vol %) sowie Wasserdampf / Kondensat (< 2 – 7 Vol %).
Ca. **50 Vol % CH₄** z.B. bei NawaRo Mais !

Je höher je wärmer:
Thermophil

Anlagensicherheit & Anlagenoptimierung

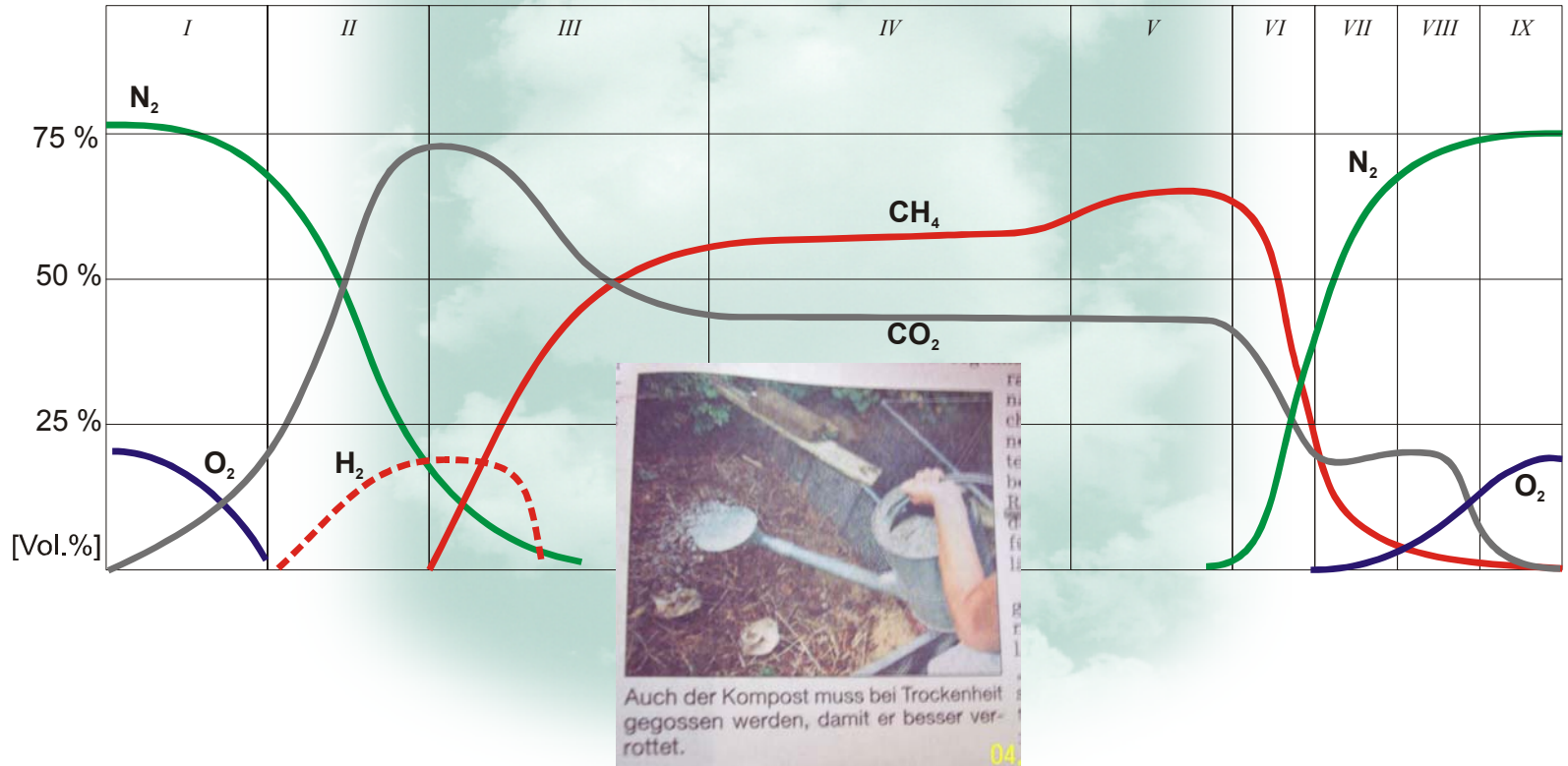
Das **Biogas** besteht dann aus **50 bis 70 Vol % Methan ...** sowie Spuren von Schwefelwasserstoff (bis 20.000ppm), ... und die Sauerstoffdosierung sollte < 2,4 Vol % sein

Kontinuierliche Rohgasanalyse:
CH₄: Motorsteuerung und Ex - Schutz
O₂: Ex – Schutz und H₂S – Fällung – Anlagenoptimierung
H₂S: Anlagenoptimierung



Stachowitz, Juni 2007

3.3 Zeitlicher Verlauf Normalbetrieb??



Verlauf der Deponiegaszusammensetzung in Abhängigkeit von der Zeit (Farquhar/Rovers 1973) mit Langzeitmodell Franzius 1981 sowie Rettenberger & Mezger 1992

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:

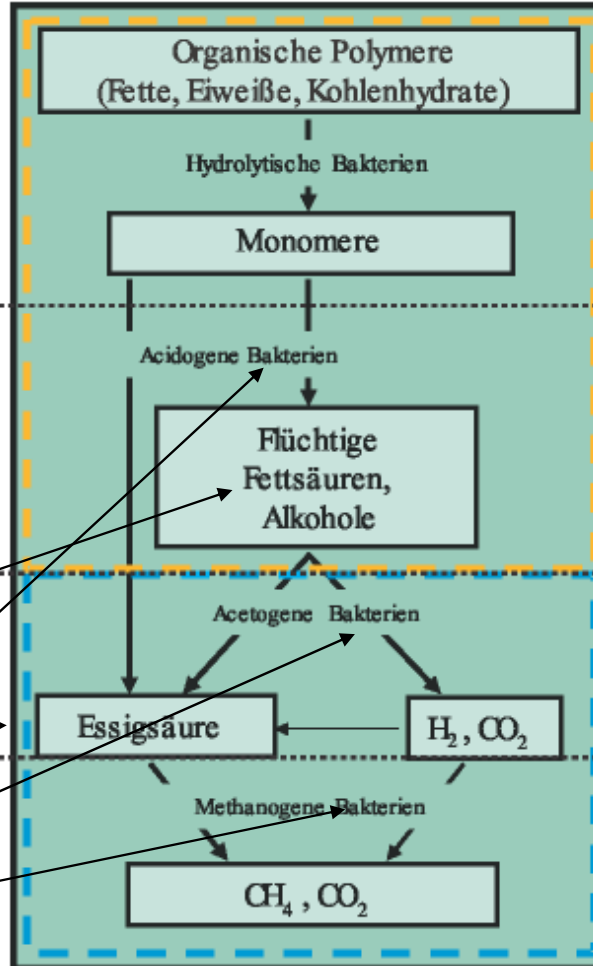
Lebensgemeinschaften der Bakterien

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

Bereiche

Strukturierung von Deponiegasanlagen / Biogasanlagen in explosionsschutzrelevante Bereiche als Basis für eine Zoneneinteilung

Eine Deponiegasabsauganlage / Biogasanlage kann bezüglich der Beurteilung des durchzuführenden Explosionsschutzes in drei Bereiche eingeteilt werden:

1. Gasführende Anlagenteile im Unterdruckbereich.
2. Gasführende Anlagenteile im Überdruckbereich.
3. Umgebung der gasführenden Anlagenteile.

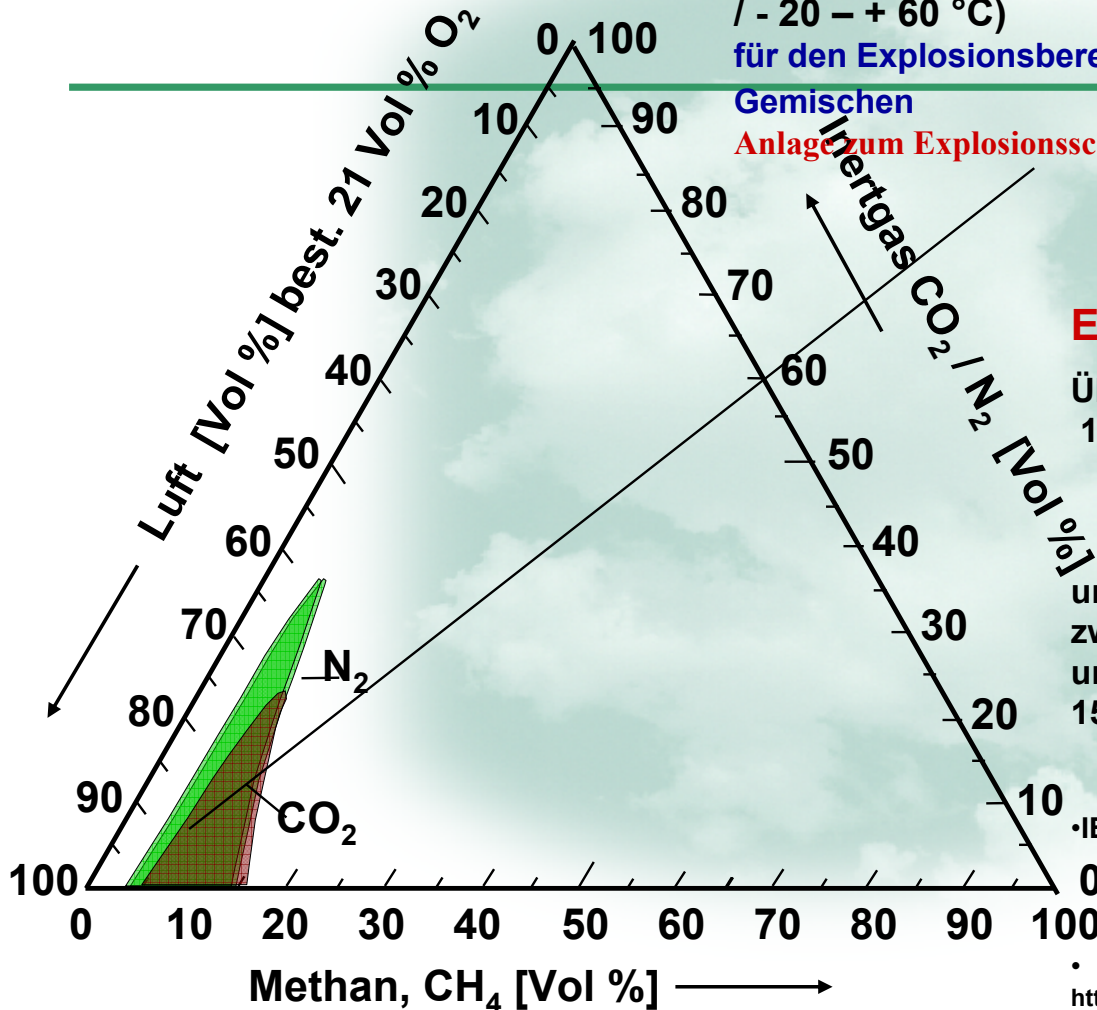


Dreistoffdiagramm, atmosphärisch (0,8 – 1,1 bar_a
/ - 20 – + 60 °C)

für den Explosionsbereich Methan / Luft / CO₂- N₂ –

Gemischen

Anlage zum Explosionsschutzdokument



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

<http://www.hvbg.de/d/bia/gestis/stoffdb/index.html>

Explosion

Primärer Explosionsschutz:

Durch
Vermeidung der Bildung
explosionsgefährlicher
Atmosphäre

z.B.:
Gasanlage betriebsmäßig
optimieren und überwachen,
Inertisieren,
Konzentrationsbegrenzung
unterhalb der unteren
Explosionsgrenze



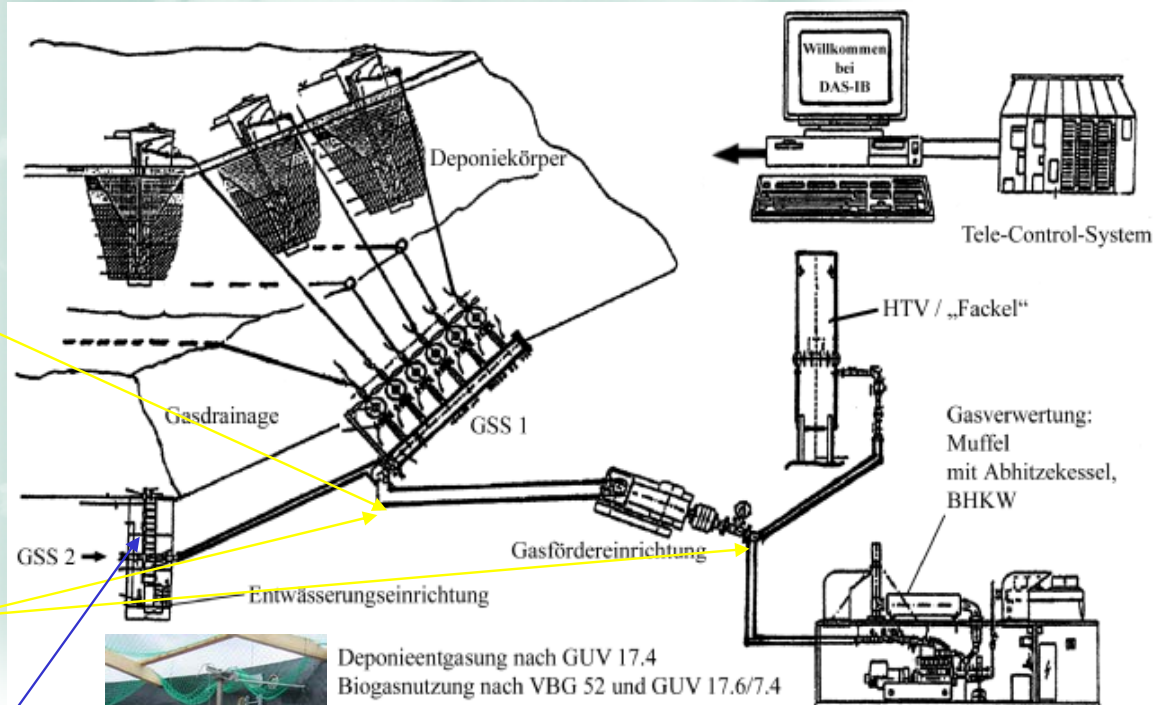
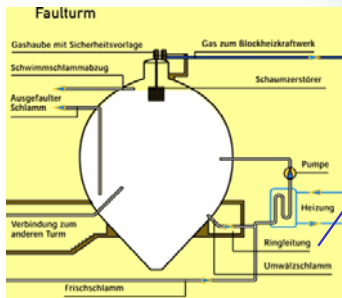
Sekundärer Explosionsschutz

Durch
Vermeidung der Zündung
explosionsgefährlicher
Atmosphäre
Zündquellen - > nächste Folie

Tertiärer Explosionsschutz

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

Gefahrenanalyse mit Zoneneinteilung für den Normalbetrieb



3.6 Gestaltungsspielräume

Die Freiheit nehme ich mir

**Am Ende bleibt: mehr Eigenverantwortung !!
und Gestaltungsmöglichkeiten für betriebliche
Regelungen**

**Hier die Zonen „festlegen“ und dann die
Arbeitsmittel nach 94/9/EG
für diese Zonen einsetzen !**

„Nichts ist unmöglich“

+

„Entdecke die Möglichkeiten“

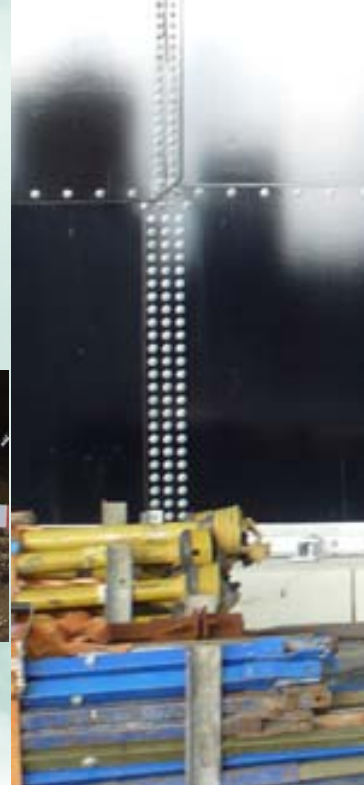
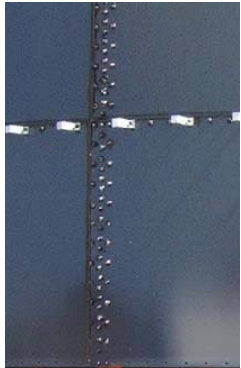
Anzahl der tödlichen Unfälle pro 100 Mill. h (Quelle: INBUREX):

Sensibilisierung / Ursache:

Explosion in einer GVS



**Druckseitige
Entwässerung /
Kondensatablaß**



Harvestore / Farmatic

GLS Tanks: BGA Riedlingen

GLS Tanks: BGA SAZA

KBU / Wolf : MBA Deiderode



Noch Fragen?



Wissen ist wenn man weiß wo es steht:
www.das-ib.de

Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit!

Bei weiterem Interesse empfehlen wir eine
Teilnahme an einem unserer Seminare oder
den Kauf unseres Biogashandbuches bzw.
das Tagungsbuch 2008
„Hannover“ oder „Dessau“

DAS – IB GmbH
LFG - & Biogas - Technology

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betreiberpersonal
- 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

Tagesseminare 2008

9. IX. Schwerin

14. X. Würzburg

28. X. Halle / Leipzig

10. XI. Gelsenkirchen /

AUFSchalke

4. XII. Hannover

Stand der

Sicherheitsregeln,

Grundlagen Bio- und

Deponiegas-Technologie,

Arbeitsschutz, Personenschutz,

„ATEX“,

Explosionsschutzdokument,

Gefahrenanalyse, Risiko-

Analyse, CE – Kennzeichnung,

Konformitätsbescheinigungen,

BetrSichV,

TRBS, Sicherheitsregeln

u.v.m.

DAS - IB GmbH DeponieAnlagenbauStachowitz LFG - & Biogas-Technology

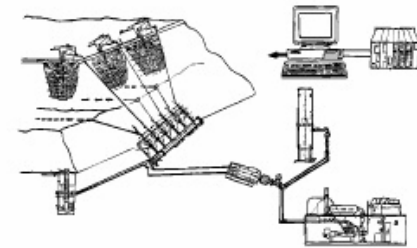
Biogas-, Klärgas- u. Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betreiberpersonal
- Sachverständigentätigkeit (u.a. § 29a BImSchG und öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger)

Technischer Sitz:
Preetzer Str. 207
D-24147 Kiel

Kaufmännischer Sitz/
Rechnungsanschrift:
Flintbeker Str. 55
D-24113 Kiel

Tel. # 49 / 431 / 68 38 14
Fax # 49 / 431 / 200 41 37



www.das-ib.de
email nach Absprache

Quellen:

Biogas - & Deponiegashandbuch – ergänzt & überarbeitet, 7. Auflage April 2008, ISBN – Nr.: 3-938775-06-8 Hrsg.: DAS – IB GmbH

Aktuelle Schadensfälle in Biogasanlagen, Tagungsbuch vom 7.IV.2008 in Hannover, Veranstaltung für den Meinungs- und Erfahrungsaustausch für Sachverständige nach § 29a BImSchG und Interessierte, Hrsg: DAS – IB GmbH, ISBN – Nr.: 3- 938775-07-6

Tagungsbuch „Synergien nutzen und voneinander lernen II“, Tagungsbuch vom 22. / 23.IV. 2008 in Dessau, Hrsg: DAS – IB GmbH, ISBN – Nr.: 978 - 3- 938775-08-0

**Sicherheitsregeln
für
Biogasanlagen
auf Basis der BetrSichV
Vorschlag von:
DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas-Technology
und weiteren Sachverständigen aus dem In – und Ausland
finden Sie im Anhang**

**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 / 683814
Fax.: # 49 / 431 / 2004137
www.das-ib.de

