

## **Gedanken und Fakten im Rahmen einer Gefahrenanalyse zum Explosionsschutzdokument gemäß Betriebssicherheitsverordnung „ATEX“ – Auswirkungen auf den Gasbetrieb bei Deponien und Biogasanlagen**

Stand: Entwurf I.2005

Autor: Wolfgang H. Stachowitz, DAS – IB GmbH, [www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

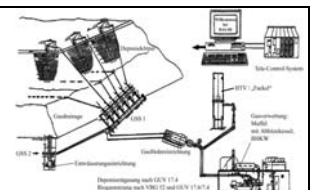
### **DAS – IB GmbH DeponieAnlagenbauStachowitz**

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betriebspersonal
- Sachverständigentätigkeit (u.a. § 29a nach 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](http://www.das-ib.de)  
email: [info@das-ib.de](mailto:info@das-ib.de)



## **1. Hintergrund, Basis: Betriebssicherheitsverordnung „ATEX“**

- 1.1 Umsetzung der EU – Richtlinie 99/92
- 1.2 Hierarchien der Regelwerke
- 1.3 Explosionsschutzdokument für den Gasbetrieb
  - 1.3.1 Grundsatzanforderungen
  - 1.3.2 Aufbau des Explosionsschutzdokumentes
- 1.4 Zoneneinteilung, Definitionen
- 1.5 Gefährdungsbeurteilung / Risikoeinschätzung / Schutzmaßnahmen
- 1.6 Vorhersage unerwünschter Ereignisse
- 1.7 Zündquellen

## **2. Gefahrenanalyse im Rahmen des Explosionsschutzdokumentes**

## **3. Umsetzung für den Deponiegasbetrieb / Biogasbetrieb**

- 3.1 Entstehung Biogase
- 3.2 Zusammensetzung von Biogasen
- 3.3 Zeitlicher Verlauf der Deponiegasentstehung
- 3.4 Explosionsfähige Atmosphäre des Biogases / Deponiegases
- 3.5 Praktische Umsetzung für den Betrieb / Betreiber
- 3.6 Nichts ist unmöglich / Die Freiheit nehme ich mir / Entdecke die Möglichkeiten

## **4. Anlagen zum Explosionsschutzdokument (Auszug)**

- 4.1 Dreistoffdiagramm mit Explosionsbereich
- 4.2 Kennzeichnung von Betriebsmitteln
- 4.3 Sicherheitstechnische Kennzahlen (Methangasmischungen)
- 4.4 Gefährdungspotential - Personenschutz

## **5. Referenzen**

- \* Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV vom 27. September 2002 (BGBl. I S. 3777) – Letzte Änderung: Bundesgesetzblatt 74 vom 30.XII.2004
- \* Richtlinie 99/92/EG – ATEX 137 (118a) vom 16. Dezember 1999
- \* Richtlinie 94/9/EG – ATEX 95 (100a) vom 23. März 1994
- \* Biogas- und Deponiegashandbuch von DAS – IB GmbH (Lehrgangsbuch: ISBN-Nr.: 3-88312-296-3, 2. Auflage Oktober 2004)
- \* Sicherheitsregeln für landwirtschaftliche Biogasanlagen , Stand: 05.09.2002

## 1. Hintergrund, Basis: Betriebssicherheitsverordnung „ATEX“

ATEX – was steht dahinter:

ATmosphäre EXplosible – explosionsfähige Atmosphäre

Vier Buchstaben .....

..... zwei große Richtlinien

ATEX 100a in der Branche bekannt, jetzt ATEX 95 oder besser Richtlinie 94/9/EG vom 23. März 1994

„Richtlinie zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen“

Umsetzung durch 11.GSGV (11. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz Explosionsschutzverordnung) in Deutschland.

Neu in Deutschland ist, dass diese Verordnung sowohl für elektrische wie auch nichtelektrische Bauteile gilt.

ATEX 137 (118), eindeutiger als Richtlinie 99/92/EG vom 16. Dezember 1999 bezeichnet, „Richtlinie über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können“

und ist in Deutschland in die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) vom

27. September 2002 eingeflossen: „Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb

überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes“

### 1.1 Umsetzung der EU – Richtlinie 99/92

Die Richtlinie 99/92 (ATEX 137) richtet sich an die Betreiber. Der Betreiber hat Sicherheitsanforderungen umzusetzen 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 und ein Explosionsschutzdokument erstellen - bis 31. Dezember 2005 nach § 27(1) BetriebSichV.

Dazu muss er alle Bereiche nach den v.g. Zonen bewerten und dokumentieren.

- Warnschilder (W21) aufstellen (...)
- Risiken beurteilen, Wahrscheinlichkeiten definieren und das Explosionsschutzdokument „ständig“ pflegen


Begriffsbestimmung nach § 1 (Anwendung) BetriebSichV: Bereitstellung und Benutzung von Arbeitsmittel .... Arbeitgeber < - > Beschäftigte

Nicht: Eigenes Werkzeug ! Nicht: Unbenutzte Kranbahn Nicht: 1 Bauer von einer Biogasanlage (BGA) !!

Obwohl ein Explosionsschutzdokument zur eigenen Sicherheit und zur Risikoabschätzung seiner Biogasanlage sicherlich vorteilhaft wäre.

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

### Neues EG – Konzept



<b>99/92/EG (ATEX 137) BetriebSichV</b> <b>Anhebung des Sicherheitsniveau und Gesundheitsschutz - &gt; Vorschriften für den Betrieb</b> <b>Nutznieser: Arbeiter</b> <b>Gebrauch von Produkten / Ausrüstungen am Arbeitsplatz</b>  <b>Mindestanforderungen</b>  <b>Die Mitgliedstaaten dürfen weitergehende Festlegungen zu dieser Richtlinie treffen, sofern diese der Richtlinie nicht widersprechen</b>	<b>94/9/EG (ATEX 95) 11.GSGV „ExVO“</b> <b>Gestaltung / Herstellung sicherer Produkte + Abbau technischer Handelshemmnisse</b> <b>Nutznieser: Lebewesen</b> <b>Gestaltung, Konstruktion / Herstellung, in Verkehr bringen und IBN von Produkten / Ausrüstungen</b>  <b>Grundlegende Anforderungen / Technische Festlegungen</b> <b>Die Mitgliedstaaten dürfen widersprechende nationale Gesetze und weitere Festlegungen weder erlassen noch beibehalten</b>
--	--

Stachowitz, Jan. 2005 5

## 1.2 Hierarchien der Regelwerke

Regelungen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz:

1. Richtlinien der Europäischen Union, die der Staat in nationales Recht umzusetzen hat
2. Gesetze und Verordnungen des Staates
3. Unfallverhütungsvorschriften und Normen

Frage: Wie wird nun z.B. folgender Widerspruch gelöst?  
GUV – R 127 (Deponien) 5.13.7 „Gasleitungen und flexible Rohrleitungen müssen mindestens für die Nenndruckstufe PN 6 ausgelegt sein.“  
Sicherheitsregeln Biogasanlagen 2.7.1: „Rohrleitungen ... und flexible Anschlüsse müssen mindestens der konstruktiven Festigkeit 1 bar aufweisen.“

Antwort: Was haben Sie in Ihrem Explosionsschutzdokument für Ihre Anlage im Rahmen der Gefahrenanalyse bestimmt?

## 1.3 Explosionsschutzdokument für den Gasbetrieb

Gemäß BetriebSichV § 27(1) Übergangsvorschriften hat der Arbeitgeber ein Explosionsschutzdokument nach § 6 bis spätestens 31. Dezember 2005 zu erstellen. Das Explosionsschutzdokument ist vor Aufnahme der Arbeit zu erstellen § 6(1).

### 1.3.1 Grundsatzanforderungen

Grundsatzanforderungen an das Explosionsschutzdokument

- Erkennen von Gefährdungen
- Ex – Gefährdung ermitteln und bewerten von Ex - Atmosphäre
- Bereiche (Zonen) ermitteln in denen eine Explosionsgefährdung auftreten kann
- Kriterien festlegen, wonach die Arbeitsmittel für diese Bereiche auszuwählen sind - > 94/9/EG
- Ermitteln, ob Zündquellen vorhanden sind !!
- Mit welchen Maßnahmen eine Gefährdung vermieden bzw. begegnet werden kann, ggfs. Auswirkungen einer Explosion abschätzen („Schnapsglas“)
- Bewerten des Risikos und Maßnahmen zur Verringerung des Risikos
- Kriterien für die Arbeitsmittel (Ex – Bereiche / Zonen) festlegen
- Organisatorische Maßnahmen beschreiben: Normalbetrieb, Wartung, Störungen, An – und Abfahrvorgänge etc. getrennt

### **1.3.2 Aufbau des Explosionsschutzdokumentes**

Beschreibende Informationen:

- Bezeichnung des Arbeitsbereiches
- Benennung der Verantwortlichen
- Charakterisierung der baulichen und örtlichen Gegebenheiten
- Anlagen- und Verfahrensbeschreibung
- Sicherheitstechnische Kenngrößen der eingesetzten Stoffe
- Sicherheitsstrategie und Schutzmaßnahmen
- Anforderungen bei Abweichungen vom Normalbetrieb (Wartung, Störungen / Notfälle ...)
- Gewährleistung der Sicherheit für Beschäftigte an „Randbereichen“ - > Koordination

### **1.4 Zoneneinteilung, Definitionen**

Die Zoneneinteilung ist ein Verfahren zur Analyse und Klassifikation der Umgebung, in der explosionsfähige Gasatmosphäre auftreten können, um auf diese Weise die Auswahl von Geräten (Elektrische und Nichtelektrische Geräte) zu erleichtern, die in dieser Umgebung sicher betrieben werden können, wobei Explosionsgruppen und Temperaturklassen berücksichtigt werden.

In der Praxis ist es in den meisten Situationen, in denen brennbare Stoffe verwendet werden, schwierig, sicherzustellen, dass sich niemals eine explosionsfähige Gasatmosphäre bilden wird.

Ebenso schwierig ist es, die Möglichkeit von Zündquellen bei elektrischen Betriebsmitteln völlig auszuschließen. - > Wahrscheinlichkeiten !!

Der erste Schritt besteht in der Beurteilung dieser Wahrscheinlichkeiten nach den Definitionen von Zonen. - > Explosionsschutzdokument gem. BetriebSichV (ATEX)!!

Dies erfordert eine eingehende Betrachtung jedes Bauteiles der Prozessanlage, das brennbare Stoffe enthält und deshalb eine Freisetzungsquelle sein könnte.

Definition nach EN 60079-10 / VDE 0165 Teil 101 und BetriebSichV;  
Zonen:

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:** Bereich, in dem ständig, langfristig oder häufig eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel vorhanden ist.

### **Zone 1**

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

**Neu:** Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass bei normalem Betrieb eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel gelegentlich auftritt.

### **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:** Bereich, in dem nicht damit zu rechnen ist, dass bei normalem Betrieb eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel auftritt und wenn, dann nur selten und auch nur kurzfristig.

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.

Neuanlagen: 94/9/EG ATEX 95 vor der Inbetriebnahme (IBN) ab 1. Juli 2003 verbindlich !

Damit Klarheit über den Einsatz (Zone) des neuen Betriebsmittels herrscht.

Altanlagen: 99/92/EG ATEX 137 - > Übergangsfrist für Betreiber bis 30. Dezember 2005, ab 1. Juli 2003 bindend.

**DOKUMENTIERT !**

## 1.5 Gefährdungsbeurteilung / Risikoeinschätzung / Schutzmaßnahmen

Haben Sie explosionsfähige Atmosphäre > ca. 5 l?

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

Haben Sie Zündquellen?

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

Ihre Risikobewertung:

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

Risikoeinschätzung ..... ist ... die Wahrscheinlichkeit des Eintritts des Schadens.

(BetriebSichV - > § 3 Gefährdungsbeurteilung)

- Häufigkeit und Dauer der Gefährdungsexposition // Vermeidung des EX-Gemisches
- Eintrittswahrscheinlichkeit eines Gefährdungsereignis // Vermeidung der Zündquelle
- Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung / Auswirkung des Schadens

Schutzmaßnahmen:

- primär: Verhinderung der Entstehung der ex – fähigen Atmosphäre
- sekundär: Ausschluss, Wirkungsbegrenzung potentieller Zündquellen (Zündquellenfrei)
- tertiäre: Verminderung, Begrenzung, Ableitung der Wirkung (Auswirkungsbegrenzung)

Wann ist die Gefährdungsbeurteilung im Explosionsschutzdokument zu aktualisieren:

- Erstbeurteilung (Basis)
- nach Änderung des Standes der Technik
- bei Änderung im Betrieb
- nach Auftreten von Arbeitsunfällen, „Störfällen“ / Störungen, ...
- nach Änderungen von „Vorschriften“: Verordnungen, Gesetzen, ...
- bei Neubeschaffungen

Achtung: Anhang 4 BetriebSichV, Pkt.: 3.4

.. vor Erreichen der Explosionsbedingungen optisch und akustisch zu warnen



... wird oft vergessen!

## 1.6 Vorhersage unerwünschter Ereignisse

hier können helfen: Propheten - Handleser - Wahrsager - Orakel oder eine **Risikoanalyse?**

Dennoch ist das Risiko:

Eintrittswahrscheinlichkeit  $\times$  Tragweite des Ereignis  
**WAHRSCHEINLICHKEIT** **KONSEQUENZ**  
(Auswirkung)

Funktion / Produkt von

SICHERHEIT herrscht vor, wenn das Risiko vertretbar ist!

Zum Vergleich Todesfälle:

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

## 1.7 Zündquellen

Prüfen / Analysieren auf: Vorhandensein von wirksamen Zündquellen:

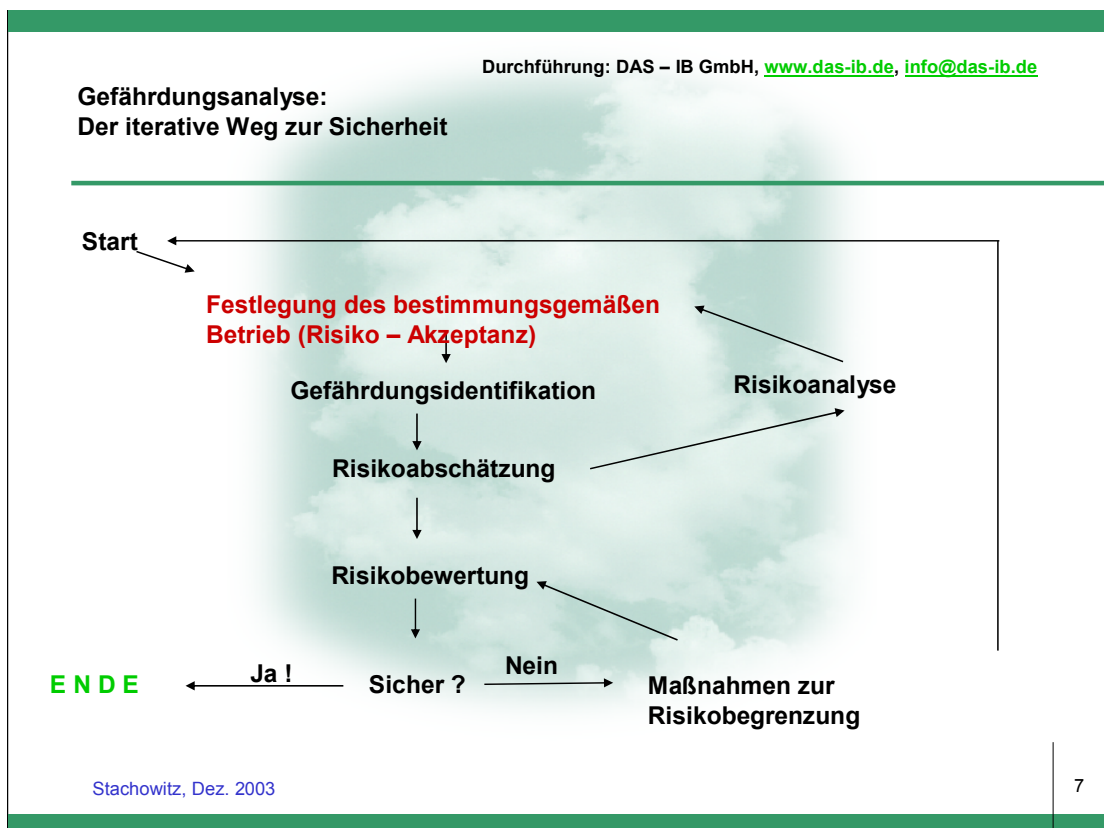
- Heiße Oberflächen - > T4, Methan > 500 °C
- Flammen und heiße Gase (Form, Struktur, Verweilzeit)
- Mechanisch erzeugte Funken - > Reiben, Schlagen, Abtragen
- Elektrische Anlagen - > Funken (Schaltvorgänge, Wackelkontakt, Ausgleichströme), heiße Oberflächen (Bauteil)
- Elektrische Ausgleichströme,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



## Büschelentladungen, Trennvorgängen

- 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

## 2. Gefahrenanalyse im Rahmen des Explosionsschutzdokument



## 3. Umsetzung für den Deponiegasbetrieb / Biogasbetrieb

### 3.1 Entstehung von Biogas

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 unterworfen werden. An diesem Vorgang ist eine große Anzahl, in komplexer Abhängigkeit stehender Mikroorganismen (Bakterien) beteiligt. Natürliche Standorte solcher Mischpopulationen sind in der Natur Sümpfe, Reisfelder, Moore, Schlammsschichten in Seen, Flüssen und Meeren, der Pansen von Kühen, etc. Jährlich werden auf diese Weise ca. 300 bis 400 Mio Mg Methan gebildet

Deponiegas entsteht im Deponiekörper, d.h. alle im Deponiekörper durch mikrobielle Umsetzungsprozesse entstandenen gasförmigen Stoffwechselprodukte, sowie die in die Gasphase übergegangenen abgelagerten Stoffe werden unter dem Begriff Deponiegas zusammengefasst. Gemäß dieser Definition gehört Deponiegas ebenso wie die Faul- und Sumpfgase in die Gruppe der Biogase, die sich überwiegend aus Methan und Kohlendioxid zusammensetzen.



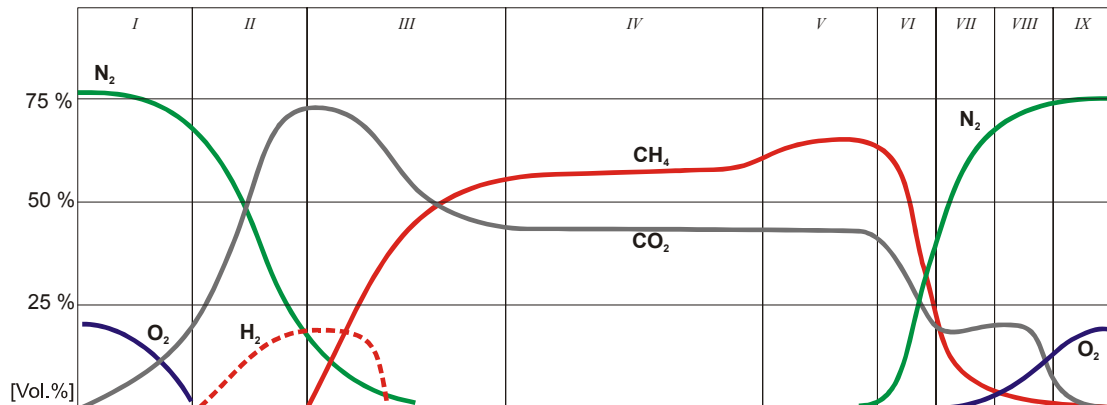
### 3.2 Zusammensetzung von Biogasen

Die Deponiegaszusammensetzung ändert sich im Laufe der Zeit. Biogase im Fermenter (kontinuierlicher Betrieb) nicht. Kurz nach der Ablagerung herrschen oberflächennah aerobe Bedingungen. 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 % Methan sowie 40 bis 45 % Kohlendioxid. Im Zeitraum von Jahrzehnten kommen weitere Phasen hinzu.

Neben den beiden Hauptkomponenten Methan und Kohlendioxid enthält Deponiegas eine große Anzahl von Spurenstoffen, die entweder selbst durch biologische Umsetzungsprozesse entstanden sind oder aber im Deponiekörper abgelagert wurden und auf Grund ihres Dampfdruckes zum Übergang in die Gasphase tendieren. O<sub>2</sub>, FCKWs, Cl, F, Si, S, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, .....

Bei Biogasanlagen sind neben den Schwefelverbindungen ("S") noch O<sub>2</sub> als Luftsauerstoff (Luftdosierung) zur biologischen Gasreinigung (Entschwefelung) zu erwähnen.

### 3.3 Zeitlicher Verlauf der Deponiegasproduktion



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

### 3.4 Explosionsfähige Atmosphäre des Biogases / Deponiegases

Explosionsfähige Gas – Atmosphäre nach EN 60079-10 / VDE 0165 Teil 101:  
 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.

Das Dreistoffdiagramm für Biogase finden Sie: unter 4. Anlagen zu diesem Vortrag - siehe Anlage 4.1.

Es muss also zwingend neben einem Methangehalt zwischen ca. 4,4 Vol % und 16,5 Vol % ein Sauerstoffgehalt von > ca. 11 Vol % zeitgleich herrschen, damit eine explosionsfähige Atmosphäre entstanden ist. Alle anderen Bereiche sind entweder „innert“ oder „brennbar“.

Explosionsgefährdeter Bereich nach EN 60079-10 / VDE 0165 Teil 101:  
 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.

### 3.5 Praktische Umsetzungen für den Betrieb / Betreiber

Strukturierung von Deponiegasanlagen / Biogasanlage in explosionschutzrelevante Bereiche als Basis für eine Zoneneinteilung

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

- I. Gasführende Anlagenteile im Unterdruckbereich  
 Gefahr: Eintritt von Luftsauerstoff

## II. Gasführende Anlagenteile im Überdruckbereich

Gefahr: Austritt von Biogasen in die freie Atmosphäre bzw. umbauten  
Räumen und eventl. Schächten

## III. Umgebung der gasführenden Anlagenteile

Gefahr nur wie bei II.

Pragmatische Umsetzung: siehe Diskussion im Vortrag am Ende der Präsentation.

### **3.6 Nichts ist unmöglich / Die Freiheit nehme ich mir / Entdecke die Möglichkeiten**

Übrigens: Die Druckbehälterverordnung, Dampfkesselverordnung,  
Gashochdruckleitungen, ElexV, VbF, .....

diese und andere Verordnungen wurden nach § 11 1.GSG aufgehoben !!!

Und aus den über 100 BG / GUV – Regeln sollen am Ende (wann sagt noch  
KeineR) nur noch 8 – 10 übrig bleiben.

D.h. ein Betreiber einer Gasanlage ist nun in die Lage versetzt, anhand seines  
eigenen Betriebes, den er selbst durch die Ausführung von Wartungen,  
Inspektionen, Optimierungen etc. beeinflussen kann, im Rahmen des  
Explosionsschutzdokumentes (Gefahrenanalyse) „sicherheitstechnisch zu  
bewerten und auszuführen“.

Und wer sich nicht traut ... setzt auf „Sachverstand“.

Am Ende bleiben also: mehr Eigenverantwortung und  
Gestaltungsmöglichkeiten für betriebliche Regelungen. Hier die Zonen „  
festlegen“ und dann die Arbeitsmittel nach 94/9/EG für diese Zonen einsetzen!

## 4. Anlagen zum Explosionsschutzdokument

4.1

**Dreistoffdiagramm, atmosphärisch**  
 für den Explosionsbereich Methan / Luft / CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-Gemischen  
 Nach Tabasaran / Rettenberger (UBA – Forschungsbericht 12/1982, Nr. 10302207 Teil1)

DAS – IB GmbH DeponieAnlagenbauStachowitz  
 Flintbeker Str. 55  
 D 24113 Kiel  
 Tel. + Fax # 49 / 431 / 683814    [www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)    [info@das-ib.de](mailto:info@das-ib.de)

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

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

Explosionsbereich: Überschreitung von 11,6 Vol % Sauerstoff und  
 zw. 4,4 (5) Vol % Methan (100 % UEG) und 16,5 (15) Vol % Methan (100 % OEG)

5

---

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

94/9/EG

**Kennzeichnung nach Anhang II 1.0.5**

4.2 Kennzeichnung von Betriebsmitteln

Name / Anschrift des Herstellers    CE    Serien Nr.: Typ Bj.    → **EEx 2 G d IIA T4**

**E** nach europ. Recht

**Ex**  
Explosionsschutz

Kategorie:  
M1 / M2 / 1 / 2 / 3  
siehe Folie 19, hier:  
für Zone 1

**2**    **G**    **d**    **IIA**    **T4**

Zündschutzart:  
hier: **d** druckfeste  
Kapselung

Atmosphäre:  
**G**: Gas-, Dampf-, Nebel-, Luft – Gemische  
**D**: Staub

Temperaturklasse  
hier: **T4**  
max.  
Oberflächentemperatur  
< 135 °C

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

Literaturwert

Stachowitz, Juli 2003

25

Wolfgang H. Stachowitz, [www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

Seite 13 / 14

4.3

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

## Si - Kennzahlen

### Sicherheitstechnische Kennzahlen

**Deponiegas:** Mischung aus Methan, Stickstoff, Kohlendioxyd und Sauerstoff  
**Zündtemperatur:** 537 °C (Methan 595 / 650)  
**Explosionsbereich:** ca. (4,4) 5 - 15 (16,5) Vol %  
**Dichteverhältnis:** ca. 1 – 1,25 (CO2 ca. 2 // CH4 ca. 0,7)

#### Für Methan

**Zündgruppe:** T 1 (> 450°C, Zündtemp. der brennbaren Substanz)

**Explosionsgruppe** IIA

**Mindestzündenergie:** 0,28 mWs (0,28mJ)

**max. Explosionsdruck (überdruck) für Methan:** 7,06 bar

Einordnung nach IEC-Report 60 079-20 (1996), Quelle Tab. 56 D-116; Gase – Dämpfe.. Fa. Dräger sowie: Redeker / Schön 6. Nachtrag zu Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe, 1990

16

4.4

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

## Personenschutz

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

Sauerstoff (O<sub>2</sub>): < 17 Vol % Sauerstoffmangel, darunter erst Verminderung der Leistungsfähigkeit bis Bewusstlosigkeit und Tod bei ca. 6 – 8 Vol % deshalb > 20 Vol %,

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

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

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

Stachowitz, Oktober 2003

26