

## Umsetzung der Betriebsicherheitsverordnung (BetrSichV) auf Deponien

–  
„Nichts ist unmöglich“

oder

„Die Freiheit nehme ich mir“

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

Mitglied im AK Sicherheit des Fachverband Biogas e.V.

Sachverständiger nach § 29a BlmschG

und

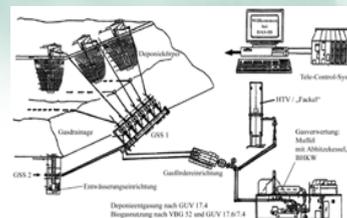
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger bei der IHK zu Kiel  
für die Sachgebiete:  
Klär-, Deponie-, Bio - Gastechologie

DAS – IB GmbH

DeponieAnlagenbauStachowitz

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

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



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)

## 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**, 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

## Sensibilisierung / Vermeidung:

### Explosion in einer GVS



## Sensibilisierung

## Schutz / Gefahrenanalyse



## Lüftungsbaufehler !

Querlüftung ? im Schacht

Zonen später



## MBA Havarie - Göttingen



**Unsere Aufgabe:  
Schadensursache  
herausfinden**



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



Höhe zur  
Decke?  
Isolierung?  
Abgastempe-  
raturen,  
Abgasmengen



**Gefahrstoffverordnung / Arbeitsschutzgesetz /  
Betriebssicherheitsverordnung**

---

**Im Rahmen der o.g. „Vorschriften“ haben Sie ebenfalls u.a.:**

- **Gefährdungsbeurteilung / Gefahren – Risikoanalyse**
- **Schutzmaßnahmen**
- **Unterweisungen / Koordinierungspflichten für: Fremdunternehmen und Besucher**

**durchzuführen**

## Begriffsbestimmungen

---

### **Deponieverordnung** seit 1. August 2002 in Kraft

Mit der DepV hat die Bundesregierung das letzte Glied einer Regelungskette geschmiedet, mit der unter Einbeziehung der bereits erlassenen Abfallablagerungs - VO und der Neuregelung des sog. Artikelgesetzes die EU Deponierichtlinie vollständig umgesetzt wird.

#### **§ 4 Organisation und Personal**

(2) ...

Die für die Leitung und Beaufsichtigung verantwortlichen Personen haben mindestens alle 2 Jahre, erstmalig spätestens bis zum 15. Juli 2003, an Lehrgängen teilzunehmen. Die Lehrgänge müssen mindestens ...

2. Deponieerrichtung, - betrieb, -stilllegung und – nachsorge

3. Umwelteinwirkungen

7. Arbeitsschutz

.... vermitteln

# 1. Hintergrund: ATEX – was steht dahinter

## **AT**mosphäre **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**

**Nutznieser: 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**

**Nutznieser: 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**



## 1.1 Anforderungen an Hersteller und Betreiber

### 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 !!!**

## 1.1 Umsetzung ATEX 137 (99/92/EG)

### **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**

## 1.3 Hinweise zur Erstellung eines Explosionsschutzdokument

### Grundsatzanforderungen (Nachweispflicht) und Aufbau:

- Explosionsgefährdung ermitteln und bewerten
- in welchen Bereichen (Zonen) .. kann diese entstehen . und die Auftrittswahrscheinlichkeit .
- **Kriterien festlegen wonach die Arbeitsmittel für diese Bereiche auszuwählen sind - > 94/9/EC**
- welche organisatorische Maßnahmen notwendig sind

### 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

## 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

### 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

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,
3. der nähere Bereich um Verbindungen, die betriebsmäßig gelöst werden (Wartung von Filtern),
4. das Innere von Gruben und Schächten (z. B. Gasbrunnenkopf),
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,
3. wie Zone 0, Punkt 1 - 3, wenn durch Bauart oder Messungen sichergestellt ist, dass explosionsfähige Gemische nur kurzzeitig auftreten können.

**Was ist Ihr NORMALBETRIEB??**

**Auf Ihrer Anlage!**

## 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.

??



# 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

**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

## 1.7 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** (Bauteil) - > Funken (Schaltvorgänge, Wackelkontakt, Ausgleichströme), heiße Oberflächen
- **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

## 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

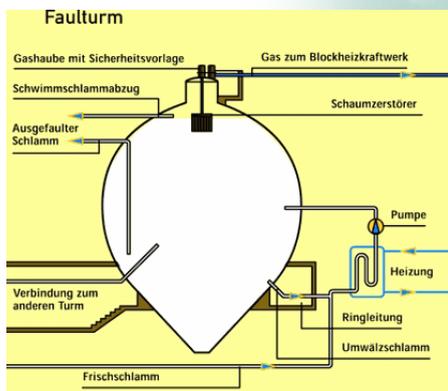
Regensburg – Elf Amateur-Fußballer mussten am Sonntag in Regensburg nach einem Blitzeinschlag ins Krankenhaus eingeliefert werden. Die Spieler wurden nach Angaben der örtlichen Behörden von einem Gewitter überrascht. Ein 17-Jähriger erlitt nach offiziellen Angaben schwere Verbrennungen, schwebt aber nicht Lebensgefahr. Die anderen zehn Männer im Alter zwischen 18 und 44 Jahren kamen mit kleineren Blessuren davon. sid

## 2. Gefährdungsanalyse: Der iterative Weg zur Sicherheit



## 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.  $\Sigma$  650 MW el**

Deponien ca. 220 MW el

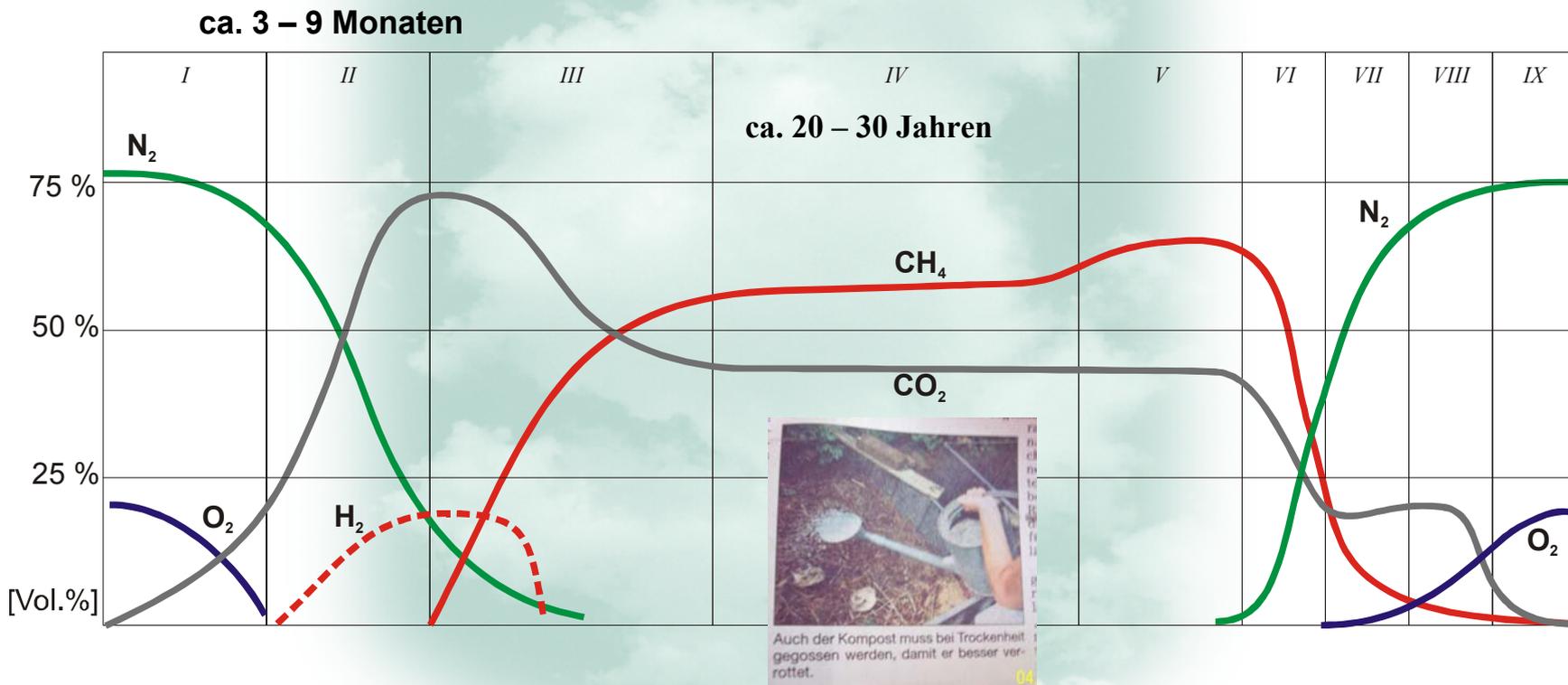
Stachowitz, Juni 2006



MBA

## Entstehung / Langzeitverhalten

### Normalbetrieb?



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

## 3.5 Praktische Umsetzung - Bereiche

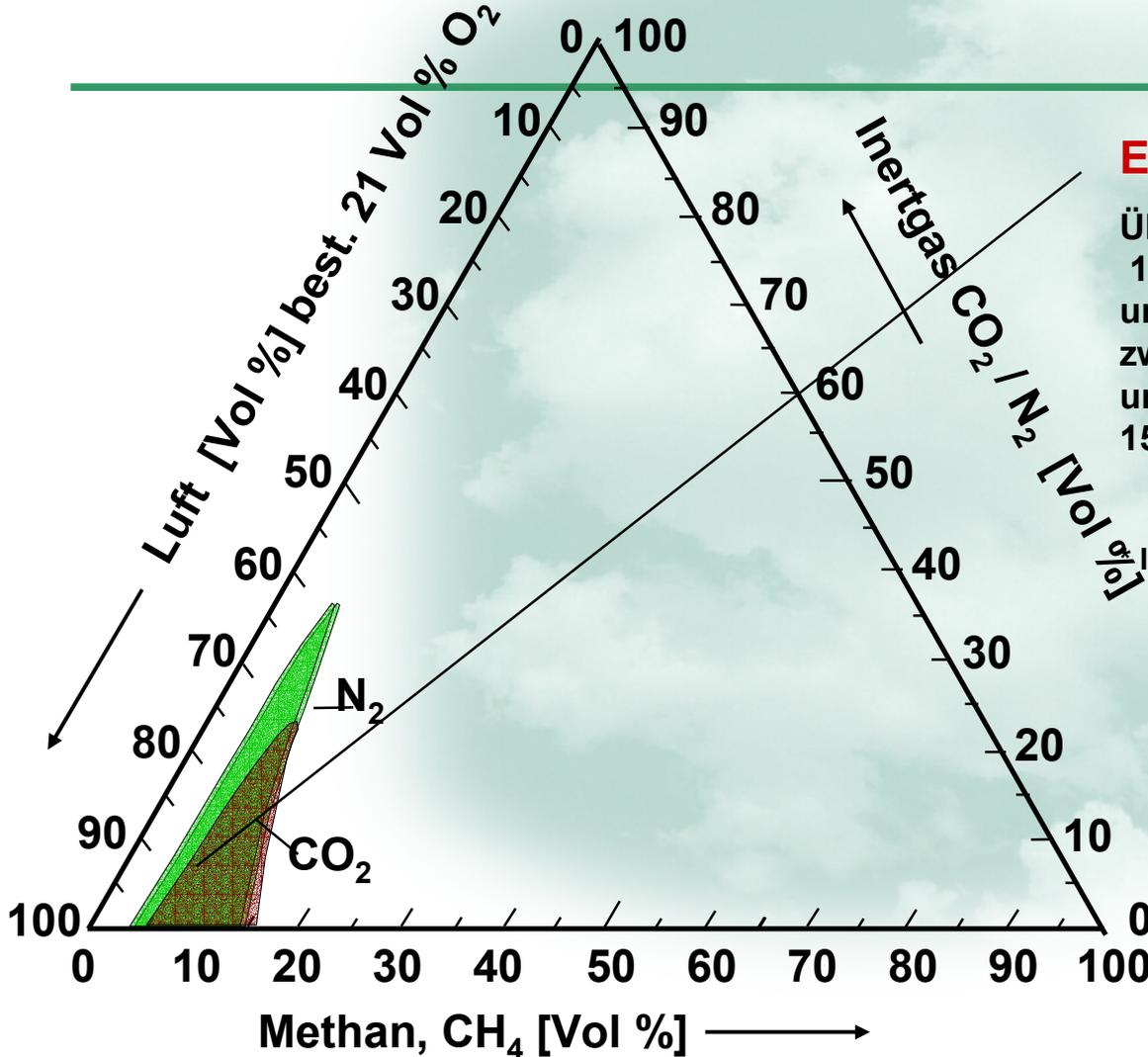
Strukturierung von Deponiegasanlagen / Biogasanlagen in explosionsschutzrelevante Bereiche als Basis für eine Zoneneinteilung

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<sub>a</sub> / - 20 – + 60 °C)  
für den Explosionsbereich Methan / Luft / CO<sub>2</sub>- N<sub>2</sub> – 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

## Gestaltungsspielräume

Die Freiheit nehme ich mir

Am Ende bleibt: **mehr Eigenverantwortung !!**

**und Gestaltungsmöglichkeiten für betriebliche Regelungen**

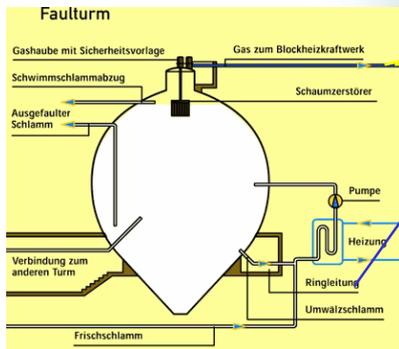
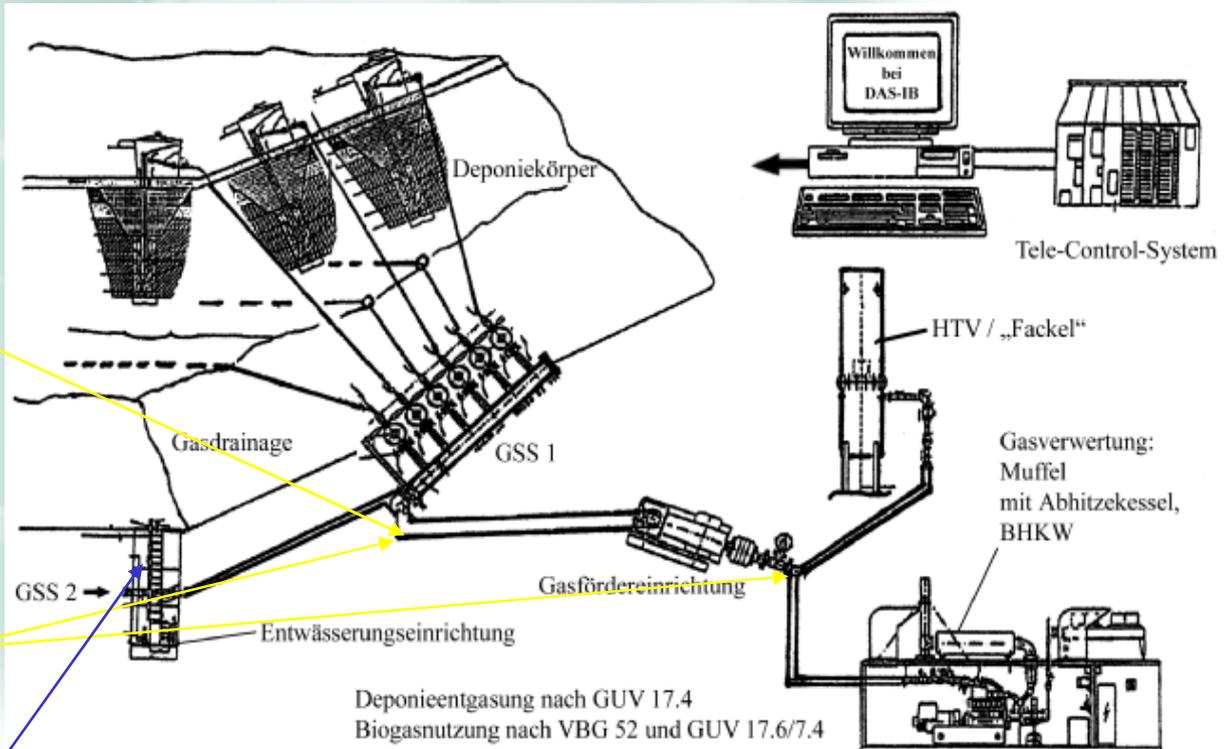
**Hier (BetrSichV – Explosionsschutzdokument) die Zonen „festlegen“ und dann die Arbeitsmittel nach 94/9/EG**

**für diese Zonen einsetzen !**  
**„Nichts ist unmöglich“**

+

**„Entdecke die Möglichkeiten“**

**Gefahrenanalyse mit Zoneneinteilung für den Normalbetrieb**



## Risiko – Akzeptanz / Zahlenwerte

---

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

• <b>Bekleidung / Schuhe</b>	<b>0,15</b>
• <b>Fahrzeugbau</b>	<b>1,3</b>
• <b>Chemische Industrie</b>	<b>4</b>
• <b>Bergbau (UK)</b>	<b>10</b>
• <b>Bauindustrie (UK)</b>	<b>63</b>
• <b>Zu Hause</b>	<b>3</b>
• <b>Zugreise</b>	<b>5</b>
• <b>Autofahrt</b>	<b>57</b>
• <b>Flugreisen</b>	<b>250</b>
• <b>Bergsteigen</b>	<b>4.000</b>

**Sensibilisierung / Ursache:  
Explosion in einer GVS**



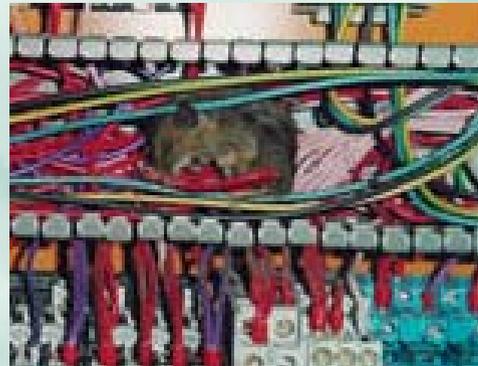
**Druckseitige  
Entwässerung /  
Kondensatablaß**

DAS – IB GmbH  
DeponieAnlagenbauStachowitz,

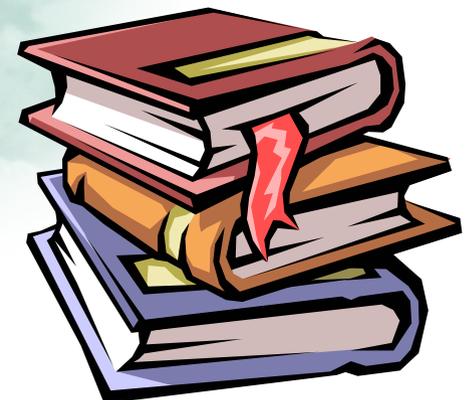
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de) , Tel. + Fax 0431 / 683814



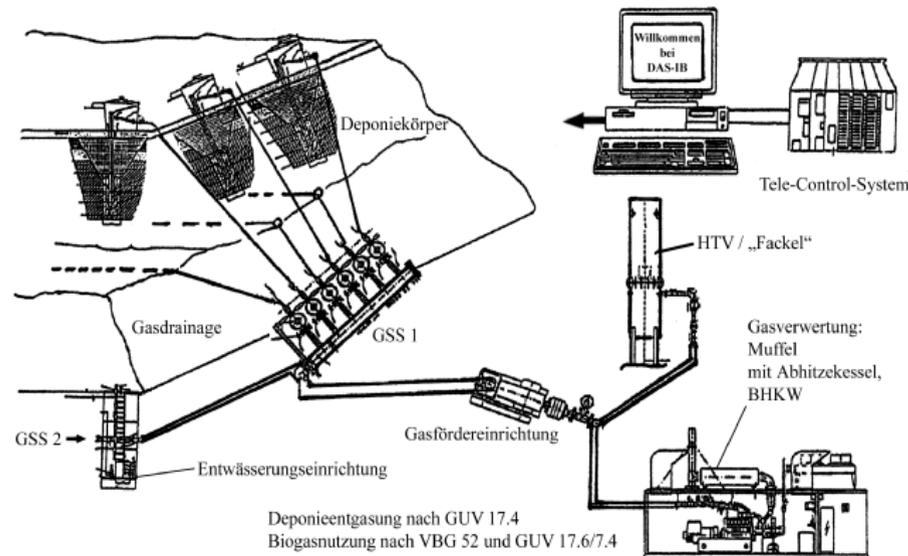
# Noch Fragen?



Wissen ist wenn man weiß wo es steht:  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



# DAS – IB GmbH DeponieAnlagenbauStachowitz



**Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit !**

DAS – IB GmbH

DeponieAnlagenbauStachowitz

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

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

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)