

Sensibilisierung / Vermeidung:

Explosion in einer GVS



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: I.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

Hierarchie und Übersicht:

EG – Richtlinien für den Explosionsschutz

Grundlage

EG - Regelung /Rahmenrichtlinie

Nationale Umsetzung in D

Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, ...

§ 29a BImSchG

Arbeitsschutz

Vorschrift 99/92/EG

Betriebssicherheitsverordnung

Artikel 137 EG-Vertrag

vorher Art. 118

EG Amtsblatt
v. 28.I.2000

- >

BGBl.

Fristen

v. 27.IX.2002

Freier Handel

Vorschrift 94/9/EG

11. GPSGV, Explosionsschutzverordnung

Artikel 95 EG-Vertrag

vorher Art. 100a

EG Amtsblatt
v. 23.III.1994

- >

BGBl.

Fristen

v. 12.XII.1996

Expertenwissen

Richtlinien

IEC, BS, ISO etc.

harmonisierte Normen

TYP A / B1, B2 etc.

DIN - EN Normen

Zurückziehung von nat. Normen

Änderung v. techn. Regeln

1. 1 Neues EG – Konzept



99/92/EG (ATEX 137) BetriebSichV

**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“

**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



1.1 Begriffsbestimmung, § 1 Anwendungsbereich BetriebSichV

Bereitstellung und Benutzung von Arbeitsmittel Arbeitgeber < - > Beschäftigte

Nicht: Eigenes Werkzeug ! Nicht: Unbenutzte Kranbahn Nicht: 1 Bauer BGA !!!!

.. überwachungsbedürftige Anlagen

Dampfkessel, Druckbehälter, ...

.... Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen ..

**Druckbehälterverordnung, Dampfkesselverordnung, Gashochdruckleitungen,
ElexV, VbF,**

Diese und andere Verordnungen wurden nach § 11 1.GSG 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

1.2 Hierarchien der Regelwerke

Richtlinien der Europäischen Union, die der Staat in nationales Recht umzusetzen hat,

Gesetze und Verordnungen des Staates

Unfallverhütungsvorschriften und Normen

Inhaltliche Widersprüche ?? / Reihenfolge z.
B. HDPE el in einer GUV ...

1.3 Hinweise zur Erstellung eines

Explosionsschutzdokument – Details im Lehrgang nach § 4 DepV

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/EG**
- 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

1. 4 Zoneneinteilungen: 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:

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: 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 0 können z. B. sein

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

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



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: 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 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.

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: 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.

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.

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.

??



1. 5 Gefährdungsbeurteilung und Risikoeinschätzung

Explosionsfähige Atmosphäre > 5 l

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

Haben Sie 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)

1. 5 Risikoeinschätzung /

BetriebSichV - > § 3 Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen

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

Schutzmaßnahmen:

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

1. 6 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** - > 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

1.7 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**

2. Gefährdungsanalyse: Der iterative Weg zur Sicherheit



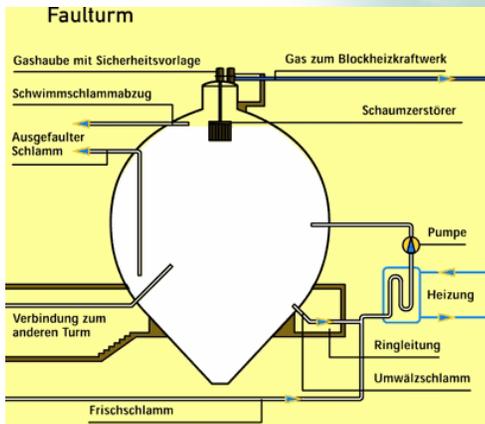
3. Umsetzung für den Gasbetrieb Einleitung

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, Schlammschichten in Seen, Flüssen und Meeren, der Pansen von 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 $\rho=0,7143$ kg/m³; Heizwert von Methan $H_u= 10$ kWh/m³).

3.1 Entstehung

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.



Dez. 04

3.2 Zusammensetzung Biogase

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.

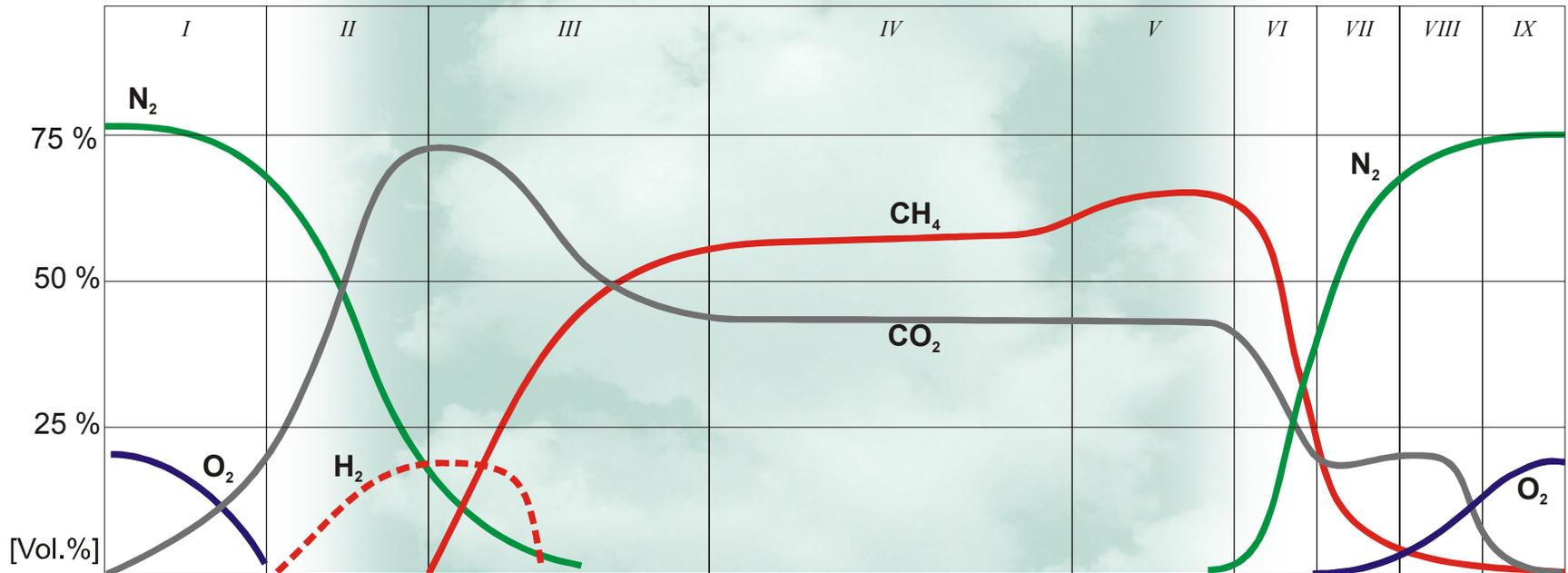
3.2 Zusammensetzung Biogase

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.

O₂, FCKWs, Cl, F, Si, S, H₂S, NH₃,

Bei Biogasanlagen sind neben den Schwefelverbindungen (“S”) noch O₂ als Luftsauerstoff (Luftdosierung) zur biologischen Gasreinigung (Entschwefelung) zu erwähnen.

3.3 Zeitlicher Verlauf 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 explosionschutzrelevante 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

Nach Tabasaran / Rettenberger (UBA – Forschungsbericht 12/1982, Nr. 10302207 Teil1)

DAS – IB GmbH DeponieAnlagenbauStachowitz

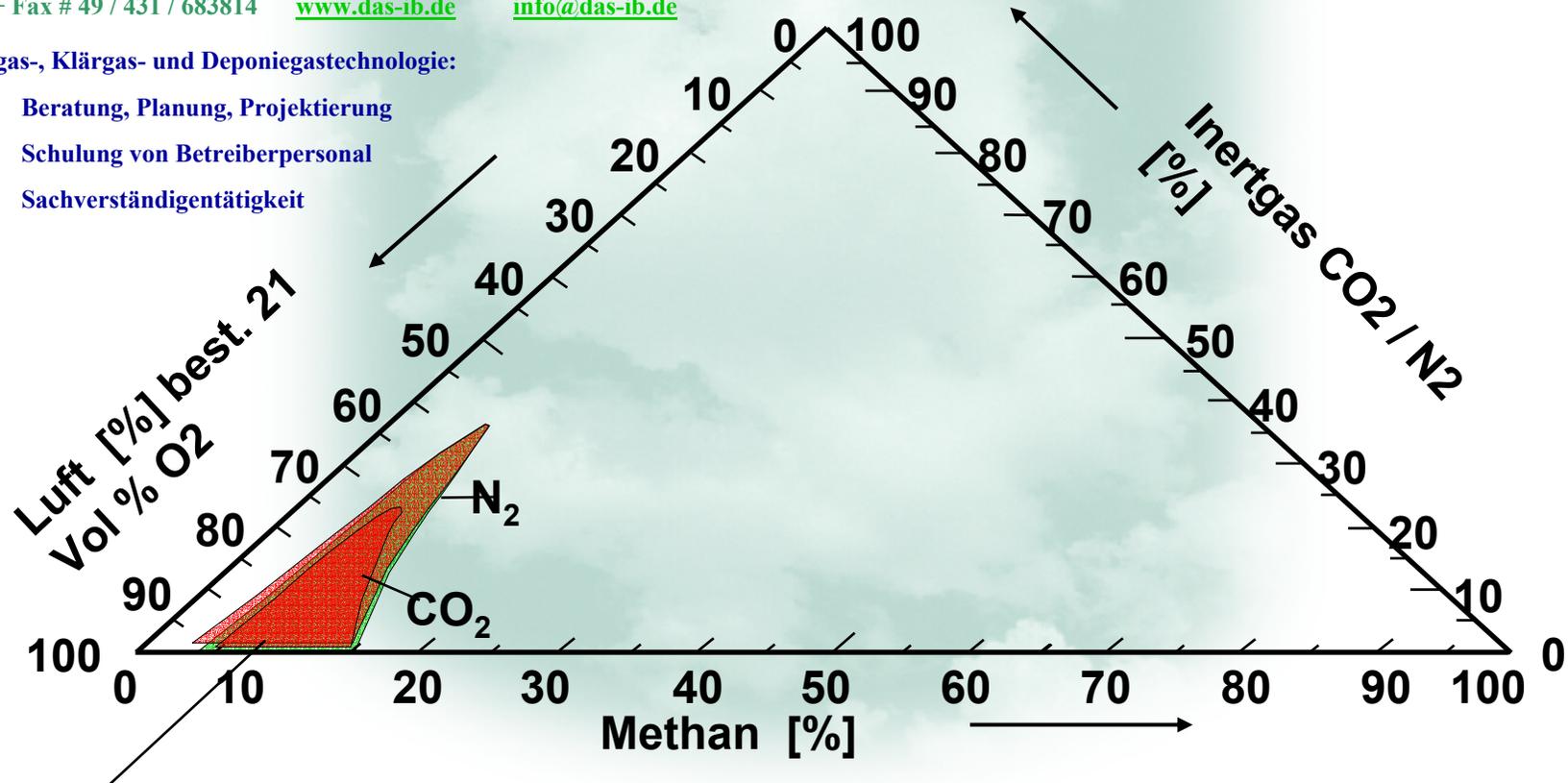
Flintbeker Str. 55

D 24113 Kiel

Tel. + Fax # 49 / 431 / 683814 www.das-ib.de info@das-ib.de

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betreiberpersonal
- 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)

3.6 Gestaltungsspielräume

Die Freiheit nehme ich mir

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

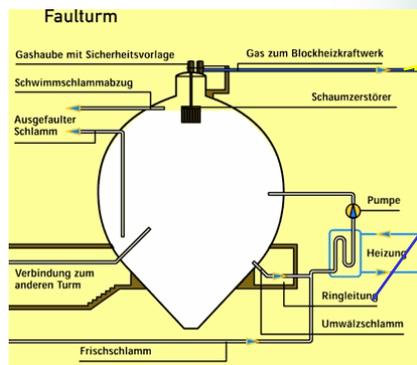
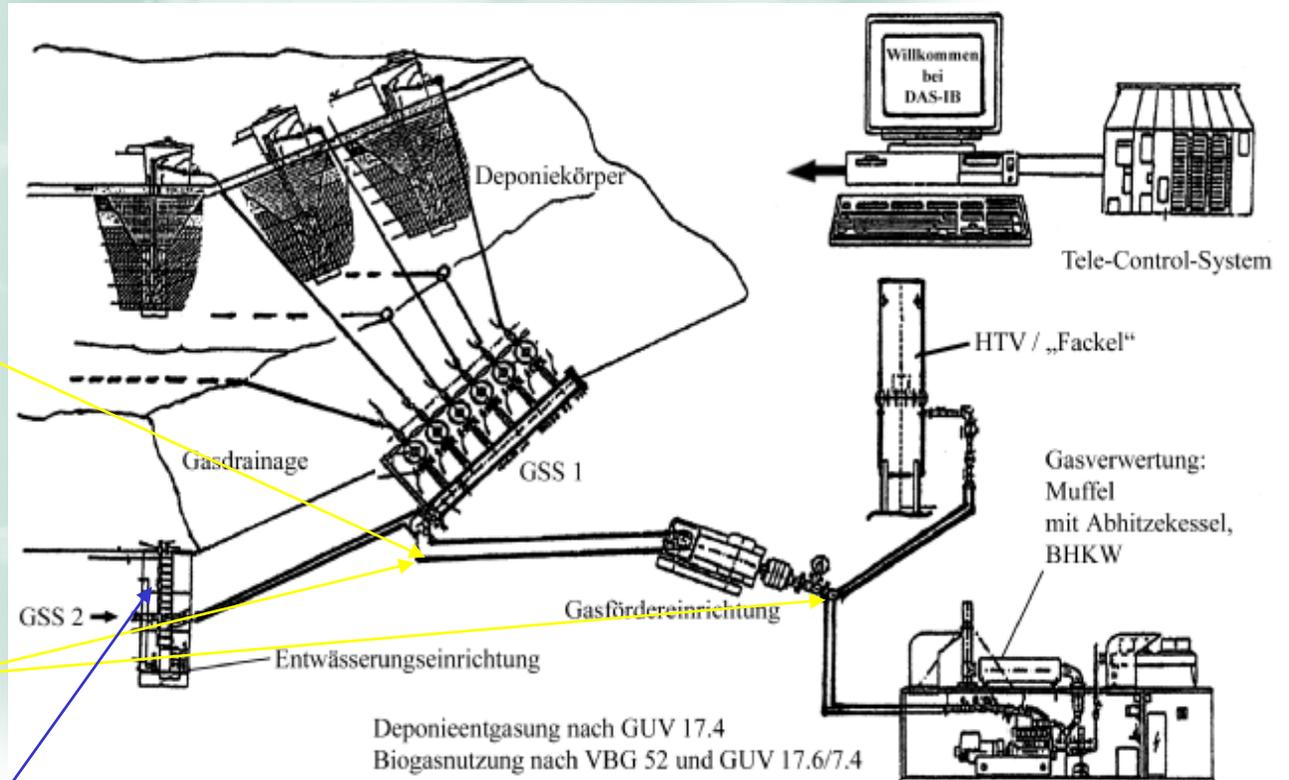
Hier die Zonen „festlegen“ und dann die
Arbeitsmittel nach 94/9/EG
für diese Zonen einsetzen !

„Nichts ist unmöglich“

+

„Entdecke die Möglichkeiten“

Gefahrenanalyse mit Zoneneinteilung für den Normalbetrieb



Risiko – Akzeptanz / Zahlenwerte

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

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



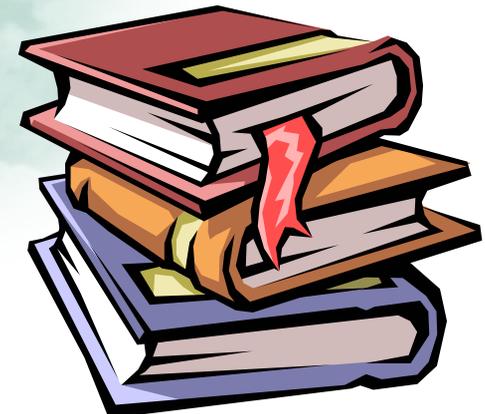
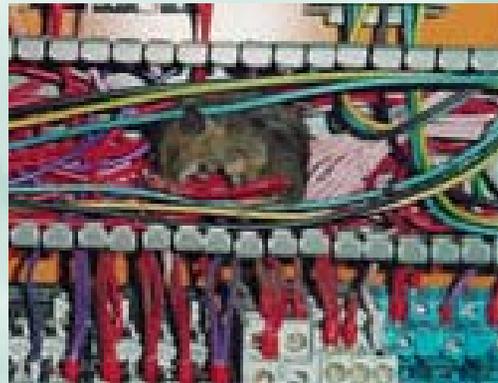
**Druckseitige
Entwässerung /
Kondensatablaß**

DAS – IB GmbH

DeponieAnlagenbauStachowitz,

www.das-ib.de , Tel. + Fax 0431 / 683814

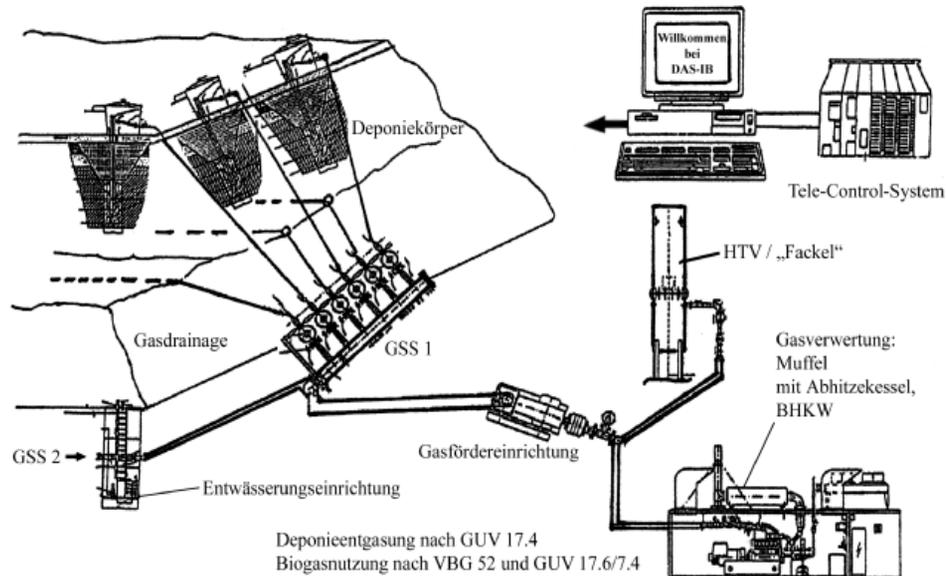
Noch Fragen?



Wissen ist wenn man weiß wo es steht:

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

Email: info@das-ib.de