

# Einteilung von Explosionsschutz-Zonen bei Biogasanlagen

Auszug aus der Beispielsammlung der BGR 104  
Herausgeber: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) - Sachgebiet Explosionsschutz

Der Fachverband Biogas e.V. hat sich seit seiner Gründung im Jahr 1992 zu Deutschlands und Europas größter und führender Interessensvertretung der Biogas-Branche entwickelt. Er vertritt Hersteller, Anlagenbauer, landwirtschaftliche wie auch industrielle Biogasanlagenbetreiber und Institutionen mit dem Ziel der Förderung des Umweltschutzes und der Sicherung einer nachhaltigen Energieversorgung. Satzungsgemäß verfolgt der Fachverband Biogas folgende Primärziele:

- Förderung von technischen Entwicklungen im Biogasbereich,
- Förderung, Auswertung und Vermittlung von wissenschaftlichen Erkenntnissen und praktischen Erfahrungen aus dem Bereich der Biogastechnik zum Wohle der Allgemeinheit und der Umwelt,
- Durchführung von Schulungen für Praxis und Beratung,
- Herausgabe von Publikationen in Schrift, Bild und Ton,
- Förderung des Erfahrungsaustausches durch Beteiligungen und Durchführung von Ausstellungen, Tagungen und anderen Veranstaltungen,
- Förderung des internationalen Erfahrungsaustausches durch Herstellung und Pflege von Kontakten im In- und Ausland,
- Förderung eines Beratungsnetzes durch Mitglieder in den verschiedenen Regionen,
- Erarbeitung von Qualitätsstandards für Planung und Errichtung von Biogasanlagen und Anlagenkomponenten.
- Erarbeitung von Qualitätsstandards für Biogas-Gärrückstände
- Erarbeitung von Qualitätsstandards zum Betrieb von Biogasanlagen

Auf europäischer Ebene wird der Fachverband Biogas von dem Europäischen Biogasverband (EBA) vertreten, der sich im Jahr 2009 gründete und nunmehr Mitglieder aus 25 EU-Mitgliedsstaaten umfasst.

**Herausgeber der Erläuterungen:**

Fachverband Biogas e.V.  
Angerbrunnenstr. 12  
85356 Freising

Telefon: 08161-984660  
Telefax: 08161-984670  
E-Mail: [info@biogas.org](mailto:info@biogas.org)  
Internet: [www.biogas.org](http://www.biogas.org)

**Haftungsausschluss:** Bei dem vorliegenden Auszug aus der BGR 104 handelt es sich um eine Veröffentlichung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) - Sachgebiet Explosionsschutz im Fachbereich "Rohstoffe und chemische Industrie". Das Kapitel Biogasanlagen wurde aus dem Gesamtdokument der BGR 104 (Beispielsammlung BGR 104) entnommen und durch weitere Erläuterungen aus dem Arbeitskreis Sicherheit des Fachverband Biogas e.V. ergänzt. Der Fachverband Biogas e.V. übernimmt daher keine Garantie für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler.

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Erläuterungen des Arbeitskreis Sicherheit im Fachverband Biogas e.V. ....</b>	<b>4</b>
<b>2. Beispielsammlung - Einteilung von Explosionsschutz-Zonen bei Biogasanlagen.....</b>	<b>11</b>

# Überarbeitete Einteilung von Ex-Zonen bei Biogasanlagen (Beispielsammlung BGR 104) Erläuterungen

## Inhaltsverzeichnis

1. Hintergrund zur Beispielsammlung.....	2
1.1 Anlass .....	2
1.2 Auszug aus der Vorbemerkung zur BGR 104 zum Geltungsbereich .....	2
1.3 Auszug aus der Vorbemerkung zur Beispielsammlung zur BGR 104 mit Hinweisen zur Handhabung der Beispielsammlung .....	2
1.4 Schema zur grundsätzlichen Aufbau .....	3
2. Schutzmaßnahmen .....	3
2.1 Maßnahmen zur Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (primärer Explosionsschutz) .....	3
2.2 Maßnahmen zur Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (sekundärer Explosionsschutz) .....	4
2.3 Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken (tertiärer Explosionsschutz).....	4
3. Grundsätzliches zur Beispielsammlung.....	4
3.1 Abgrenzung einer Biogasanlage.....	4
3.2 An- und Abfahrvorgänge .....	5
3.3 Gefahr der Staubexplosion .....	5
3.4 Beachtung von Herstellervorgaben .....	5
3.5 Das kritischste Bauteil als Maß für die Zoneneinteilung .....	5
3.6 Dichtheit .....	5
4. Hinweise zu einzelnen Bauteilen .....	6
ad 4.8.1 Vorgrube und Vorlage.....	6
ad 4.8.2 Dichte Substratzufuhr im Annahmehbereich.....	6
ad 4.8.3 Fermenterinnenraum .....	6
ad 4.8.9 Gasüberdrucksicherung .....	7
ad 4.8.14 Gasverdichter /Gasgebläse .....	7
ad 4.8.17 BHKW Aufstellraum .....	7
ad 4.8.19 Substratleitungen .....	7

## **1. Hintergrund zur Beispielsammlung**

### **1.1 Anlass**

Die im Anhang 9 der Technischen Information 4 (TI4) der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG) „Sicherheitsregeln für Biogasanlagen“ aufgeführten Beispiele zur Ex-Zoneneinteilung auf Biogasanlagen decken nicht alle Anwendungsfälle ab und mussten daher vollständig überarbeitet werden.

Die überarbeitete Beispielsammlung wurde unter Punkt 4.8 „Biogasanlagen“ in Anlage 4 Punkt 4 „Spezielle Anlagen“ der Berufsgenossenschaftlichen Regel (BGR) 104 „Explosionsschutz-Regeln“ aufgenommen. Herausgeber der BGR 104 ist der Arbeitskreis „Explosionsschutz“ im Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV).

### **1.2 Auszug aus der Vorbemerkung zur BGR 104 zum Geltungsbereich**

BG-Regeln richten sich in erster Linie an den Unternehmer und sollen ihm Hilfestellung bei der Umsetzung seiner Pflichten aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften und/oder Unfallverhütungsvorschriften geben sowie Wege aufzeigen, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können. Der Unternehmer kann bei Beachtung der in den BG-Regeln enthaltenen Empfehlungen, sofern die beispielhaften Lösungsmöglichkeiten zutreffen, davon ausgehen, dass er damit geeignete Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren getroffen hat. Sind zur Konkretisierung staatlicher Arbeitsschutzvorschriften von den dafür eingerichteten Ausschüssen technische Regeln ermittelt worden, sind diese vorrangig zu beachten.

### **1.3 Auszug aus der Vorbemerkung zur Beispielsammlung zur BGR 104 mit Hinweisen zur Handhabung der Beispielsammlung**

... Die in den einzelnen Beispielen aufgeführten Maßnahmen gelten für den Normalbetrieb, berücksichtigen aber auch Betriebsstörungen. Sie können als Entscheidungshilfe bei der Auswahl von Art und Umfang der Schutzmaßnahmen für das Vermeiden von Explosionsgefahren dienen.

Für das erstmalige An- und Abfahren einer Anlage und den Explosionsschutz in Räumen, die über Öffnungen mit explosionsgefährdeten Bereichen in Verbindung stehen, sind besondere Überlegungen anzustellen.

Die Beurteilung, ob und mit welcher Häufigkeit und Dauer gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) auftreten kann, hängt von den gegebenen Umständen ab und muss sich stets auf den vorliegenden Einzelfall beziehen (TRBS 2152 Teil 1). Deshalb ist bei Anwendung der Beispielsammlung immer zu untersuchen, ob in dem zu beurteilenden Fall das Auftreten von g. e. A. hinsichtlich der Ausdehnung, Häufigkeit und Dauer mit dem Sachverhalt übereinstimmt, der dem Beispiel der EX-RL – Beispielsammlung zugrunde liegt.

Bei Abweichungen von den in der EX-RL – Beispielsammlung angegebenen Voraussetzungen ist in der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob Änderungen der Zone bzw. deren Ausdehnung erforderlich sind.

## 1.4 Schema zur grundsätzlichen Aufbau

Komponente/Aufstellsituation		Zoneneinteilung / Umfang d.Zündquellenvermeidung			
Nr. (Sp. 1)	Beispiel (Sp. 2)	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise (Sp. 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2 (Sp. 4)	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung) TRBS 2152 Teil 3) (Sp. 5)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4 (Sp. 6)
		mit Substratrückführung, Substratmischung und Beheizung.			
4.8.1.3	Abgedeckte Vorlagen ohne Substratrückführung und ohne Beheizung im Freien	Nicht technisch dichte Vorlagen, nicht an das Gassystem angeschlossen. Befüllöffnungen vorhanden.			
4.8.1.3.1	Vorlagen für leicht abbaubare Substrate	Leicht abbaubare Substrate sind z.B. flüssige und pastöse Bioabfälle Ausreichender Volumenstrom (z.B. mind. 5-facher Luftwechsel des Vorgrubenvolumens) durch überwachte Absaugung vorhanden.	2.4.3.4 2.4.4.3	Zone 2: im Inneren Keine Zone: außen	Keine
4.8.1.3.2	Vorlagen für Gülle mit max. Füllstand unter Erdgleiche	a) Ausreichend große Öffnungsfläche, z.B. durch Gitterrostabdeckungen, sehr geringe Gasproduktionsrate aufgrund niedriger Temperatur	2.4.4.2	Zone 2: im Inneren Keine Zone: außen	Keine

Varianten
Schutzmaßnahmen zur Vermeidung / Einschränkung von g.e.A.
Schutzmaßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes

## 2. Schutzmaßnahmen

### 2.1 Maßnahmen zur Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (primärer Explosionsschutz)

„Vermeiden von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre g.e.A.“  
Beschrieben in der Beispielsammlung in der Spalte 4

Übersicht über Maßnahmen, die g.e.A. verhindern oder einschränken  
(Auszug aus TRBS 2152 Teil 2):

- 2.3 Vermeiden von g.e.A. im Inneren von Anlagen und Anlagenteilen
  - 2.3.2 Konzentrationsbegrenzung
  - 2.3.3 Inertisierung
  - 2.3.4 Vermeidung von g.e.A. durch Druckabsenkung
- 2.4 Vermeiden von g.e.A. in der Umgebung von Anlagen und Anlagenteilen
  - 2.4.2 Verfahrenstechnische Maßnahmen, Bauart und räumliche Anordnung
  - 2.4.3 Dichtheit von Anlagenteilen
    - 2.4.3.2 Auf Dauer technisch dichte Anlagenteile
    - 2.4.3.3 Technisch dichte Anlagenteile
    - 2.4.3.4 Verringern betriebsbedingter Austritte brennbarer Stoffe
    - 2.4.3.5 Prüfen der Anlagenteile auf Dichtheit
  - 2.4.4 Lüftungsmaßnahmen
    - 2.4.4.2 Natürliche Lüftung
    - 2.4.4.3 Technische Lüftung (Raumlüftung)
    - 2.4.4.4 Objektabsaugung
- 2.5 Überwachung der Konzentration in der Umgebung

## **2.2 Maßnahmen zur Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (sekundärer Explosionsschutz)**

„Vermeiden von Zündquellen“

Beschrieben in der Beispielsammlung in der Spalte 5

siehe TRBS 2152 Teil 3

Schutzanforderungen / Exschutzkategorie entsprechend der Zoneneinteilung

Die allgemeingültige Festlegung zur Zoneneinteilung wird im allgemeinen Teil der TRBS 2152 getroffen und ist nach allgemeiner Auffassung wie folgt zu interpretieren:

Entstehung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre

- Keine Zoneneinteilung: g.e.A. tritt nicht auf (Anhaltswert: weniger oft als alle 2 Jahre).
- Zone 2: liegt vor, wenn wenige Male im Jahr, z.B. einmal monatlich g.e.A. nicht länger als ca. 30 Minuten vorliegt. 2
- Zone 1: liegt vor, wenn Dauer und Häufigkeit der g.e.A. zwischen Zone 0 und Zone 2 liegen.
- Zone 0: liegt vor, wenn z.B. über eine Schicht zeitlich überwiegend g.e.A. vorliegt. Zone 0 ist nur im Inneren von Behältern vorgesehen

## **2.3 Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken (tertiärer Explosionsschutz)**

„Beschränkung der Auswirkungen bei einer Explosion“

Beschrieben in der Beispielsammlung in der Spalte 6

siehe TRBS 2152 Teil 4

Sind auf Biogasanlagen im Normalbetrieb nicht vorgesehen, deshalb werden keine Maßnahmen in der Spalte 6 aufgeführt (Foliengasspeicher können als Druckentlastungseinrichtungen angesehen werden, dies gilt jedoch nicht für den Normalbetrieb).

## **3. Grundsätzliches zur Beispielsammlung**

### **3.1 Abgrenzung einer Biogasanlage**

Der Begriff Biogasanlage bezieht sich im vorliegenden Fall auf die Biogaserzeugungsanlage ab dem Verfahrensschritt, an dem eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre g.e.A. auftreten kann (z.B. Vorlagebehälter),

a) inklusive angeschlossenen BHKW, wenn es auf dem Betriebsgelände steht,

b) bis hin zum Eingangsflansch des Gasgebläses oder -verdichters, wenn eine Gasaufbereitungsanlage nachfolgt oder ein externes Satelliten-BHKW versorgt wird.

Gasfackel, externe Entschwefelung oder Gastrocknung sind ebenfalls der Biogasanlage zugeordnet, wenn sie auf dem Betriebsgelände der Biogaserzeugungsanlage stehen.

Zur Verdeutlichung ist eine Übersichtszeichnung zu Beginn des Abschnittes 4.8 Biogasanlagen eingefügt..

### **3.2 An- und Abfahrvorgänge**

Das An- und Abfahren ist bei Biogasanlagen nicht zwingend nur einmalig, sondern kann für einzelne Behälter sowohl wiederkehrend als auch anlassbezogen (Reparaturarbeiten) vorkommen. Das wiederkehrende An- und abfahren ist von verschiedenen Faktoren abhängig, wie z.B. von

- den Einsatzstoffen (Entfernen von Sedimentablagerungen),
- der Verfahrensweise (Geometrie, Rührtechnik, Anordnung von Bauteilen etc.) und
- der Betriebsweise (Trockensubstanz-Gehalt, Rührintervalle, Rezirkulatmenge, etc.)

Es wird davon ausgegangen, dass ein An- und Abfahren von Behältern in der Regel nur in mehrjährigen Intervallen erfolgt (1 bis 5 Mal in 10 Jahren). Dies ist in der Ex-Zonen - Einteilung außerhalb des Normalbetriebes zu betrachten und die dafür erforderlichen Schutzmaßnahmen sind in einer gesonderten individuell zu erstellenden Betriebsanweisung zu regeln (siehe A001 „sicheres Arbeiten in Fermentern“ des FvB, Merkblätter des SVLFG etc.).

### **3.3 Gefahr der Staubexplosion**

Die Möglichkeit von Staubexplosionen ist gegebenenfalls auch auf Biogasanlagen zu betrachten (Gärresttrocknung, Getreidemühle, etc.), wird aber in Punkt 4.8 der EX-RL – Beispielsammlung nicht explizit aufgeführt. Siehe dazu Abschnitt 3 der EX-RL – Beispielsammlung.

### **3.4 Beachtung von Herstellervorgaben**

Die Bedienungsanleitungen von Generalunternehmern und Komponentenlieferanten sind vom Betreiber auf Aussagen bzw. Vorgaben mit Bezug zum Explosionsschutz zu überprüfen. Enthalten die Dokumentationen entsprechende Hinweise, sind diese vom Betreiber bei der Zoneneinteilung zu berücksichtigen. Soweit relevant, sind diese Hinweise (z.B. für Instandhaltungsarbeiten oder für die Festlegung von Maßnahmen zur Gewährleistung der technischen Dichtigkeit durch Wartung und Überwachung) auch in das Explosionsschutzdokument zu übertragen.

### **3.5 Das kritischste Bauteil als Maß für die Zoneneinteilung**

Das gasführende System besteht aus mehreren Bereichen und Komponenten, die sich gegenseitig beeinflussen. Bei der Zoneneinteilung ist immer das kritischste Bauteil maßgebend für die im Gasfluss nachfolgenden Bereiche.

### **3.6 Dichtigkeit**

Auf Biogaserzeugungsanlagen liegt das Druckniveau in der Regel nur wenig über dem atmosphärischen Druck (ca. 0 bis 4 mbar = 0 bis 4 hPa; bei manchen Behältern bis 25hPa), Verbindungen sind dort in der Regel „technisch dicht“ ausgeführt und werden durch wiederkehrende Dichtigkeitsprüfungen, z.B. mittels Gasspürgerät, Begehung mit Gaskamera, Abseifen, etc. i als organisatorische Schutzmaßnahmen Kombination mit Instandhaltung nach Herstellerangaben zu „dauerhaft technisch dichten“ Verbindungen.

Je nach Verbindungssystem kann hier eine monatliches, viertel-, halb- oder jährliches oder auch kürzeres Prüfungsintervall erforderlich sein.

Bei der Festlegung der Prüfintervalle ist u. a. von Belang, welchen Einflüssen (wechselnde Beanspruchungen) Armaturen, Rohrleitungen, Gasspeichersysteme usw. neben dem Druck ausgesetzt sind – z. B. mechanische Spannungen, thermische Wechsellast, etc.

## 4. Hinweise zu einzelnen Bauteilen

### ad 4.8.1 Vorgrube und Vorlage

In der Landwirtschaft wird der Pufferbehälter für flüssige Einsatzstoffe vor einer Biogasanlage als „Vorgrube“ bezeichnet.

Nachdem die Beispielsammlung Biogasanlagen unabhängig vom Standort und den Einsatzstoffen beschreiben will, wurde stattdessen der Begriff „Vorlage“ gewählt. Dieser Begriff berücksichtigt zusätzlich auch die Annahmehbereiche für flüssige und pastöse Abfälle.

### ad 4.8.2 Dichte Substratzufuhr im Annahmehbereich

Die Substratzufuhr auf Biogasanlagen erfolgt vielfach durch eine Rohrschnecke, welche feste Einsatzstoffe (Silage, Gras etc.) unter den Flüssigkeitsspiegel des gasdichten Hauptfermenters einbringt. Diese Betriebsweise bzw. diese Bauart der Substratzufuhr kann nicht als „auf Dauer technisch dicht“ angesehen werden. In Verbindung mit technischen und/oder organisatorischen Schutzmaßnahmen zur Absicherung der dauerhaften Überstauung (z.B. Füllstandsüberwachung oder Überstauung um das doppelte der maximalen Tagesabsenkung, etc. ) kann eine Rückströmung von Biogas in die Substratzufuhr sicher verhindert werden.

### ad 4.8.3 Fermenterinnenraum

#### Luftzufuhr zur biologischen Entschwefelung

Der Nahbereich wird als Bereich mit einer kugelförmigen Ausdehnung von ca. 0,5m um die Freisetzungquelle definiert.

Eine konstruktive Maßnahmen zur Luftmengenbegrenzung ist z.B. der Einbau eines Durchflußdrosselventils, welches eine unkontrollierte Luftzufuhr (z.B. bei nicht schließenden Magnetventilen bei einer Luftzufuhr aus einer Kompressorstation) zuverlässig begrenzen.

#### Zündquelle Elektrostatik

Wenn im Fermenterinnenraum eine Zone ausgewiesen wird, dann stellen elektrostatische Entladungen eine mögliche Zündquelle dar:

##### Für Zone 2 gilt:

In Zone 2 sind Maßnahmen nur erforderlich, wenn beim bestimmungsgemäßen Betrieb Aufladungsvorgängen auftreten, die zu zündwirksamen Entladungen führen können (Reibvorgänge, stark ladungserzeugende Prozesse).

##### Für Zone 1 gilt:

Eine gefährliche elektrostatische Aufladung tritt nicht auf:

##### a) an der Außenseite der Gasmembran:

Wenn die Gasmembran innen feucht und leitfähig mit Erdung über die Wandung verbunden ist UND die Folie  $\leq 2\text{mm}$  dick ist.

##### b) an der Innenseite der Außenfolie:

Wenn diese ableitfähig UND über die Befestigung leitfähig mit Erde verbunden ist ODER wenn experimentell durch fachkundige Prüfung nachgewiesen ist, dass mit gefährlichen Aufladungen nicht zu rechnen ist

ODER über das Tragsystem oder eingebaute Netze gewährleistet ist, dass die maximale zusammenhängende nicht ableitfähige Fläche  $< 400\text{ cm}^2$  (bei IIC-Stoffen wie Wasserstoff  $< 80\text{ cm}^2$ ) ist und die Netze leitfähig mit Erde verbunden sind.

#### **ad 4.8.9 Gasüberdrucksicherung**

Die Abblaseleistung von 250m<sup>3</sup>/h ist auf die Mehrzahl der im Markt vorhandenen Systeme abgestellt. Die bisherige Festlegung der Ex-Zonen ist unter Berücksichtigung des Risikos und der Schadens-Eintrittswahrscheinlichkeit beibehalten worden .

Bei besonderen Randbedingungen und größeren Volumenströmen ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich.

#### **ad 4.8.14 Gasverdichter /Gasgebläse**

##### **Begriffe**

Diese beiden Begriffe werden in der Fachwelt oft unterschiedlich verwendet. Im vorliegenden Fall, wird

a) der Gasverdichter als verdrängendes System mit einem Druckniveau > 250hPa und einer abdichtenden Wirkung zwischen den Anschlussflanschen bei Stillstand und

b) das Gasgebläse als Gasdruckerhöhungsgebläse bis 250 hPa und einem offenen Querschnitt zwischen den Anschlussflanschen bei Stillstand definiert.

In der Beispielsammlung wird bei Biogasanlagen in der Regel von Fall b) ausgegangen.

##### **Kompensatoren**

Die Zuleitung zum Gasgebläse wird in der Regel im Unterdruck betrieben  
Richtig ausgewählte Kompensatoren (Berücksichtigung von Axial- und Radialversatz) im Rohrleitungsanschluss mit wiederkehrender Wartung und Überwachung laut Herstellerangaben sind Stand der Technik und in jedem Fall erforderlich, um die technische Dichtheit des Gasleitungssystems gewährleisten zu können.

#### **ad 4.8.17 BHKW Aufstellraum**

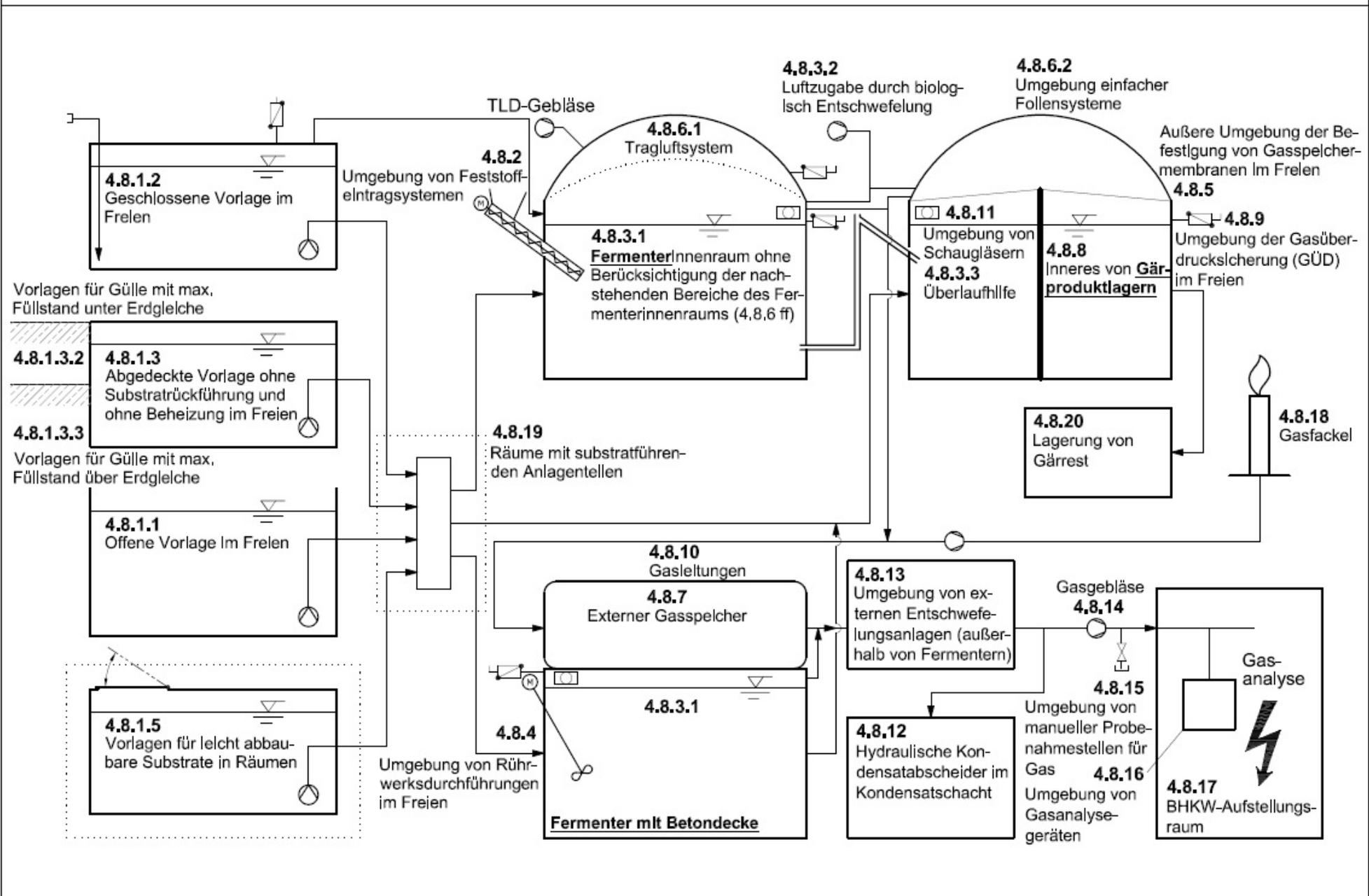
Die in der Technischen Information 4 (TI4) der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG) „Sicherheitsregeln für Biogasanlagen“ aufgeführte Möglichkeit des Betriebes eines Blockheizkraftwerkes in einem geschlossenen Raum ohne Überwachung der Raumluft mittels einer ortsfesten Gaswarnanlage auf mögliche gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bei konstanter Raumdurchlüftung von 35m<sup>3</sup>/h pro kW elektrischer Anschlussleistung ist nicht mehr Stand der Technik. Bei stärkerem Frost sind die Luftwechselraten in der Regel zu groß und bei Abriss der Gasleitung nach dem Gasverdichter zu klein um den störungsfreien, bzw. sicheren Betrieb zu gewährleisten.

#### **ad 4.8.19 Substratleitungen**

Gärsubstrat ist ein Mehrphasengemisch mit unterschiedlich hohen Anteilen von Gas und Feststoffen in einer flüssigen Phase mit einem mehr oder minder großen Anteil an gasbildenden Bakterien. Insofern sind ein Druckanstieg bei geschlossenen Rohrleitungssystemen und die Gefahr von entstehenden Undichtigkeiten mit gleichzeitigem Gasaustritt nicht auszuschließen.

Bei der Planung ist die Notwendigkeit einer Druckentlastung zu berücksichtigen.

**Blockfließbild EX-RL Beispielsammlung**



Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
<b>4.8</b>	<b>Biogasanlagen</b>				
	<p>Explosionsgefahren bei An- und Abfahrvorgängen werden hier für die beispielhafte Festlegung von Zonen nicht betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass Biogasanlagen so konzipiert werden, dass diese Vorgänge seltener als alle zwei Jahre stattfinden. Für An- und Abfahrvorgänge ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich.</p> <p>Über die hier dargestellten Anlagenteile hinaus sind ggf. vorgeschaltete Läger (z.B. für staubende Stoffe unter Punkt 3) zu betrachten, die nicht Bestandteil des Punktes 4.8 sind.</p> <p>Im Folgenden sind die Begriffe wie folgt zu verwenden:  Gasspeicher: Gasraum über dem Fermenter oder eigenständiger Behälter mit Volumenvariabilität.  Gassystem: Gesamtheit aller zusammenhängenden gasführenden Anlagenteile im Rahmen der Biogaserzeugung</p>				
<b>4.8.1</b>	<b>Vorlagen zur Substratannahme</b>	Grube oder Behälter, offen oder geschlossen, zur Annahme, Zwischenspeicherung und Aufgabe von Substraten, ggf. unter Mischung, Rückführung von Substrat oder Gärresten, mit oder ohne Beheizung.			
<b>4.8.1.1</b>	<b>Offene Vorlage im Freien</b>	Grube oder Behälter für Gülle über den gesamten Querschnitt offen, mit oder ohne schwimmende Abdeckung (ohne Beheizung, ohne Substrat- und ohne Gärrestrückführung) Gasakkumulation nicht möglich.	2.4.4.2	Keine Zone	Keine
<b>4.8.1.2</b>	<b>Geschlossene Vorlage im Freien</b>	Grube oder Behälter mit technisch dichter Abdeckung, durch regelmäßige Kontrollen werden bereits geringe Leckagen frühzeitig erkannt, geeignete Gaspendelung zum Gassystem zur sicheren Verhinderung von Unterdruck und Überdruck, dichte Substratzufuhr durch Beschickung unter Substratspiegel, Zu diesen geschlossenen Vorlagen gehören auch Vorlagen	2.4.3.3 2.4.3.5	Innen: wie die Zone mit höchsten Anforderungen des angeschlossenen Gassystems Außen: Keine	Keine

Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
		mit Substratrückführung, Substratmischung und Beheizung,			
<b>4.8.1.3</b>	<b>Abgedeckte Vorlagen ohne Substratrückführung und ohne Beheizung im Freien</b>	Nicht technisch dichte Vorlagen, nicht an das Gassystem angeschlossen. Befüllöffnungen vorhanden.			
<b>4.8.1.3.1</b>	<b>Vorlagen für leicht abbaubare Substrate</b>	Leicht abbaubare Substrate sind z.B. flüssige und pastöse Bioabfälle Ausreichender Volumenstrom (z.B. mind. 5-facher Luftwechsel des Vorgrubenvolumens) durch überwachte Absaugung vorhanden.	2.4.3.4 2.4.4.3	Zone 2: im Innern Keine Zone: außen	Keine
<b>4.8.1.3.2</b>	<b>Vorlagen für Gülle mit max. Füllstand unter Erdgleiche</b>	a) Ausreichend große Öffnungsfläche, z.B. durch Gitterrostabdeckungen, sehr geringe Gasproduktionsrate aufgrund niedriger Temperatur.	2.4.4.2	Zone 2: im Inneren Keine Zone: außen	Keine
		b) Nicht ausreichend große Öffnungsfläche, Luftaustausch nur aufgrund von Beschickungs- und Entleerungsvorgängen. Sehr geringe Gasproduktionsrate aufgrund niedriger Temperatur.		Zone 1: im Inneren Zone 2: im Nahbereich um die Öffnungen	Keine
<b>4.8.1.3.3</b>	<b>Vorlagen für Gülle, mit max. Füllstand über Erdgleiche</b>	Luftaustausch nur aufgrund von Beschickungs- und Entleerungsvorgängen.		Zone 1: im Inneren Zone 2: im Nahbereich um die Öffnungen	Keine
<b>4.8.1.3.4</b>	<b>Vorlagen für feste Stoffe unter Zumischung von Gülle (oder Wirtschaftsdünger)</b>	wie 4.8.1.3.2 oder 4.8.1.3.3			
<b>4.8.1.4</b>	<b>Vorlagen mit Substrat-, Filtrat- oder Gärrest-rückführung im Freien</b>	Siehe 4.8.1.3.1			
<b>4.8.1.5</b>	<b>Vorlagen für leicht abbaubare Substrate in Räumen</b>	Leicht abbaubare Substrate sind z.B. flüssige und pastöse Bioabfälle Ausreichender Luftvolumen-	2.4.3.4 2.4.4.3 2.4.4.4	Zone 2: im Inneren der Vorlage und 1m um Befüllöffnung	Keine

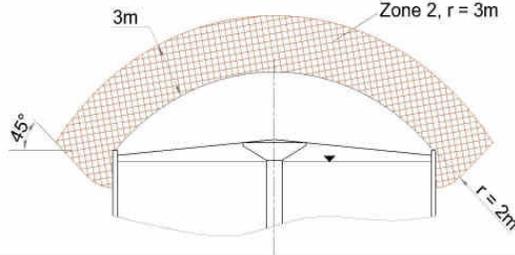
Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
		strom im Innern der Vorlage (z.B. mind. 5-facher Luftwechsel des Vorgrubenvolumens) durch überwachte Absaugung vorhanden und Raum technisch gelüftet.			
<b>4.8.1.6</b>	<b>Hydrolysebehälter im Freien</b>	Diskontinuierliche (tageweise) Beschickung mit festen und flüssigen Stoffen und Entnahme nach Versäuerungsphase mit bestimmungsgemäßer Bildung von Wasserstoff. Explosionsschutz für Wasserstoff ist erforderlich. Einzelfallbetrachtung erforderlich.			
<b>4.8.2</b>	<b>Umgebung von Feststoffeintragssystemen</b>	Rohrschneckensystem, das die Einsatzstoffe unter dem Flüssigkeitsspiegel des Fermenters einbringt. Der mögliche Entnahmestrom wird begrenzt und der Füllstand wird täglich kontrolliert oder bei Unterschreitung des minimalen Füllstands wird automatisch Alarm mit Abschaltung der Entnahme ausgelöst, so dass das Schneckensystem sich sicher unter dem Flüssigkeitsspiegel befindet.	2.4.2 2.4.3.2	keine Zone	Keine
<b>4.8.3</b>	<b>Fermenterinnenraum</b>	Äußere Umgebung siehe 4.8.5			
<b>4.8.3.1</b>	<b>Fermenterinnenraum ohne Berücksichtigung der nachstehenden Bereiche des Fermenterinnenraums (4.8.6 ff.)</b>	Der Behälter ist ständig mit Gas gefüllt und unter Überdruck Bei Druckabfall kann Luft-sauerstoff ins Innere eintreten.			
		a) Die Sauerstoffzufuhr ins Innere wird verhindert durch:	2.4.2	Keine Zone im Innern	Keine

Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der Gasproduktion, z.B. durch regelmäßige Substratzugabe,</li> <li>• Dichtigkeit und Beständigkeit der Umschließung</li> <li>• Füllstandsüberwachung des Substrates und ggf. Abschaltung der Entnahmen aus der Flüssigphase (Gasabschluss)</li> </ul> <p>und</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der Überdruckfahrweise auch bei Temperatursturz, z.B. durch <ul style="list-style-type: none"> <li>○ geeignete Gaspendelung zwischen den Gasspeichern bzw. zum Gasspeicher,</li> <li>○ ständige Überwachung von Gasüberdruck im Innern und Gasentnahme,</li> <li>○ ausreichend veränderliches Volumen des Gasspeichers</li> </ul> </li> <li>• Bei Tragluftdächern zusätzlich: Sicherstellung, dass Stützluftdruck kleiner als Druck im Gasspeicher, Dichtigkeit und Beständigkeit der Innenmembran</li> </ul>			
		b) wie a), jedoch sind nicht alle Maßnahmen zur Überwachung	2.4.2	Zone 2: über dem Substratspiegel im Innern, Bezüglich der Zoneneinteilung wird zusätzlich	Keine

Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
		und Sicherstellung von Gasüberdruck realisiert. Das Auftreten von g.e.A. wird jedoch erkannt, und durch Maßnahmen wird sichergestellt, dass g.e.A. nur selten und kurzzeitig auftritt.		auf Abschnitt 4.8.10.1 verwiesen.	
		c) Aufgrund zu erwartender Störungen oder gelegentlich auftretender verfahrensbedingter Betriebszustände kann Luft ins Innere eintreten und so die OEG unterschritten werden. Das Auftreten von g.e.A. ist gelegentlich möglich	2.4.2	Zone 1: über dem Substratspiegel im Innern Bezüglich der Zoneneinteilung wird zusätzlich auf Abschnitt 4.8.10.1 verwiesen.	Keine
<b>4.8.3.2</b>	<b>Luftzugabe zur biologischen Entschwefelung</b>	Luftzugabe ins Innere des Fermenters. Leitungsdurchführungen durch die Fermenterhülle auf Dauer technisch dicht.			
		Rückstromgesicherte Luft-einspeisung mit räumlich verteilter Zugabe; $V_{Luft,max} < 6\%$ von $V_{Biogas,nenn}$ Begrenzung des Luftvolumenstroms wird durch technische Maßnahmen sichergestellt, z.B. maximale Kompressorkapazität. Außerdem erfolgt mindestens entweder: <ul style="list-style-type: none"> <li>regelmäßige Überprüfung des Sauerstoffanteils über Messung des Sauerstoffvolumenstroms (mind. 2x / Tag) und Plausibilitätsprüfung des Gasertrags</li> </ul> oder <ul style="list-style-type: none"> <li>regelmäßige Messung des Sauerstoffanteils über Gasanalysegerät (mind. 2x / Tag)</li> </ul>	2.5	Zone 0 nur im Nahbereich der Lufteinblaseöffnungen daran anschließend Zone des Gassystems	Keine

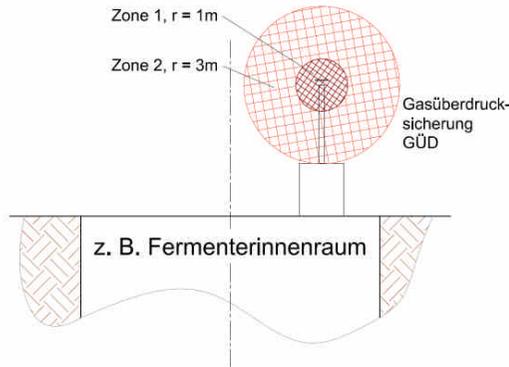
Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
<b>4.8.3.3</b>	<b>Überlaufhilfe</b>	a) Überlaufhilfe durch Schnecke	2.4.3.3 2.4.2	Zone wie im nachfolgender Gasraum	Keine
		b) Druckstoßüberlaufhilfe mit physikalischer Begrenzung der eingeblasenen Luft (Volumen- und Volumenstrombegrenzung)	2.4.2	Zone 0 im Rohr und im Nahbereich des Überlaufs	Keine
		c) wie b), jedoch ohne physikalische Begrenzung der eingeblasenen Luft		Zone 0 im Rohr und im Fermenter	Keine
<b>4.8.4</b>	<b>Umgebung von Rührwerksdurchführungen im Freien</b>	Durchführungen für Rührwerkswellen und Verstelleinrichtungen für Rührwerke, z.B. Seilzüge			
		a) Durchführungen technisch dicht in Verbindung mit regelmäßiger Kontrolle und Wartung oder Rührwerksdurchführung unter Flüssigkeits-/Substratspiegel	2.4.3.3 2.4.3.5	keine Zone	Keine
<b>4.8.5.</b>	<b>Außere Umgebung der Befestigung von Gasspeichermembranen im Freien</b>	Gilt für Fermenter, Gärproduktlager etc. Das Innere wird unter 4.8.3 betrachtet.			
		a) Befestigung ist technisch dicht und wird regelmäßig auf technische Dichtheit geprüft.  Die Klemmverbindung wird nur selten gelöst. Die technische Dichtheit wird insbesondere durch der Druckstufe entsprechende Dichtungen, Verhindern von Druckverlust in den Klemmschlauchverbindungen, Auslegung gegen Niederschlags- und Windlasten und organisatorische Schutzmaßnahmen auf Dauer gewährleistet. Max. Druckniveau p <sub>max</sub> =5 mbar (abhängig vom	2.4.3.3 2.4.3.5	keine Zone außen	Keine

Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
		<p>Befestigungssystem)</p> <p>Biogasbeständige Dichtungen (z.B. NBR).</p> <p>Die technische Dichtheit wird erstmalig und wiederkehrend geprüft, z.B. Ortung mit Gaskamera und anschließend Kontrolle mit schaubildenden Mitteln oder geeignetem Gasspürgerät, .</p>			
		b.) wie a), jedoch wird die Befestigung nicht nur selten gelöst.	2.4.3.3 2.4.3.5	Zone 2: 2 m um die Befestigung	Keine
<b>4.8.6</b>	<b>Gasspeicher ohne Trennung zum Fermenter oder Gärproduktlager</b>	Auslegung gegen Niederschlags- und Windlasten auf Dauer gewährleistet.			
<b>4.8.6.1</b>	<b>Tragluftsystem</b>	Zum Tragluftsystem gehören der Zwischenraum, der Tragluftein- und -auslass und das Stützluftgebläse.			
		a) Der Tragluftauslass wird durch eine geeignete Gaswarnanlage mit Alarmierung auf spontanen Gasaustritt und durch geeignetes Gasspürgerät auf schleichenden Gasaustritt überwacht.	2.4.3.5 2.5.2	Zone 2: im Innern des Tragluftsystems und 3 m um Zu- und Abluftöffnungen	Keine
		b) wie a), jedoch ohne Gaswarnanlage.	2.4.3.5	Zone 1: im Innern des Tragluftsystems Zone 2: 3 m um Zu- und Abluftöffnungen	Keine
		c) Staudruckgebläse (keine Querdurchströmung des Zwischenraumes, damit gelegentliches Aufkonzentrieren von diffundierendem Biogas und schlagartiges Freisetzen bei Anheben der Gasmembran oder Gebläsestillstand) möglich. Durch die Atmung aufgrund der Druckschwan-	2.4.3.5	Zone 0: im Zwischenraum Zone 1: 3 m um Öffnungen	7.2

Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
		kungen wird zeitlich überwiegendes Aufkonzentrieren verhindert.			
<b>4.8.6.2</b>	<b>Umgebung einfacher Foliensysteme</b>	a) Die technische Dichtheit wird erstmalig und wiederkehrend, z.B. Ortung mit Gaskamera und Kontrolle mit schaubildenden Mitteln oder geeignetem Gasspürgerät, überwacht.	2.4.3.3 2.4.3.5	Keine Zone	Keine
		b) wie a), jedoch ohne wiederkehrende Kontrolle	2.4.3.3	Zone 2: 3m um Folie und 2m nach unten mit 45° siehe Bild, ... 	Keine
<b>4.8.7.</b>	<b>Externe Gasspeicher</b>	Weitere externe Gasspeicher sind unter 4.1.4.3 beschrieben.			
<b>4.8.7.1</b>	<b>Gassack in Räumen</b>	Gassack liegt auf dem Boden und wird durch eine feste Einhausung gegen Witterungseinflüsse geschützt. Die Einhausung ist auch bei befülltem Sack rundum zugänglich.			
		a) konstante Durchlüftung der Zwischenraumes zwischen Gassack und Einhausung und Strömungs- und Konzentrationsüberwachung und Installation einer Gas-Überdrucksicherung sowie Installation eines Gasunterdruckschalters.	2.4.3.3 2.4.4.3 2.5.3	Zone 2: in der Einhausung und 3m um alle Öffnungen zu anderen Räumen, sowie im Nahbereich um Öffnungen ins Freie mit Ausnahme der Gasüberdrucksicherungen (siehe 4.8.9) Im Innern gleiche Zone wie angeschlossenes Gassystem.	Keine
		b) wie a) jedoch nur natürliche Lüftung	2.4.3.3 2.4.4.2 2.5.3	Zone 1: in der Einhausung Zone 2: 3 m um alle Öffnungen Im Innern gleiche Zone wie angeschlossenes Gassystem.	Keine

Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
<b>4.8.7.2</b>	<b>Im Freien</b>	Wie 4.8.7.1 Im Freien kann in Folge von Witterungseinflüssen gegenüber vergleichbaren Situationen in Räumen im Allgemeinen eine Zone mit geringeren Anforderungen festgelegt bzw. die Zonenausdehnung reduziert werden.			
<b>4.8.8</b>	<b>Inneres von Gärproduktlagern</b>				
<b>4.8.8.1</b>	<b>Gärproduktlager mit Verbindung zum Gassystem</b>	<p>a) Verhindern von Lufteinbrüchen durch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der Überdruckfahrweise auch bei Gärproduktentnahme, z. B. durch ständige Überwachung von Gasüberdruck im Innern und Absperrung von Gasentnahmeleitungen sowie der Entnahmen aus der Flüssigphase,</li> <li>• geplante, kontrollierte Gärproduktentnahme, insbesondere durch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der Gaszufuhr,</li> <li>• Sichtkontrolle bei EPDM Folien bzw. Gasfüllstandsüberwachung bei Doppelfoliensystemen bzw. unelastischen Gasspeichern,</li> <li>• Drosselung des BHKW und</li> <li>• Abbrechen der Gärproduktentnahme bei minimalem Gasfüllstand</li> </ul> </li> </ul> <p>und</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewährleistung der tech-</li> </ul>	<p>2.4.3.3 2.4.2</p>	Im Innern gleiche Zone wie Gassystem.	Keine

Nr, (Sp.1)	Beispiel (Sp.2)	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise (Sp.3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2 (Sp. 4)	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3) (Sp. 5)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4 (Sp. 6)
		<p>nischen Dichtheit mit Hilfe erstmaliger und wiederkehrender Kontrollen, z.B. durch Ortung mit Gaskamera und Kontrolle mit schaumbildenden Mitteln oder geeignetem Gasspürgerät.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Tragluftdächern zusätzliche Maßnahmen siehe 4.8.6.1:</li> </ul>			
		b) wie a) jedoch Überdruckfahrweise bei Gärproduktentnahme nicht sichergestellt		Zone 1: in Innern des Gärrestelagers und im Innern des angeschlossenen Gassystems	Keine
<b>4.8.8.2</b>	<b>Gärproduktlager ohne Verbindung zu Gassystem</b>	Gärprodukt mit geringem Gasproduktionspotenzial, wie z.B. nach VDI 3475 Blatt 4			
		a) Offenes Gärproduktlager: kein Gasraum	2.4.4.2	Keine Zone	Keine
		b) Gärproduktlager mit Gasraum, Be- und Entlüftungsöffnungen	2.4.4.2	Zone 2 im Inneren und 1 m um die Öffnungen	Keine
		c) wie b) jedoch natürliche Lüftung nicht gewährleistet.		Zone 1 im Inneren und 1 m um die Öffnung	Keine
<b>4.8.9.</b>	<b>Umgebung der Gasüberdrucksicherung (GÜD) im Freien</b>	Austrittsstelle der GÜD ist mindestens 3 m über Bedienstandplatz (Begehungsebene) und 1 m über Behälteroberkante mit einer Abblaseleistung bis 250 m³/h, freies gefahrloses Abströmen nach oben oder seitlich. Die GÜD wird zur Sicherstellung der Funktion regelmäßig (z.B. täglich) überprüft.			
		a) Die gemäß EEG vorhandene zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung, z.B. Fackel, hat mindestens die	2.4.2	Keine Zone	Keine

Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
		Kapazität wie die maximale Gasproduktionsrate der Biogasanlage. Die GÜD spricht daher nur in sehr seltenen Fällen an. Für den Fall des Ansprechens sind Bereiche mit möglicher Gefährdung nach TRGS 407 festzulegen.			
		b) Einschränken des Ansprechens der GÜD und Begrenzen einer Emission durch automatische Gasfüllstandsüberwachung zur Fahrweise mit Restvolumenreserve oder lastvariablen Verbrauch, z.B. BHKW mit Leistungsreserve, und Verbrennen durch zusätzliche und ständig verfügbare Gasverbrauchseinrichtung vor Ansprechen der GÜD.	2.4.2	Zone 2: 3m um Abblaseöffnung	Keine
		c) wie b) jedoch nicht alle Punkte erfüllt	2.4.2	Zone 1: 1m Zone 2: weitere 2m um Abblaseöffnung der GÜD“ 	Keine
		d) mit einer Abblaseleistung über 250 m³/h		Eine Einzelfallbetrachtung ist erforderlich.	
<b>4.8.10</b>	<b>Gasleitungen</b>				
<b>4.8.10.1</b>	<b>Inneres von Biogas führenden Rohrleitungen</b>	a) Biogas führende Rohrleitungen technisch dicht; wiederkehrende Prüfung der	2.4.3.3 2.4.3.5 2.4.2	Gleiche Zone wie angeschlossene Anlagenteile	Keine

Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
		Anlagenteile auf Dichtheit.			
		b) wie a) jedoch kann in angeschlossenen Anlagenteilen eine g.e.A. auftreten. Das Eindringen von g.e.A. in die Rohrleitungen wird durch automatische Abtrennung vom angeschlossenen Gassystem verhindert.	2.4.3.3 2.4.3.5 2.4.2	Keine Zone	Keine
<b>4.8.11</b>	<b>Umgebung von Schaugläsern</b>	Weitere gasführende Anlagenteile unter 4.1.4.1.2 beschrieben.			
4.8.11.1	In Räumen	a) Schauglas gemäß Herstellererklärung auf Dauer technisch dicht	2.4.3.2	keine Zone	Keine
		b) Schauglas technisch dicht, regelmäßige Dichtheitskontrolle nach Herstellerangaben	2.4.3.3 2.4.3.5 2.4.4.2	Keine Zone	Keine
		c) wie b), jedoch keine regelmäßige Dichtheitskontrolle	2.4.3.3 2.4.4.2	Zone 1: im Nahbereich Zone 2: übriger Raum	Keine
4.8.11.2	Im Freien	wie 4.8.11.1 Im Freien kann in Folge von Witterungseinflüssen gegenüber vergleichbaren Situationen in Räumen im Allgemeinen eine Zone mit geringeren Anforderungen festgelegt bzw. die Zonenausdehnung reduziert werden.			
<b>4.8.12.</b>	<b>Hydraulische Kondensatabscheider im Kondensatschacht</b>	a.) Die Füllhöhe der Flüssigkeitsvorlage entspricht mindestens einem Druck von 20 hPa (200 mm Wassersäule) über dem maximalen Ansprechdruck von Sicherheitseinrichtungen und wird messtechnisch überwacht. Das Unterschreiten dieses Flüssigkeitsspiegels oder ein Leerlaufen oder Leersaugen	2.4.2	Keine Zone innen und außen	Keine

Nr, (Sp.1)	Beispiel (Sp.2)	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise (Sp.3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2 (Sp. 4)	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3) (Sp. 5)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4 (Sp. 6)
		und damit ein Austreten von Gas oder Einsaugen von Luft ist zuverlässig verhindert. Der ordnungsgemäße Zustand des Kondensatschachtes einschließlich der Flüssigkeitsvorlage ist sichergestellt.			
		b) wie a) jedoch nicht alle Punkte erfüllt. Natürliche Lüftung gewährleistet.	2.4.4.2	Zone 1 im Kondensatschacht Zone 2: 1 m um die Entlüftungsöffnungen	Keine
<b>4.8.13</b>	<b>Umgebung von externen Entschwefelungsanlagen (außerhalb von Fermentern)</b>				
4.8.13.1	In Räumen	a) Entschwefelungssystem technisch dicht	2.4.3.3 2.4.4.2	Zone 2 ganzer Raum	Keine
4.8.13.2	Im Freien	b) Entschwefelungssystem technisch dicht	2.4.3.3 2.4.4.2	Keine Zone	Keine
<b>4.8.14</b>	<b>Gasgebläse</b>				
4.8.14.1	Inneres von Gasgebläsen	Automatische Abschaltung bei minimalem Gasfüllstand im vorgeschalteten Gasspeichersystem. Die Zuleitung zum Gasgebläse kann unter Unterdruck stehen.  Bei Tragluftdächern zusätzlich: Sicherstellung, dass Stützluftdruck kleiner als Druck des Gasspeichers, Dichtigkeit und Beständigkeit der Innenmembran			
		a) Für Gasspeichersysteme: In den vorgeschalteten Anlagen ist das Entstehen von g.e.A. durch Gewährleistung des Überdrucks, auch in den Gasleitungen sicher verhindert. Die Anlagenteile, z.B. auch Kondensatabscheider, Kompensatoren und Rohrleitungen, sind technisch	2.4.3.3	Keine Zone	Keine

Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
		dicht ausgeführt, wiederkehrende Prüfung des Gasgebläse und der vorgeschalteten Anlagenteile auf Dichtheit.			
		b) wie a) jedoch nicht alle Bedingungen erfüllt, aber die Anlagenteile, z.B. auch Kompensatoren und Rohrleitungen, sind technisch dicht ausgeführt, wiederkehrende Prüfung des Gasgebläses und der vorgeschalteten Anlagenteile auf Dichtheit und kontinuierliche Sauerstoffmessung im unmittelbaren Bereich des Gasgebläses mit automatischer Abschaltung des Gasgebläses bei 3% Sauerstoffkonzentration	2.4.3.3 2.5.3	Keine Zone	Keine
		c) wie b), jedoch diskontinuierliche Überwachung maximal alle 30 Minuten der Sauerstoffkonzentration mit automatischer Abschaltung bei 3% Sauerstoffkonzentration.	2.4.3.3 2.4.2	Zone 2	Keine
		d) mit der Bildung von g.e.A.. durch Einsaugen von Luft ist gelegentlich zu rechnen	2.4.3.3	Zone 1	Keine
<b>4.8.14.2</b>	<b>Umgebung von Gasgebläsen</b>	Siehe 4.1.4.7.2 Umgebung von Gebläsen und Verdichtern			Keine
<b>4.8.15</b>	<b>Umgebung von manuellen Probenahmestellen für Gas</b>				
<b>4.8.15.1</b>	<b>In Räumen</b>	Manuelle Probenahmestelle technisch dicht, da Absperrhahn mit zusätzlichem Verschluss.	2.4.3.3 2.4.4.2	Zone 2: 1m um die Austrittsstelle	Keine
<b>4.8.15.2</b>	<b>Im Freien</b>	Wie 4.8.15.1	2.4.3.3 2.4.4.2	Zone 2: kugelförmig im Nahbereich um die Austrittsstelle	
<b>4.8.16</b>	<b>Umgebung von</b>	Nach der Gasanalyse wird das		Zone 2 außen im Nahbereich um die	

Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
	<b>Gasanalysegeräten</b>	Gas aus dem Analysegerät ins Freie abgeleitet.		Ableitungsöffnung	
		Gasanalysegerät technisch dicht - regelmäßige Dichtheitskontrolle - Ausreichende Lüftung im Raum	2.4.3.3 2.4.3.5  2.4.4.3	Keine Zone	Keine
<b>4.8.17</b>	<b>BHKW-Aufstellungsraum</b>	Gasführende Anlagenteile technisch dicht, wiederkehrende Prüfung auf Dichtheit. Überwachung des Aufstellungsraumes auf g.e.A.: z.B. bei 20 % der UEG Alarmierung und Maximierung der Lüfterleistung (mindestens 5facher Luftwechsel), bei 40% der UEG automatische Abschaltung der Gaszufuhr	2.4.3.3 2.4.3.5 2.5.4 2.4.4.3	keine Zone	Keine
<b>4.8.18</b>	<b>Gasfackel</b>	siehe 4.1.4.8 (Faulgasanlagen)			
<b>4.8.19</b>	<b>Räume mit substratführenden Anlagenteilen</b>	Substratführende Anlagenteile sind z.B. Leitungen, Pumpen oder Schieber			
		a.) Bodenniveau des Raumes über Erdgleiche Anschlüsse von Installationen technisch dicht und natürliche Lüftung	2.4.3.3 2.4.4.2	keine Zone	Keine
		b) wie a), jedoch Bodenniveau des Raumes unter Erdgleiche, aber technische Lüftung	2.4.3.3 2.4.4.3	keine Zone	Keine
		c) wie a) oder b), jedoch ohne ausreichende Lüftung	2.4.3.3	Zone 2 ganzer Raum	Keine
<b>4.8.20.</b>	<b>Lagerung von Gärrest</b>	Lagerung von nicht aerobisiertem und nicht getrocknetem festem Gärrest Freisetzung von Biogas mögl..			
4.8.20.1	In einer Halle	a) Technische Lüftung und Überwachung des Lagerraumes auf g.e.A.: bei 20 % der UEG Alarmierung und	2.4.4.3 2.5.3	Keine Zone	Keine

Nr,	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRBS Teil 2	Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung TRBS 2152 Teil 3)	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp.1)	(Sp.2)	(Sp.3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
		Zuschalten eines weiteren Lüfters			
		b) wie a) jedoch nur Maximierung der Lüfterleistung (mindestens 5facher Luftwechsel).	2.4.4.3 2.5.3	Zone 2 gR	
		c) wie a), jedoch natürliche Lüftung	2.4.4.2	Zone 1	Keine
4.8.20.1	Im Freien			keine Zone	Keine