

TI 4
Entwurf August 2008

Technische Information 4

Sicherheitsregeln für Biogasanlagen

Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften e. V.
Weißensteinstraße 70 - 72
34121 Kassel

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

	<i>Vorbemerkungen</i>	
1	Allgemeines	
1.1	Begriffe	
1.2	Gasschema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage	
1.3	Eigenschaften von Biogas	
1.4	Gefährdungsbeurteilung	
1.5	Betriebsanleitung, Betriebsanweisung und Unterweisung	
2	Anlagenteile	
2.1	Allgemein	
2.2	Gärbehälter/Fermenter/Reaktor	
2.3	Gütlelager	
2.4	Gaslager	
2.5	Anlagensteuerung und Prozessleittechnik	
2.6	Gasaufbereitung	
2.7	Gasleitungen	
2.8	Armaturen, Sicherheitseinrichtungen und gasbeaufschlagte Anlagenteile	
3	Aufstellräume	
3.1	Gasfeuerungen	
3.2	Blockheizkraftwerke (BHKW)	
3.3	Installation von Gaswarneinrichtungen	
4	Betrieb	

Anhänge

1. Muster "Betriebsanweisung für die Inbetriebnahme/Wiederinbetriebnahme einer Biogasanlage"
 2. Muster "Prüfbescheinigung für Biogas-Folienspeicher" und "Prüfbescheinigung für gasführende Rohrleitung"
 3. Muster "Betriebsanleitung für eine Biogasanlage im Normalbetrieb"
 4. Muster "Betriebsprotokoll"
 5. Muster "Betriebsanleitung für eine Biogasanlage bei Störungen"
 6. Muster "Betriebsanweisung für die Außerbetriebnahme einer Biogasanlage"
 7. Muster "Betriebsanweisung - Gefahrstoffbezeichnung"
 8. Vorschlag für den Inhalt eines Alarm- und Gefahrenabwehrplans
 9. Beispiele zur Zoneneinteilung
 10. Dichtheit von Apparaturen
 11. Weitere Vorschriften und Regelwerke
 12. Muster eines Prüfplanes
 13. Dichtheitsprüfung für gasbeaufschlagte Behälterteile und Gasspeicher
- Informationen der Sachversicherer (GDV)*

Vorbemerkungen

Die Sicherheitsregeln für Biogasanlagen erläutern und konkretisieren die Anforderungen an Errichtung und Betrieb von Biogasanlagen im Sinne der Durchführungsanweisung zu § 1 der Unfallverhütungsvorschrift "Arbeitsstätten, bauliche Anlagen und Einrichtungen" (VSG 2.1) der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften.

Sie sollen dem Planungsbüro, der mit der Errichtung betrauten Fachfirma, dem Betreiber und Arbeitgeber Hinweise geben für die Errichtung und den Betrieb von landwirtschaftlichen Biogasanlagen, die mit einem Betriebsdruck von weniger als 0,1 bar betrieben werden.

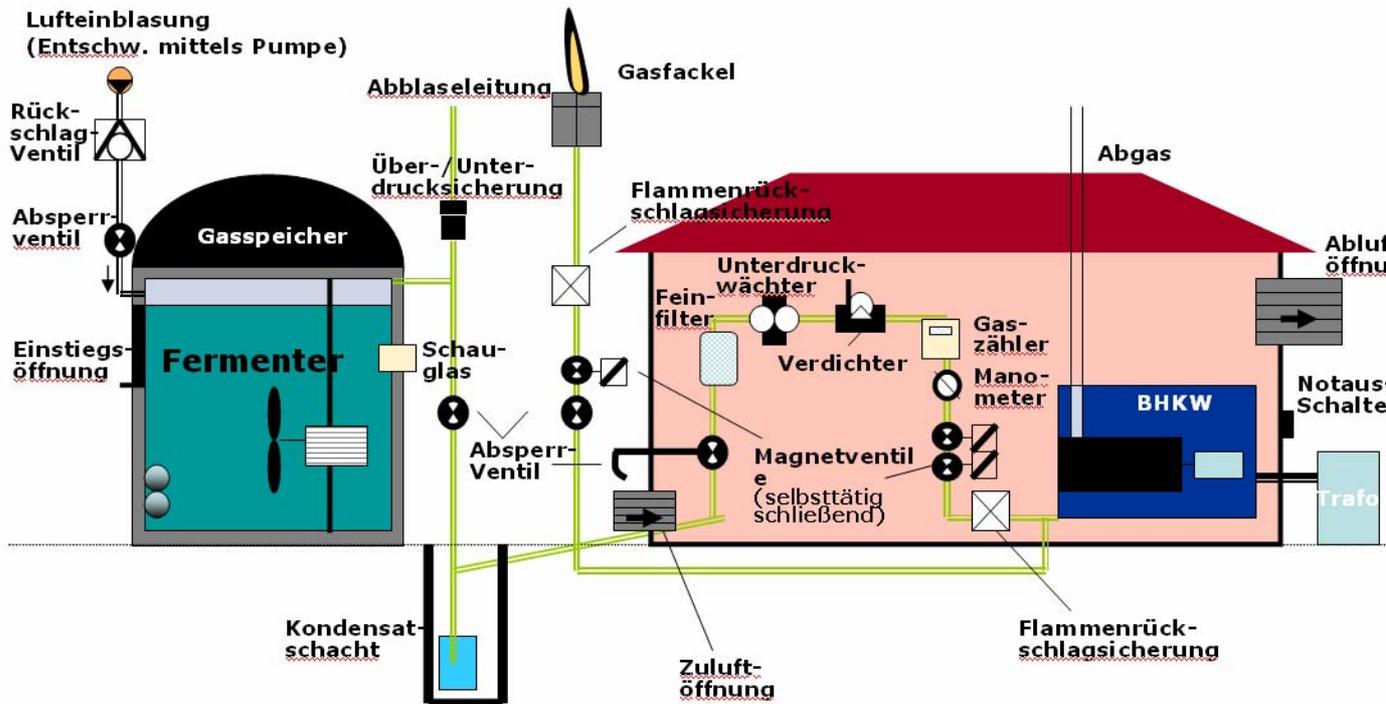
Die Sicherheitsregeln sind die Zusammenfassung der wichtigsten Vorschriften, sie geben auch Hinweise auf zu beachtende Regelwerke. Darüber hinaus gelten die allgemein anerkannten Regeln der Technik, Beispiele hierzu siehe Anhang 11. Abweichungen sind möglich, wenn die Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist.

1 Allgemeines

1.1 Begriffe

Biogasanlage:	Anlage zur Erzeugung, Lagerung und Verwertung von Biogas unter Einschluss aller dem Betrieb dienenden Einrichtungen und Bauten. Die Erzeugung erfolgt aus der Vergärung organischer Stoffe.
Substrat:	Zur Vergärung bestimmte organische Stoffe.
Gärbehälter (Reaktor, Fermenter, Faulbehälter):	Behälter, in dem der mikrobiologische Abbau des Substrates stattfindet.
Gasspeicher:	Gasdichter Behälter oder Foliensack, in dem das Biogas zwischengespeichert wird.
Güllelager:	Behälter und Erdbecken, in dem Gülle, Jauche sowie das vergorene Substrat gelagert wird.
Maschinenraum:	Raum, in dem Gasreinigungs-, Gasförder- oder Gasverwertungseinrichtungen einschließlich deren Steuer- und Regelungstechnik enthalten sind.
BHKW:	Blockheizkraftwerk, dient der Erzeugung von Strom und Wärme.
explosionsgefährdete Bereiche:	Räumliche Bereiche, in denen auf Grund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann.
Zonen:	Explosionsgefährdete Bereiche werden nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen eingeteilt.
Schutzabstände:	Bereiche um Gasspeicher zum Schutz des Gasspeichers und dessen Ausrüstung.
Gasaufbereitung:	Einrichtungen zur Reinigung und Entwässerung von Biogas.
Gasdom:	Aufsatz auf Gärbehälter, in dem das Biogas gesammelt und abgezogen wird.
Gaslager:	Raum oder Bereich, in dem der Gasspeicher untergebracht ist.
Explosionsgrenzen:	Wenn die Konzentration von Biogas in Luft einen Mindestwert überschreitet (untere Explosionsgrenze UEG) ist eine Explosion möglich. Eine Explosion ist nicht mehr möglich, wenn die Konzentration einen maximalen Wert (obere Explosionsgrenze OEG) überschritten hat.
Explosionsbereich:	Konzentration, in der sich brennbare Gase, Nebel oder Dämpfe im Gemisch mit Luft oder einem anderen, die Verbrennung unterhaltendem Gas zünden lassen. Er liegt zwischen den Explosionsgrenzen.

1.2 Beispiel zum Gasschema einer Biogasanlage



Notwendige Bauteile	Optionale Bauteile
AV Absperrventil	FF Gasfeinfilter
AL Abblaseleitung	GF Gasfackel
BHKW Blockheizkraftwerk	GZ Gaszähler
DS Über-/Unterdrucksicherung	LD Luftdosierpumpe
EO Einstiegsöffnung	MA Manometer
FS Flammenrückschlagsicherung	RV Rückschlagventil
KA Kondensatabschneider	SG Schauglas
NA Notausschalter	
VS Ventil selbsttätig schließend	
UW Unterdruckwächter	

1.3 Eigenschaften von Biogas

Biogas besteht im Wesentlichen aus Methan (50 bis 80 Vol%), Kohlendioxid (20 bis 50 Vol%), Schwefelwasserstoff (0,01 - 0,4 Vol%) sowie Spuren von Ammoniak, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenmonoxid. Mit dem Auftreten von Schwebstoffen ist zu rechnen.

Beispiel: Methan 60 Vol%, Kohlendioxid 38 Vol%, Restgase 2 Vol%

		Bio- gas	Erdgas	Propan	Methan	Wasser- stoff
Heizwert	kWh/m ³	6	10	26	10	3
Dichte	kg/m ³	1,2	0,7	2,01	0,72	0,09
Dichteverhältnis zu Luft		0,9	0,54	1,51	0,55	0,07
Zündtemperatur	°C	700	650	470	595	585
Max. Flammfort- pflanzungsge- schwindigkeit in Luft	m/s	0,25	0,39	0,42	0,47	0,43
Explosionsbereich	Vol%	6 – 22	4,4 - 15	1,7 - 10,9	4,4 - 16,5	4 - 77
Theoretischer Luftbedarf	m ³ /m ³	5,7	9,5	23,9	9,5	2,4

1.4 Gefährdungsbeurteilung

Grundlage zielgerichteter Arbeits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen ist eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen und Belastungen. Der Arbeitgeber muss Gefährdungen ermitteln, bewerten, minimieren und die gewonnenen Erkenntnisse bei Gestaltung und Auswahl von Arbeitsmitteln sowie der Gestaltung von Arbeitsstätten, Arbeits- und Fertigungsverfahren, Arbeitsabläufen und deren Zusammenwirken berücksichtigen. Die Gefährdungsbeurteilung ist dem Stand der Erkenntnisse und neuer betrieblicher Bedingungen entsprechend laufend zu aktualisieren.

Rechtsgrundlage für die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung ist das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG). Ergänzende Anforderungen finden sich in den entsprechenden Verordnungen wie Betriebssicherheitsverordnung, Biostoffverordnung oder der Gefahrstoffverordnung.

Eine Dokumentationsverpflichtung ergibt sich grundsätzlich bei mehr als 10 Beschäftigten. Für Tätigkeiten mit Gefahr- und Biostoffen und in explosionsgefährdeten Bereichen gilt dies unabhängig von der Anzahl der Beschäftigten (Gefahrstoffkataster, Explosionsschutzdokument etc.).

Grundsätzlich ist bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen technischen Schutzmaßnahmen, zum Beispiel der Befüllung in geschlossenen Systemen, der Vorzug gegenüber organisatorischen Schutzmaßnahmen wie der zeitlichen Trennung von Personenaufenthalt und Befüllvorgang zu geben. Persönliche Schutzmaßnahmen wie das Tragen von Atemschutzgeräten kommen erst zum Einsatz, wenn andere Schutzmaßnahmen ausgeschöpft sind.

Auch für die Durchführung von Wartungs-, und Reparaturarbeiten sowie Beseitigung von Störungen ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sollten folgende Hinweise berücksichtigt werden:

1.4.1 Gefährdungen durch Arbeitsmittel und überwachungsbedürftige Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Die **Betriebssicherheitsverordnung** (BetrSichV) regelt die Bereitstellung von Arbeitsmitteln durch den Arbeitgeber, die Benutzung von Arbeitsmitteln durch die Beschäftigten bei der Arbeit sowie den Betrieb von überwachungsbedürftigen Anlagen

Arbeitsmittel sind dabei alle Geräte, die von Beschäftigten benutzt und bedient werden, z. B. Rührwerke, Pumpen, Notfackeln, Feststoffbeschickungseinrichtungen, Gasverdichter, BHKW etc.

Die Betriebssicherheitsverordnung gilt hinsichtlich überwachungsbedürftiger Anlagen auch für Betriebe ohne Beschäftigte, wenn die Überwachungsbedürftigkeit gegeben ist. Bei Biogasanlagen ist dies in der Regel durch die Explosionsgefahren des Biogases gegeben. Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind überwachungsbedürftig, wenn sie Geräte, Schutzsysteme oder Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen im Sinne des Artikels 1 der Richtlinie 94/9/EG (ATEX) sind oder beinhalten.

Beispiele

Geräte: Maschinen, Betriebsmittel mit potentiellen Zündquellen (z. B. Rührwerk), die eine Explosion verursachen können.

Schutzsysteme: Z. B. Flammendurchschlagsicherungen, Druckentlastungsklappen.

Komponenten: Auslöseeinrichtungen für Schutzsysteme wie z. B. Gaswarngeräte.

Abschnitt 3 der BetrSichV findet Anwendung auf allen Biogasanlagen, unabhängig der Beschäftigung von Arbeitnehmern. Folglich unterliegen alle

Biogasanlagen, unabhängig der Beschäftigung von Arbeitnehmern, der Prüfpflicht nach den §§ 14 und 15 BetrSichV.

§ 12 Abs. 1 BetrSichV sagt aus, dass überwachungsbedürftige Anlagen nach dem Stand der Technik montiert, installiert und betrieben werden müssen. Stand der Technik schließt auch die Anforderungen des Abschnitts 2 der BetrSichV zum Betrieb ein.

Das heißt, es ist grundsätzlich ein Explosionsschutzdokument entsprechend § 6 BetrSichV erforderlich. Der Betreiber hat Sorge zu tragen, dass bei Änderungen an der Anlage auch die Dokumentation wie z. B. Schaltpläne, die Betriebsanleitungen, das Explosionsschutzdokument aktualisiert werden.

Die Anforderungen des Anhangs 4 Buchstabe A, insbesondere Ziffer 3.8, findet ebenfalls Anwendung auf alle Biogasanlagen. Der Anhang 4 Buchstabe B gilt nur für Biogasanlagen, die nach dem In-Kraft-Treten der BetrSichV in Betrieb genommen wurden. Hierbei sind die Anpassungen nach einer Änderung/wesentlichen Veränderung einer Biogasanlage zu beachten.

1.4.2 **Gefahrstoffe**

Gefahrstoffe gemäß Gefahrstoffverordnung sind Stoffe, die gefährliche Eigenschaften aufweisen. Gefährliche Eigenschaften sind z. B. "gesundheitsschädlich", "giftig", "sehr giftig" oder "ätzend". Gefahrstoffe können fest, staubförmig, flüssig, als Aerosol oder gasförmig auftreten.

Beispiele:

1. Schwefelwasserstoff (H₂S)
2. Kohlendioxid (CO₂)

Typische Gefährdungen:

Erstickungs- und/oder Vergiftungsgefahr durch Gärgase/Biogas in Annahmebereichen. Freiwerden von **sehr** giftigen Gasen wie Schwefelwasserstoff.

Gefährdungen die in besonderem Maße in Anlagen auftreten, die neben Nawaros, Flüssig- und Festmist weitere Substrate (Abfälle, tierische Nebenprodukte) verwenden:

Verstärktes Freiwerden von gefährlichen Gasen wie Schwefelwasserstoff, insbesondere beim Mischen durch Reaktion der Einsatzstoffe.

Gefährdung beim Wechseln der Aktivkohlefilter.

Bewertung und Maßnahmen:

Grundsätzlich gilt es, die Entstehung gefährlicher Gase möglichst zu verhindern, zu minimieren bzw. ihre Freisetzung zu verhindern oder zu verringern.

Als Grundlage zur Bewertung von Gefährdungen durch chemische Stoffe können z. B. die Sicherheitsdatenblätter dienen, die grundsätzlich vom Lieferanten gefährlicher Stoffe und Zubereitungen zu stellen und vom Betreiber zu sammeln sind.

Vor Annahme von angelieferten Einsatzstoffen sollten Schnelltests durchgeführt werden, mit denen wichtige chemische Eigenschaften geprüft werden können. S. Informationspapier zur Sicherheit bei Biogasanlagen (Literaturverzeichnis Anhang 11).

Ist ein Vermischen verschiedener Materialien betriebsbedingt erforderlich, dürfen keine Materialien zusammengeführt werden, bei denen durch Reaktionen (z. B. Säure-Base-Reaktion, große Temperaturunterschiede), gefährliche Gaskonzentrationen entstehen können. Insbesondere durch Zugabe von sauren Bestandteilen kann Schwefelwasserstoff - durch Zugabe alkalischer Bestandteile Ammoniak - freigesetzt werden.

Betreiber von Biogasanlagen haben, um solche Reaktionen einschätzen zu können, von den Erzeugern ihrer Kofermente nachfolgende Angaben abzufordern und im Betriebstagebuch zu dokumentieren:

Angaben zu Einsatzstoffen

- Abfallschlüsselnummer, wesentliche Inhaltsstoffe, chemische Zusammensetzung, pH-Wert und Beimengungen, z. B. Stabilisatoren, Konservierungsmittel etc.
- Angaben zur Herkunft (z. B. vom Schlachthof, aus der pharmazeutischen Herstellung von Heparin ...),
- zu den Transport- und Anlieferungsbedingungen (z. B. Dauer des Transportes, Temperatur, ...) sowie
- zu möglichen Gefahren (z. B. "kann bei Zugabe von Säuren Schwefelwasserstoff freisetzen").

Anmerkung:

Schwefelwasserstoff ist ein sehr giftiges, farbloses, nach faulen Eiern riechendes Gas, welches bereits in geringen Konzentrationen lebensgefährlich sein kann. Ab einer bestimmten Konzentration wird der Geruchssinn gelähmt und das Gas nicht wahrgenommen.

Stoffe mit hohem Schwefelgehalt sind zum Beispiel:

- *Abfälle aus Schlachtbetrieben*
- *Abfallbiomassen (Myzel) aus biotechnologischen Prozessen*
- *Rapspresskuchen*
- *Futtermittelreste (z. B. Sojaprotein)*

- *Methionin aus der Tierfütterung (Futtermittelzusatz)*
- *Reststoffe aus der Hefeferzeugung*
- *Konservierungsmittel Natriumbisulfit*
- *Hilfsstoffe, z. B. Eisensulfat*
- *Speisereste*

Sofern das Entstehen gefährlicher Gase, insbesondere H₂S, nicht ausgeschlossen werden kann, gilt es, deren Freisetzung zu verhindern bzw. zu verringern, z. B. durch geschlossene Befüllung, räumliche Trennung oder deren zwangsweise Abführung.

Konkrete Anforderungen zur Vermeidung von Gasgefahren finden sich zum Beispiel in Abschnitt 2.2.6 der Sicherheitsregeln.

1.4.3 Biologische Arbeitsstoffe

In der Biostoffverordnung (BioStoffV) sind als "Biologische Arbeitsstoffe" Mikroorganismen definiert, die beim Menschen Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen können. Gemeint sind in erster Linie Schimmelpilze, Viren und Bakterien.

Typische Gefährdungen:

Einatmen schimmelpilz-, bakterien- oder endotoxinhaltiger Stäube oder Aerosole, z. B. aus feucht gewordener Silage oder Hühner-Trockenkot.

Zusätzliche Gefährdungen in Anlagen, die neben Nawaros, Flüssig- und Festmist weitere Substrate verwenden:

Biologische Arbeitsstoffe in Kofermenten (z. B. Krankheitserreger), händischer Kontakt beim Sortieren.

Bewertung und Maßnahmen:

Die mindestens erforderlichen hygienischen Maßnahmen sind in der TRBA 500 beschrieben.

Hinweise zur Bewertung und Schutzmaßnahmen finden sich zum Beispiel in der TRBA 230 (Landwirtschaftliche Nutztierhaltung).

Für Anlagen, in denen neben oder anstatt Nawaros Substrate wie Abfälle verwertet werden, finden sich Hinweise zur Bewertung von Gefährdungen und zum Einsatz von technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen zum Beispiel in der TRBA 214 (Biologische Abfallbehandlungsanlagen: Schutzmaßnahmen).

Der Anlieferungsbereich für flüssige Abfälle zur Vergärung ist so zu gestalten, dass eine Aerosolbildung vermieden wird.

1.4.4 Explosionsgefährdungen

In bestimmten Konzentrationen ist Biogas explosionsfähig. Es gilt explosionsfähige Atmosphäre wirksam zu verhindern.

Kann die Bildung einer explosionsgefährlichen Atmosphäre nicht verhindert werden, müssen wirksame Zündquellen vermieden werden. Dies wird durch die Vermeidung der Zündung der explosionsgefährlichen Atmosphäre erreicht.

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind beispielsweise folgende Zündquellen zu beachten:

Zündquelle	Beispiel
Heiße Oberflächen	>500 °C (Turbolader)
Offene Flammen	Feuer, Flammen, Glut
Mechanisch erzeugte Funken	Reiben, Schlagen, Schleifen
Elektrisch erzeugte Funken	Schaltvorgänge, Wackelkontakt,
Ausgleichströme	
Exotherme Reaktion	Selbstentzündung von Stäuben
Blitzschlag	
Elektrostatische Entladungen	

Explosionsgefährdungen sind zu ermitteln und zu bewerten. Insbesondere ist zu ermitteln, wo mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g.e.A.) zu rechnen ist. Bereiche mit g.e.A. sind als explosionsgefährdete Bereiche festzulegen und diese sind entsprechend Anhang 3 BetrSichV in Zonen einzuteilen.

1.4.4.1 Anforderung/Kennzeichnung

Explosionsgefährdete Bereiche müssen an ihren Zugängen durch entsprechende Schilder mit schwarzer Schrift auf gelbem Grund gekennzeichnet werden: z. B.



1.4.4.2 Einteilung der Zonen

Explosionsgefährdete Bereiche sind räumliche Bereiche, in denen auf

Grund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann.

Explosionsgefährdete Bereiche werden nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens gefährlicher, explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen eingeteilt (Beispiele siehe Anhang 9).

Für Bereiche, die durch Gase explosionsgefährdet sind, gilt:

Zone 0

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.

Bemerkung:

Der Begriff "häufig" ist im Sinne von "zeitlich überwiegend" zu verwenden.

Die Zone 0 kommt bei Biogasanlagen im Normalbetrieb praktisch nicht vor.

Zone 1

ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

Zone 2

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.

Erläuterung:

Normalbetrieb entsprechend Anhang 3 der Betriebssicherheitsverordnung wird in TRBS 2152, Abschnitt 2, Absatz 2 als Zustand beschrieben, in dem die Anlage innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt oder betrieben wird.

Das An- und Abfahren einer kontinuierlich betriebenen Biogasanlage als Normalbetrieb zu betrachten, wird nicht als sinnvoll erachtet. Die An- und Abfahrphase einer Biogasanlage ist ein besonderer Betriebszustand, der besondere Maßnahmen erfordert. Diesen Betriebszuständen sollte in einer gesonderten Betrachtung mit einer entsprechenden Betriebsanweisung Rechnung getragen werden.

1.4.4.3 Anforderungen an Einrichtungen in explosionsgefährdeten Bereichen

1.4.4.3.1 Anforderungen in Zone 0

In Zone 0 dürfen nur Betriebsmittel verwendet werden, die für Zone 0 zugelassen und entsprechend gekennzeichnet sind.

Es dürfen grundsätzlich nur Geräte und Schutzsysteme der Gerätegruppe II Kategorie 1 G gemäß Anhang 1 der Richtlinie 94/9/EG verwendet werden.

1.4.4.3.2 Anforderungen in Zone 1

In Zone 1 dürfen nur Betriebsmittel verwendet werden, die für Zone 0 oder 1 zugelassen und entsprechend gekennzeichnet sind.

Es dürfen grundsätzlich nur Geräte und Schutzsysteme der Gerätegruppe II Kategorie 1 G oder 2 G gemäß Anhang 1 der Richtlinie 94/9/EG verwendet werden.

1.4.4.3.3 Anforderungen in Zone 2

In Zone 2 dürfen nur Betriebsmittel verwendet werden, die für Zone 0, 1 oder 2 zugelassen und entsprechend gekennzeichnet sind.

Es dürfen grundsätzlich nur Geräte und Schutzsysteme der Gerätegruppe II Kategorie 1 G, 2 G oder 3 G gemäß Anhang 1 der Richtlinie 94/9/EG verwendet werden.

1.5 Betriebsanleitung, Betriebsanweisung und Unterweisung

Die Hersteller bringen Produkte mit einer **Betriebsanleitung** in **Verkehr**. Die Betriebsanleitungen der **Komponenten**-Hersteller sind zusammenzuführen. Bei der Übergabe der Herstellerdokumentation für Einzelkomponenten, Geräte und Maschinen ist darauf zu achten, dass die erforderlichen Betriebsanleitungen samt den jeweilig geforderten Herstellererklärungen und ggf. Konformitätsbescheinigungen vorliegen.

Einzelkomponenten bzw. Geräte sind z. B.

- BHKW-Komponenten
- BHKW komplett
- Rührwerke
- Pumpen
- Lüftungsanlage
- Schaltanlagen
- Gas-Regel-Strecke

- Flammenrückschlagsicherung
- Verdichter
- Brandmelder
- Gassensoren
- Füllstandswächter
- Druckwächter
- Gaskondensatabscheider
- Unter-Überdrucksicherungen

usw.

Für den Betrieb verschiedener Betriebsmittel, Geräte, etc. hat der Betreiber eine Betriebsanweisung zu erstellen, wobei die Inhalte der Betriebsanleitungen und Gefährdungen, die sich aus der Einbausituation ergeben, zu berücksichtigen sind. Auch besondere Betriebszustände wie das An- und Abfahren der Anlage können über Betriebsanweisungen geregelt werden (siehe Anhang 1 und 6). Die Beschäftigten sind z. B. anhand der Betriebsanweisung regelmäßig über den sicheren Betrieb zu unterweisen. Auch bei der Beschäftigung von Fremdfirmen z. B. bei der Durchführung von Instandsetzungs-, Wartungs- und Umbauarbeiten können die Betriebsanweisungen Grundlage für eine Arbeitsfreigabe sein.

Hinweis:

Die Anwesenheit von Besuchern einer Biogasanlage ist gesondert zu betrachten. Besucher sind hinsichtlich der Gefährdungen, den Ver- und Geboten zu unterweisen.

2 Anlagenteile

2.1 Allgemein

Biogasanlagenteile sind Einrichtungen, Bauten, Gebäude sowie Räume, die für den Betrieb und die Sicherheit der Biogasanlage erforderlich sind.

2.1.1 Oberirdisch im Freien aufgestellte Teile der Biogasanlage sind sicher zu gründen und gegen Beschädigungen zu schützen. Sie müssen so aufgestellt sein, dass sie gut zugänglich sind. Ausreichende Standfestigkeit ist sicherzustellen.

2.1.2 Um das Entstehen von Potentialunterschieden zu vermeiden, sind alle elektrisch leitfähigen Anlagenteile entsprechend den VDE-Bestimmungen miteinander sowie dem Schutzleiter und dem Erdungsleiter zu verbinden (Potentialausgleich).

2.1.3 Gasführende Teile der Biogasanlage müssen gegen chemische und witterungsbedingte und in gefährdeten Bereichen gegen mechanische Einflüsse und Beschädigungen geschützt sein (z. B. Anfahrerschutz in Fahrbereichen).

- 2.1.4** Wartungs- und Bedienstände sowie Bedienteile von Rühr-, Pump-, und Spüleinrichtungen sind grundsätzlich über Flur anzuordnen. Ist dies nicht möglich, muss eine fest installierte Zwangsbelüftung vorhanden sein. Ausreichender Luftwechsel muss vor Betreten gewährleistet sein (Betriebsanweisung und Hinweisschilder beachten).

Anmerkung: weitere Informationen siehe BGR 121 und BGR 126

- 2.1.5** Anschlussstellen in Gasleitungen für nicht stationäre Einrichtungen, wie z. B. mobile Gasfackeln, sind mit Absperrarmaturen auszurüsten. Der Absperrschieber muss, in der Gasflussrichtung gesehen, vor dem Anschluss der nicht stationären Einrichtung eingebaut sein.. Eine Bedienung muss gefahrlos möglich sein.

2.1.6 Brandschutz

Bezüglich der Ausrüstung mit Feuerlöschern wird auf BGR 133 "Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern" hingewiesen. Weitergehende Brandschutzmaßnahmen sind mit der regional und fachlich zuständigen Feuerwehrstelle abzustimmen.

2.2 Gärbehälter/Fermenter/Reaktor

2.2.1 Wärmedämmung

Die Wärmedämmung von Gärbehältern muss mindestens normal entflammbar, z. B. B 2 DIN 4102, sein. Sie muss im Bereich von 1 m um Öffnungen, an denen Gas betriebsmäßig austritt, mindestens aus schwer entflammbarem Material, z. B. B 1 DIN 4102, sein.

Hinweis: siehe auch DIN EN 13501

2.2.2 Einstiegöffnungen

Einstiegöffnungen müssen eine lichte Weite von mindestens DN 800 haben oder mindestens die Maße 600 x 800 mm aufweisen. Ist zu Wartungs- und Reparaturarbeiten ein Einsteigen in Behälter erforderlich, so muss eine ausreichende Belüftung möglich sein; dieselben Sicherheitsmaßnahmen sind auch beim Einstieg in Revisionsschächte erforderlich.

2.2.3 Rührwerke

Tauchmotorrührwerke oder Tauchmotorpumpen müssen der Schutzart IP 68 entsprechen und dürfen nur im untergetauchten Zustand betrieben werden. Dies ist durch eine Betriebsanweisung sicherzustellen.

2.2.4 Sicherheitseinrichtungen

Gärbehälter müssen mit jederzeit wirksamen Sicherheitseinrichtungen versehen sein, die eine unzulässige Änderung des Innendrucks verhindern. Die Flüssigkeitsverschlüsse müssen als Sicherheitsverschluss ausgeführt und so eingerichtet sein, dass die Sperrflüssigkeit bei Über- oder Unterdruck nicht ausläuft und bei nachlassendem Über- oder Unterdruck selbsttätig wieder zurückfließt.

Im Gärbehälter und Nachgärbehälter muss gewährleistet sein, dass der Füllstand nicht überschritten wird, z. B. dadurch, dass die vergorenen Substrate über ein Steigrohr (Überlauf) frostfrei dem Güllelager zugeführt werden.

2.2.5 Befüllöffnungen

Befüllöffnungen, z. B. Feststoffdosierer, sind gegen Hineinstürzen zu sichern. Maßnahmen gegen Hineinstürzen sind z. B.:

- Abgedeckte Befülltrichter mit einer Höhe von $> 1,30$ m in Kombination mit einer Abdeckung
- Befülltrichter ohne Abdeckung mit einer Höhe von $\geq 1,80$ m
- fest installierte Roste mit einem Stababstand ≤ 20 cm
- selbstschließende Klappen bei senkrechten Öffnungen
- Einspülrippen, bei denen senkrechte Öffnungen verdeckt sind

2.2.5.1 Erfolgt die Befüllung des Gärbehälters mittels Stoffschnecke, so muss bei Betrachtung aller Betriebszustände eine ausreichende Tauchung vorhanden sein, um einen möglichen Gasaustritt zu verhindern, die Tauchung muss mindestens dem 5-fachen Ansprechdruck der Überdrucksicherung entsprechen.

2.2.6 Schutzeinrichtungen gegen Gasgefahren an Befüllöffnungen

Grundsätzlich gilt es, die Entstehung gefährlicher Gase möglichst zu verhindern, zu minimieren, zum Beispiel durch Ausschluss entsprechender chemischer Reaktionen, zeitlich versetztes Befüllen, o. Ä.

Sofern das Entstehen gefährlicher Gase nicht ausgeschlossen werden kann, gilt es, deren Freisetzung zu verhindern, bzw. zu verringern, z. B. durch entsprechende Befülltechnik im geschlossenen System oder einer räumlichen Trennung von anderen Bereichen der Anlage.

Befüllöffnungen sollten zur Hauptwindrichtung so angeordnet werden, dass Gase vom Bedienbereich weggeführt werden.

Bei Anordnung im Gebäude sind Gärgase zwangsweise abzuführen. Die Einrichtung zur Abführung der Gase muss zwangsläufig während der Befüllung eingeschaltet werden.

Die ausreichende Funktion der Absaugeinrichtung ist vor der ersten Inbetriebnahme zu prüfen und zu dokumentieren.

Bei Befülltrichtern ist bei Bedarf ein Bedienstand zum sicheren Führen des Spülschlauchs vorzusehen.

Auf die Gasgefahren ist in unmittelbarer Umgebung der Befülleinrichtung hinzuweisen.

Ist das Auftreten von Gasen in gefährlichen Konzentrationen in Befüllbereichen nicht ausgeschlossen, ist durch geeignete Gaswarneinrichtungen sicherzustellen, dass vor Gasgefahren, insbesondere durch H₂S, gewarnt wird.

2.2.7 Diskontinuierliche Vergärung (z. B. Batch)

Beim Beschicken und der Entnahme der Behälter für die diskontinuierliche Vergärung dürfen keine Gasgefahren entstehen.

2.2.8 Behälter mit schwankenden Füllständen

Der Betrieb von Behältern mit stark schwankenden Füllständen, wie Nachgärbehälter oder gasdichte Endlager ist auf Grund sich ändernder Füllstände, z. B. hinsichtlich Explosionsschutz, gesondert zu betrachten.

2.3 Güllelager

Für Bau, Ausrüstung und Betrieb gelten die Unfallverhütungsvorschriften der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften.

2.4 Gaslager

2.4.1 Gasspeicher (Druck < 0,1 bar)

Gasspeicher sind so aufzustellen, zu unterhalten und zu betreiben, dass die Sicherheit des Anlagenbetreibers/Bedienpersonals und Dritter gewährleistet ist.

Gasspeicher müssen den Erfordernissen entsprechend gasdicht, druckfest, medien-, UV-, temperatur- und witterungsbeständig sein.

Bei der Auswahl der Materialien sind - insbesondere bei Folien aus Kunststoffen - folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Reißfestigkeit mind. 500 N/5 cm oder
- Zugfestigkeit 250 N/5 cm
- Gasdurchlässigkeit bezogen auf Methan $\leq 1000 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar}$
- Temperaturbeständigkeit für den Anwendungsfall (mesophil, thermophiler Vergärungsprozess)
- Gasspeicher sind vor Inbetriebnahme auf Dichtigkeit zu prüfen (Anhang 13).

2.4.2 Sicherheitseinrichtungen

Eine unzulässige Änderung des Innendrucks muss durch jederzeit wirksame Sicherheitseinrichtungen verhindert werden.

2.4.3 Be- und Entlüftung von Gaslagerräumen

Aufstellräume für den Gasspeicher müssen eine wirksame Lüftung (Querlüftung) haben. Eine Diagonallüftung ist anzustreben. Die Zuluftöffnung ist im Bereich des Fußbodens, die Abluftöffnung unter der Decke anzuordnen.

Die Zuluft- und Abluftöffnungen müssen jeweils folgende Mindestquerschnitte haben:

Gasspeichervolumen	Querschnitt
bis 100 m ³	700 cm ²
bis 200 m ³	1 000 cm ²
über 200 m ³	2 000 cm ²

2.4.4 Türen

Türen müssen nach außen aufschlagen und abschließbar sein.

2.4.5 Schutzabstände [a]

Zur Verminderung der gegenseitigen Beeinflussung in einem Schadensfall, im Brandfall zum Verhindern eines Übergreifens auf benachbarte Anlagen, zum Schutz des Gasspeichers vor einem Schadensereignis, wie Erwärmung infolge Brand, sind Schutzabstände in horizontaler Richtung - zwischen Gasspeichern und nicht zur Biogasanlage gehörenden benachbarten Anlagen, Einrichtungen, Gebäuden (mit einer geringeren Höhe als 7,5m) oder Verkehrswegen von mindestens 6m vorzusehen. Bei einer Gebäudehöhe > 7,5m (Gaslager oder nicht zur Anlage gehörendes Gebäude) gilt $0,4 \times H + 3\text{m}$; bei zwei Gebäudehöhen (Gaslager und nicht zur

Anlage gehörendes Gebäude) über 7,5m gilt $0,4 \times H1 + 0,4 \times H2$. Innerhalb der Biogasanlage sind zwischen Gasspeicher und Aufstellräumen für Verbrennungsmotoren Schutzabstände von mindestens 6 m vorzusehen (siehe Abschnitt 2.4.5.2).

2.4.5.1 Größenbemessung der Schutzabstände

Der Schutzabstand wird bei oberirdischer Aufstellung ab der senkrechten Projektion des Lagerbehälterrandes gemessen.

2.4.5.2 Schutzwand

Der Schutzabstand kann durch ausreichende Erddeckung oder eine ausreichend bemessene Schutzwand oder Brandschutzdämmung (z. B. Brandwand) reduziert werden. Türen in Schutzwänden müssen feuerbeständig und selbstschließend sein (T 90 gemäß DIN 4102).

Eine Schutzwand kann auch eine entsprechend ausgeführte, öffnungslose Gebäudewand sein.

Die Höhe und Breite der Schutzwand richtet sich nach den Vorgaben der jeweiligen Landesbauordnung.

2.4.5.3 Anforderungen innerhalb der Schutzabstände

Innerhalb der Schutzabstände

- dürfen ohne weitergehende Schutzmaßnahmen keine brennbaren Stoffe in Mengen über 200 kg gelagert werden, sich keine anderen Gebäude, öffentlichen Straßen und Wege befinden. Weitergehende Schutzmaßnahmen können z. B. Brandverhütungs-, Brandschutz-, Brandbekämpfungsmaßnahmen sein (siehe z. B. Abschnitt Schutzwand).
- sind für den Betrieb der Anlage notwendige Verkehrswege zulässig.
- sind ohne weitergehende Schutzmaßnahmen Maschinen und Tätigkeiten verboten, die zu einer Gefährdung des Gasspeichers führen können (z. B. Schweißen, Schneiden).
- dürfen keine Gasfackeln betrieben werden.
- sind Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten.

2.4.5.4 Kennzeichnung

Bereiche, in denen Schutzabstände einzuhalten sind, ggf. auch die Zugänge zu Gaslagern, sind entsprechend VSG 1.5 zu kennzeichnen.

Beispiele für die Kennzeichnung



P02 Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten



P06 Zutritt für Unbefugte verboten

2.4.6 Mechanische Gefährdungen

2.4.6.1 Gaslager und ihre Ausrüstungsteile sind vor mechanischen Beschädigungen zu schützen.

Zum Schutz vor Anfahren durch Fahrzeuge in gefährdeten Bereichen sind das Gaslager und seine Ausrüstungsteile, z. B. durch Anfahrtschutz, nicht befahrbare Bereiche, Abschränkung oder Einhaltung eines Schutzabstands, zu schützen.

2.4.6.2 Freiliegende Gasspeicher, z. B. Kissenspeicher und Folienhauben aus flexiblem Material, sind gegen mechanische Beschädigung zu schützen. Diese Forderung wird z. B. erfüllt mit einem Schutzzaun, der um den Gasspeicher errichtet wird. Bei einem Schutzzaunabstand von weniger als 850 mm muss der Zaun durchgriffsicher sein. Der Schutzzaun muss als nicht durchsteigbare Umwehrung, z. B. aus Maschendraht mit einer Höhe von mindestens 1,50 m, ausgeführt sein.

2.5 Anlagensteuerung und Prozessleittechnik (PLT)

Grundsätzlich muss der sichere Betrieb einer Anlage gewährleistet sein. Insbesondere sind eine Überfüllung der Fermenter, ein unbeabsichtigtes Fließen von Substrat im Rohr und Behältersystem der Anlage, ein unzulässiger Druckanstieg im Fermenter sowie ein unkontrollierter Gasaustritt zu verhindern.

Steuerungsanlagen mit Sicherungsfunktionen sind eigensicher auszuführen, sofern diese nicht durch ein redundantes System, z. B. eine mechanische Überdrucksicherung gegen Überdruck oder z. B. ein Überlauf gegen Überfüllung, abgesichert sind.

Bei Ausfall der Hilfsenergie (Strom-, Hydraulik oder Pneumatikversorgung der Biogasanlage), Notabschaltung, Betätigung des Not-Aus-Tasters muss die Anlage bzw. die relevanten Anlagenteile in einen sicheren Zustand fahren. Der sichere Zustand kann durch steuerungstechnische, hydraulische oder mechanische Maßnahmen erreicht werden.

Beispiele:

- Schließen der automatischen Gasschnellschlussarmaturen am BHKW
- Ausschalten der entsprechenden Gasverdichter
- Ausschaltung aller nicht ex-geschützten Teile in gasbeaufschlagten Maschinenräumen (BHKW, Gasreinigung, etc.)
- genug Freiraum (Freibord), damit bei Ausfall der Rührwerke kein unzulässiger Substratanstieg im Fermenter erfolgt und dadurch die Decke abgehoben wird
- Schließen der Schieber, damit kein Rücklauf des Substrates in das Einbringssystem (z. B. Vorgrube, Stall) erfolgt
- externe Füttermöglichkeiten müssen bei Systemausfall gesperrt werden können, damit Überfüllungen ausgeschlossen werden
- das Absinken des Füllstandes darf zu keinem unkontrolliertem Gasaustritt z. B. aus der Einbringtechnik führen

Bei der Auslegung der sicherheitsbezogenen Steuerungsteile muss jeweils die aktuelle gültige Norm für elektrische Ausrüstungen von Maschinen sowie für sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen herangezogen werden. Eine Gefahren- und Risikoanalyse muss laut den Normen erfolgen.

2.6 Gasaufbereitung

2.6.1 Entschwefelung mit eisenhaltigen Massen oder Aktivkohle

Wird Biogas mittels eisenhaltiger Massen oder Aktivkohle entschwefelt, besteht die Gefahr der Selbsterhitzung bei der Regenerierung.

Die Sicherheitshinweise der Hersteller insbesondere Hinweise zum Wechsel sind zu beachten.

2.6.2 Entschwefelung durch Luftzugabe in Gasräume von Gärbehältern

Die Luftdosierpumpe ist so einzustellen, dass sie höchstens einen Volumenstrom von 6 % des im selben Zeitraum erzeugten Biogases fördert. Die Luftdosierung ist so zu dimensionieren, dass auch bei einer Fehlfunktion der Mengenregulierung keine wesentlich höheren Luftmengen gefördert werden können. In der Zuleitung zum Gasraum ist möglichst nahe am Gasraum eine Rückschlagsicherung (Rückschlagventil) erforderlich. Zwi-

schen Rückschlagsicherung und Gasraum dürfen keine weiteren Armaturen außer einer Absperreinrichtung angebracht sein.

2.7 Gasleitungen

2.7.1 Gasführende Leitungen sind entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik auszuführen. Die fachgerechte Herstellung und die Dichtigkeit ist nachzuweisen, z. B. durch Herstellerbescheinigung (siehe Muster Anhang 2).

Rohrleitungen müssen medien- und korrosionsbeständig sein. Beständig bei Biogas sind z. B. Rohre aus Stahl, Edelstahl, Polyethylen (PE-HD) und PVC-U.

Hinweis PVC-U Rohre:

PVC ist nicht UV-beständig und verfügt über eine geringe Schlagfestigkeit. Bei der Verwendung ist die fachgerechte Lagerung und Verarbeitung einzuhalten. Dazu sind insbesondere die Hinweise in Bezug auf die Verlegung und Verarbeitung anzuwenden, z. B. die Herstellerhinweise sowie die Klebeanleitung und Verlegeanleitung des Kunststoffrohrverbandes. Die Sachkunde des Verlegers muss nachgewiesen werden.

Kupfer ist nicht beständig gegen Biogas; Messing und Rotguss sind erfahrungsgemäß geeignet (handelsübliche PVC-KG-Rohre sind nicht zulässig, da sie nur einer konstruktiven Festigkeit von maximal 0,5 bar entsprechen).

Rohrleitungen einschließlich aller Ausrüstungsteile und flexiblen Anschlüsse müssen mindestens die konstruktive Festigkeit 1 bar aufweisen.

2.7.2 Generell sind Rohrleitungen aus Stahlrohr zu verwenden. Kunststoffrohrleitungen können außerhalb von geschlossenen Räumen bei Verlegung unter Erdgleiche generell und über Erdgleiche, als Anschlussleitung des Folienspeichers und als Anschlussleitung des Fermenters, verwendet werden. Kunststoffrohrleitungen sind vor mechanischen und thermischen Beschädigungen zu schützen. Von sich aus nicht längskraftschlüssige Steckmuffenverbindungen sind entsprechend der vorkommenden Drücke gegen Schub zu sichern. Die Rohrleitungsverbindungen müssen längskraftschlüssig sein.

Hinweis:

Werden Gasleitungen außerhalb des Betriebsgeländes der Biogasanlage oder von Flächen, die nicht in räumlich funktionalem Zusammenhang zur Biogasanlage stehen, verlegt, sind Kunststoffgasleitungen nach den technischen Vorgaben des DVGW Regelwerkes G 472 zu verlegen.

2.7.3 Mechanische Beschädigungen durch Setzungen (z. B. bei Wanddurchführungen) sind durch geeignete Durchführungen und entsprechende Anschlüsse zu vermeiden.

2.7.4 Bei feuchtem Gas ist auf frostsichere Verlegung der Rohrleitungen zu achten. Kondensatableitungen sind frostsicher und stets funktionsfähig zu gestalten.

2.7.5 Anschlussleitungen an den Gasspeicher innerhalb des Aufstellungsraumes des Gasspeichers sind Bestandteil des Gasspeichers.

2.7.6 Rohrleitungen sind gemäß DIN 2403 entsprechend dem Durchflusstoff und der Fließrichtung zu kennzeichnen. Markierungsfarbe: gelb.

Die Lage der unterirdisch verlegten Gasleitungen ist mit einem Gastrassenwarnband zu kennzeichnen.

2.7.7 Die Eignung der zum BHKW gehörenden, gasführenden flexiblen Verbindungsstücke und die Ausrüstbauteile der Ladeluftkühlung muss vom Hersteller des BHKW bescheinigt werden.

2.8 Armaturen, Sicherheitseinrichtungen und gasbeaufschlagte Anlagenteile

2.8.1 Armaturen, Sicherheitseinrichtungen und gasbeaufschlagte Anlagenteile sind entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik frostsicher einzubauen und auf Dichtigkeit zu prüfen. Hinsichtlich der Dichtheit müssen sie den Anforderungen der TRBS 2152 Teil 2 Abschnitt 2.4.3 entsprechen.

Des Weiteren müssen sie ausreichend medien-, korrosions- und druckbeständig sein. Hinsichtlich geeigneter Materialien gilt Abschnitt 2.7.

2.8.2 Armaturen und gasbeaufschlagte Anlagenteile, für die keine DVGW-Zulassung vorliegt, müssen auf eine Druckfestigkeit ausgelegt sein, die dem 10-fachen Betriebsüberdruck entspricht und biogasbeständig sein, z. B. Schauglas, Deckel für Einstiegsöffnung.

2.8.3 Armaturen müssen von einem sicheren Stand aus betätigt werden können. Armaturen zur Gasentnahme sind gegen unbefugtes und unabsichtliches Öffnen zu sichern, z. B. durch Sichern des Handgriffes.

2.8.4 Kondensatabscheider und Sicherheitseinrichtungen müssen stets zugänglich sein. Fest angebrachte Steigeisen sind nicht zulässig, es sei denn der Kondensatschacht ist zwangsbelüftet (siehe auch BGR117 GUV R 126).

Druckvorlagen mit Sperrflüssigkeit in Über- und Unterdrucksicherungen sowie in Kondensat- und Schmutzabscheidern müssen leicht und gefahrlos, ohne in Schächte oder Gruben einsteigen zu müssen, zu kontrollieren und zu warten sein.

Druckvorlagen mit Sperrflüssigkeit sind so auszuführen, dass beim Ansprechen die Sperrflüssigkeit nicht austreten kann, sondern selbsttätig wieder zurückfließt. Um Gasaustritt zu vermeiden, muss bei Sperrflüssig-

keitsvorlagen, die als Kondensatabscheider und nicht als Über-/Unterdrucksicherung dienen, die Flüssigkeitsvorlage mindestens dem 5-fachen Ansprechdruck der Überdrucksicherung entsprechen.

- 2.8.5** Vor Gasverbrauchseinrichtungen, wie Heizkesseln und Blockheizkraftwerken, müssen Flammendurchschlagsicherungen möglichst nahe am Verbraucher entsprechend den Herstellerangaben eingebaut werden.
- 2.8.6** Das Beispiel zum Gasschema (1.2) ist zu beachten. Anordnung von Über- und Unterdrucksicherungen.
- 2.8.6.1** Jeder gasdichte Behälter ist mit mindestens einer Sicherheitseinrichtung gegen Drucküber- und -unterschreitung auszurüsten. Dies gilt nicht für Behälter, die nur der Gaslagerung dienen. Das im Anforderungsfall austretende Gas muss gefahrlos abgeleitet werden. Durch einen separaten Unterdruckwächter im Gassystem oder eine gleichwertige Maßnahme muss sichergestellt werden, dass vor Ansprechen der Unterdrucksicherung ein zwangsläufiges Abschalten der Gasverbrauchseinrichtungen und eine Störmeldung erfolgt. Die Gasbehälter müssen einzeln und gegeneinander absperrbar sein.

Die Überdruck- und Unterdrucksicherungen innerhalb der Anlage sind so auszuführen, anzuordnen und zu überwachen und die Biogasanlage insgesamt ist so zu betreiben, dass sämtliche Betriebszustände in den Fermentern sicher beherrscht werden. Schaumbildung stellt eine Betriebsstörung dar und muss durch betriebsorganisatorische Maßnahmen verhindert werden. Zerstörungen durch Schaumbildung müssen z. B. durch eine Berstsicherung, eine Druckentlastungssicherung oder ausreichenden Speicherraum verhindert werden. Die Eignung der Über-/Unterdrucksicherung ist durch eine nachvollziehbare Berechnung und Funktionsbeschreibung nachzuweisen. Bei Ausführung als Tauchung darf diese nicht leer laufen, austrocknen oder einfrieren.

In der Betriebsanleitung ist darauf hinzuweisen, dass die Sicherheitseinrichtungen nach Betriebsstörungen immer und im Normalbetrieb mindestens einmal wöchentlich überprüft werden, die Herstellervorgaben sind zu beachten.

Hinweis:

Sicherheitseinrichtungen können beispielsweise unwirksam werden durch Schwergängigkeit infolge Verschmutzung, Korrosion, durch Verstopfen und Einfrieren.

Eine Änderung des Innendruckes kann verursacht werden

- durch Gasproduktion ohne Entnahme,*
- bei Zufuhr oder Entnahme von Gas bzw. Substrat durch Pumpen.*

Flüssigkeitsverschlüsse als Sicherheitseinrichtung müssen so angelegt sein, dass die Sperrflüssigkeit bei Über- oder Unterdruck selbsttätig wieder zurückfließt.

In der Zuleitung zur Über- und Unterdrucksicherung darf keine Absperrmöglichkeit sein.

Über- und Unterdrucksicherungen müssen frostsicher ausgeführt sein. Zugänge zu Über- und Unterdrucksicherungen sind im Allgemeinen als Treppe auszuführen, da wegen der häufigen Benutzung erhöhte Unfallgefahr besteht.

- 2.8.6.2** Die Abblaseleitungen der Über- und Unterdrucksicherung müssen mindestens 3 m über dem Boden münden und
- 1 m über Dach oder den Behälterranda münden oder
 - mindestens 5 m von Gebäuden und Verkehrswegen entfernt sein

Der 1-Meter-Bereich um die Mündung der Abblaseleitung ist Zone I.

Auf die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen wird hingewiesen.

Die Abgase der Gasfackel müssen über Dach oder über eine Abgasleitung, die mindestens 5 m von Gebäuden und Verkehrswegen entfernt sein muss und deren Mündung mindestens 3 m über dem Boden liegt, abgeführt werden (siehe auch Abschnitt 2.4.5.6)

3 Aufstellräume

3.1 Gasfeuerungen

Für Aufstellräume von Heizkesseln gelten die Technischen Regeln für Gasinstallationen (s. Anhang 11). Auf die Feuerungsverordnungen der Länder wird hingewiesen.

3.2 Blockheizkraftwerke (BHKW)

3.2.1 Aufstellung in Nebengebäuden ohne Aufenthaltsräume

- 3.2.1.1** Aufstellungsräume müssen so bemessen sein, dass die Blockheizkraftwerke ordnungsgemäß errichtet, betrieben und in Stand gehalten werden können. Dies ist in der Regel erfüllt, wenn die Blockheizkraftwerke an drei Seiten zugänglich sind. Türen müssen in Fluchrichtung aufschlagen.

- 3.2.1.2** Bodenabläufe müssen Ölabscheider haben. Alternativ ist unter dem Motor eine Auffangwanne zur Aufnahme der gesamten Motorölmenge vorzusehen.

- 3.2.1.3** Aufstellungsräume müssen unverschließbare Zu- und Abluftöffnungen haben, die eine Querlüftung ermöglichen. Bei einer technischen Lüftung ist sicherzustellen, dass die Abluft aus dem Deckenbereich abgeführt wird. Bei natürlicher Lüftung muss die Zuluftöffnung im Bereich des Fußbodens, die Abluftöffnung in der gegenüberliegenden Wand im Bereich der Decke,

angeordnet sein. Die Abluft des BHKW-Aufstellraumes muss direkt ins Freie abgeleitet werden.

Hinweis:

Der freie Mindestquerschnitt "A" der Zuluft-/Abluftöffnung ergibt sich jeweils aus der Gleichung mit

$A = 10 P + 175$	$A =$ freier Querschnitt, cm^2 $P =$ maximale vom Generator angegebene elektrische Leistung, kW
	Beispiel: 22 kW el = 395 cm^2 30 kW el = 475 cm^2

- 3.2.1.4** Das Blockheizkraftwerk muss durch einen beleuchteten Schalter außerhalb des Aufstellungsraums jederzeit abgeschaltet werden können. Der Schalter ist mit "**Not-Ausschalter Blockheizkraftwerk**" gut sichtbar und dauerhaft zu kennzeichnen und muss zugänglich sein.
- 3.2.1.5** Die Gaszufuhr zum Blockheizkraftwerk muss im Freien möglichst nahe am BHKW-Raum außerhalb des Aufstellraumes absperrbar sein. Die Auf- und Zu-Position muss gekennzeichnet sein. Die gleichen Anforderungen gelten auch für elektrisch betriebene Absperrventile.
- 3.2.1.6** Beim Einsatz von Motoren, bei welchen das Gas-Luft-Gemisch vom Turbolader verdichtet wird, sind folgende Vorkehrungen zur Verhinderung bzw. Begrenzung von explosionsfähiger Atmosphäre im Schadensfall notwendig:
- a) Raumlufüberwachung des Aufstellungsraumes mit einer gemäß RL 94/9/EG hinsichtlich Zündschutz und messtechnischer Funktion mindestens der Kategorie 2 G entsprechenden Gaswarneinrichtung (GWE) Gerät und automatischer Abschaltung des Aggregates und der elektrischen Anlagen
- oder
- b) Raumlufüberwachung des Aufstellungsraumes mit einer (bei Installation im Ex-Bereich hinsichtlich Zündschutz der notwendigen Kategorie gem. RL 94/9/EG entsprechenden) GWE, die ggf. gemäß RL 94/9/EG auch auf Funktionsfähigkeit geprüft wurde, zumindest aber mit einem durch eine nationale Prüfstelle auf Funktionsfähigkeit geprüftes Gaswarngerät und automatischer Abschaltung des Aggregates und gleichzeitiger Einschaltung einer Zwangsbelüftungsanlage die analog Punkt c) bemessen ist, so dass sich keine explosionsfähigen Gemische bilden können
- oder
- c) Zwangslüftung des Aggregatraumes mit einem Mindestluftwechsel, der eine ausreichende Verdünnung maximal möglicher Gasmengen

bewirkt. Der erforderliche Mindestluftwechsel beträgt 35 m³/h Luft pro 1 kW installierter elektrischer Leitung. Die maximale Gaskonzentration beträgt dann max. ca. 1,5 Vol% und entspricht damit etwa 25 % der unteren Gasexplosionsgrenze (–Methan 4,4-16,5 Vol%) entspricht.

Bei geöffneten Absperrventilen muss der Lüfter laufen und dessen Funktion durch einen Strömungswächter überwacht werden.

3.2.1.7 Verdichter in Aufstellungsräumen

Der Aufstellungsraum ist kein explosionsgefährdeter Bereich, wenn die gasführenden Anlagenteile, z. B. Gasfördereinrichtungen und BHKWs, innerhalb von Aufstellungsräumen im laufenden Betrieb auf Dauer technisch dicht ausgeführt sind.

Zusätzlich kann der Einsatz von Gaswarneinrichtungen (GWE) hilfreich sein.

Wird die Dichtigkeit von gasführenden Anlagenteilen z. B. Gasfördereinrichtungen und BHKWs innerhalb von Aufstellungsräumen im laufenden Betrieb **nicht dauerhaft** sichergestellt, müssen Maßnahmen ergriffen werden.

Werden folgende Schutzmaßnahmen eingerichtet, ist keine Zone im Aufstellungsraum vorhanden:

1. Ein Mindestluftwechsel wird mittels Lüfter und Luftstromüberwachung kontinuierlich gewährleistet, der eine maximal mögliche Gasmenge auf eine maximale Gaskonzentration von 20% UEG im Aufstellungsraum verdünnt.

Beispiel Belüftung:

$$\frac{\dot{V}_{\max, \text{CH}_4} \text{ Leckagerate}}{\dot{V}_{\text{Biogas}} + \dot{V}_{\text{Luft der Belüftung}}} < 20 \% \text{ der UEG CH}_4 \text{ in Luft}$$

Hinweis zur Formel: bei Leckagerate ist die Leckagerate des Verdichters gemeint

In Abhängigkeit des Betriebsdruckes und der angegebenen Leckrate muss ggf. eine Zone im Nahbereich der Austrittsstelle ausgewiesen werden, wenn eine gefährdende Menge austritt.

Das sichere Abführen der Luft aus dem Aufstellungsraum ist zu gewährleisten.

oder

2. Der Aufstellungsraum wird mit einer Gaswarneinrichtung (GWE) versehen.

Der mögliche Gasaustritt von CH₄/CO₂-Gemischen im Maschinenraum wird durch eine Raumluftüberwachung sicherheitstechnisch mit folgenden sicherheitsgerichteten Funktionen überwacht und verriegelt,

z. B. 20 % der UEG (0,9 Vol % CH₄) in der Raumluft mit den Folgehandlungen:

- optische und akustische Warnung und
- Zu- oder Ablüftung auf 100 % Leistung

z. B. 40 % der UEG (1,8 Vol % CH₄) in der Raumluft mit den Folgehandlungen:

- optische und akustische Warnung,
- Zu- oder Ablüftung auf 100 % Leistung,
- automatische Abschaltung der Gasverwertung und Schließen der Gaszufuhr außerhalb des Aufstellungsraumes oder Abschaltung (z. B. Energieversorgungen) aller nicht Ex-geschützten Betriebsmittel im Maschinenraum

Hinweis zur ausreichenden Dimensionierung der Be- oder Ablüftung:

$$\frac{\dot{V}_{\text{max,CH}_4} \text{ bei max. Gasförderung des Gasverdichters der BGA (2-F-Fall)}}{\dot{V}_{\text{Biogas}} + \dot{V}_{\text{Luft der Be- und Entlüftung}}} < 50 \% \text{ der UEG CH}_4 \text{ in Luft}$$

Die GWE muss mindestens die Konformität mit der Richtlinie 94/9/EG gemäß Kategorie 3G aufweisen. Dies gilt sowohl für den Zündschutz der im Aufstellungsraum installierten Messwertgeber, als auch für die messtechnische Funktion. Die GWE wird auch bei Überschreitung der 2. Alarmschwelle weiter betrieben, d. h. nicht abgeschaltet. Die Wartung der GWE muss gemäß Herstellerangaben erfolgen.

Bei einer Belüftung ist das sichere Abführen der Luft aus dem Aufstellungsraum zu gewährleisten.

Die Luft aus dem Aufstellungsraum sollte ins Freie abgeführt werden. Querlüftung ist anzustreben. Z. T. ist auch eine Zwangslüftung erforderlich (s. Herstellerangaben).

Neben der GWE müssen auch die saugend betriebenen Ventilatoren der Lüftung mindestens der Gerätekategorie 3G entsprechen. Wird ein BHKW (oder mehrere) und die Notfackel über einen Verdichter betrieben, so muss die Lüftung im Aufstellungsraum des Verdichters so lange weiter betrieben werden, wie der Verdichter in Funktion ist.

- 3.2.1.8** In der Gasleitung sind vor jedem Motorenaggregat 2 Absperrventile einzubauen, die bei Stillstand des Motors selbsttätig schließen. Die Dichtheit des Zwischenraums ist regelmäßig zu überprüfen. Sofern die Zuführungslleitung zum Motor auch bei stillstehendem Motor ständig mit Vordruck > 5 mbar betrieben wird, ist eine automatische Zwischenraumüberwachung erforderlich.
- 3.2.1.9** Räume, in die Gas eindringen kann und die für den Betrieb der Anlage regelmäßig zugänglich sein müssen, müssen so belüftet sein, dass sich kein gefährliches Gasgemisch bildet. Sie sollten ohne Betreten des BHKW-Raums verlassen werden können. Sind die Räume nicht entsprechend belüftbar, so sind Ex-Schutzmaßnahmen mindestens den Anforderungen der Zone 2 entsprechend zu treffen. Außerdem sind die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) dauerhaft sicher einzuhalten.

3.2.2 Aufstellung in nicht zur Anlage gehörenden Gebäuden

- 3.2.2.1** Die Bestimmungen der Abschnitte 3.2.1.1 bis 3.2.1.9 gelten entsprechend.
- 3.2.2.2** Wände und Stützen sowie Decken über und unter den Aufstellungsräumen müssen mindestens feuerbeständig, F 90 A DIN 4102, bzw. den entsprechenden Anforderungen der DIN EN 13501 entsprechen, sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Verkleidungen und Dämmschichten aus brennbaren Baustoffen dürfen für Wände, Decken und Stützen nicht verwendet werden.
- 3.2.2.3** Türen in feuerbeständigen Wänden müssen mindestens feuerhemmend, T 30 DIN 4102, und selbstschließend sein; dies gilt nicht für Türen, die ins Freie führen.
- 3.2.2.4** Lüftungsleitungen und andere Leitungen dürfen durch Wände und Decken nur geführt werden, wenn die Leitungen selbst keinen Brand übertragen können oder Vorkehrungen gegen Brandübertragung getroffen sind (z. B. Kabelabschottung mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung, Brandschutzklappen).

Zwischenräume in den Durchbrüchen sind mit nichtbrennbaren formbeständigen Baustoffen auszufüllen.

3.3 Installation von Gaswarneinrichtungen

Messwertgeber sollten je nach Gasbeschaffenheit oberhalb in der Nähe möglicher Freisetzungsquellen angeordnet werden. Dabei sind Einflüsse der Belüftung in ihren verschiedenen möglichen Betriebszuständen zu berücksichtigen.

Auswerteeinheiten sollten außerhalb des zu überwachenden Raumes installiert werden. Die Installation sollte in einem Nebenraum/Elektorraum erfolgen, in den Gasgemische aus dem zu überwachenden Bereich nicht

eintreten können und in dem auch selbst keine gefährlichen Gase freigesetzt werden können. Es ist nachweislich sicherzustellen, dass durch die Gasanalyse keine gefährliche Gaskonzentration entstehen kann. Ansonsten ist eine Zwangslüftung mit einem Mindestluftwechsel zu installieren, der eine ausreichende Verdünnung maximal möglicher Gasmengen bewirkt oder die Gasanalyse ist in den BHKW-Raum umzusetzen.

Es sind Betriebsanweisungen für den Fall der Alarmauslösung durch die GWE bzw. Störung der GWE zu erstellen.

4 Betrieb

Zur Inbetriebnahme muss eine Betriebsanweisung vorhanden sein (siehe Muster Anhang 1). Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgt durch die jeweiligen Fachhandwerker (siehe Abnahmeprotokoll Anhang 2).

Der Betrieb und die Wartung von Biogasanlagen dürfen nur zuverlässigen, mit der Arbeit vertrauten Personen übertragen werden.

Es müssen mindestens zwei Personen in der Biogasanlage eine Betreiberschulung nachweisen können.

Die Betriebsanleitungen mit Sicherheitshinweisen sind zu beachten (siehe Anhang 3).

Im Betriebsraum sind Betriebsanweisungen dauerhaft anzubringen.

Es ist ein Betriebsprotokoll (siehe Anhang 4) zu führen, in dem alle täglichen Messungen, Kontroll- und Wartungsarbeiten sowie Störungen festgehalten werden.

Bei Störungen an den Gasverbrauchseinrichtungen ist die Gasproduktion der Anlage durch geeignete Maßnahmen zu verringern, um die Abblasemenge möglichst gering zu halten.

Geeignete Maßnahmen zur Verringerung der Gasproduktion sind z. B.:

- Substratzuführung unterbinden
- Wärmezuführung zum Fermenter absperren

Zum Verhalten bei Störungen und zur Außerbetriebnahme der Biogasanlage sind die Maßnahmen entsprechend der Anhänge 5 und 6 zu treffen.

Anhang 1

M u s t e r

Betriebsanweisung für die Inbetriebnahme/Wiederinbetriebnahme einer Biogasanlage

Das In-Betrieb-Nehmen einer Biogasanlage ist ein besonderer Betriebszustand, der besondere Maßnahmen erfordert. Die im Explosionsschutzdokument eingeteilten Explosionsgefährdungen berücksichtigen diesen Betriebszustand u. U. nur bedingt. Daher werden diese besonderen Gefährdungen in einer Betriebsanweisung gesondert berücksichtigt.

1. Während der Inbetriebnahme kann im Gasraum des Gärbehälters eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten. Zündquellen (siehe z. B. Abschnitt 1.4.4) sind zu vermeiden (z. B. Rührwerk abgetaucht betreiben).
2. Die leeren Gärbehälter sind zunächst vom Gaserfassungssystem abgesperrt.
3. Die Gärbehälter stehen über die betriebsbereiten Überdrucksicherungen und Abblaseleitungen mit der Atmosphäre in Verbindung.
4. Die Gärbehälter werden mit möglichst aktivem Substrat innerhalb kurzer Zeit, bis alle Zu- und Abläufe (Flüssigkeitsverschlüsse) mit Substrat abgedichtet sind, gefüllt.
5. Aufheizen des Gärsubstrates.
6. Während des Anfahrens/Aufheizens der Anlage darf nicht weiter beschickt werden.
7. Die beim anlaufenden Vergärungsprozess entstehenden Gase entweichen über die Abblaseleitung (Gasüberdrucksicherung) ins Freie und verdrängen die vorhandene Luft im Fermenter.
8. Nach Prüfung der Gasqualität geschieht die Befüllung des Gassystems und des Gasspeichers mit Biogas. Die Gasqualität ist ausreichend und nicht explosionsgefährdet, wenn der Methangehalt des Gases höher als 30 % ist und der Sauerstoffgehalt < 3% beträgt.
9. Die BHKW werden in Betrieb genommen. Sie saugen das Gas selbständig aus dem Gasspeicher an. Ausreichende Biogasqualität kann durch Gasmessung festgestellt werden.
10. Alle Sicherheitseinrichtungen sind auf die korrekte Funktion zu überprüfen

Anhang 2

M u s t e r

Prüfbescheinigung für Biogas-Folienspeicher siehe auch Anhang 13

Anschrift des Objekts:	Biogasanlage:
Betreiber der Anlage:	
Anlagenerrichter:	
Prüfer des Folienspeichers:	

Folienspeicher

Hersteller:	Firma:
Werkstoff:	
Dimension:	
Gasdichtigkeit:	für Methan: $\text{cm}^3 / \text{m}^2, \text{d}, \text{bar}$
Festigkeit:	Reißfestigkeit: $\text{N}/5 \text{ cm}$
	Zugfestigkeit $\text{N}/5 \text{ cm}$
Temperaturbeständigkeit	
Dichtungen:	
Verlegeart:	

Dichtheitsprüfung

Prüfbereich:	
Prüfverfahren:	
Prüfmedium:	
Prüfergebnis:	

Bemerkungen:

Ort/Datum

Stempel/Unterschrift

Muster

Prüfbescheinigung für gasführende Rohrleitung

Anschrift des Objekts:	Biogasanlage:
Betreiber der Anlage:	
Anlagenerrichter:	
Prüfer der Rohrleitung:	

Rohrleitung

im BHKW-Raum

im Erdreich

	im BHKW-Raum	im Erdreich
Hersteller:		
Werkstoff:		
Dimension:		
Festigkeit:		
Rohrverbindungen:		
Dichtungen:		

Dichtheitsprüfung

Prüfstrecke von - bis	
Prüfverfahren:	nach den Technischen Regeln für Gasinstallation DVGW-TRGI 2008 G469 und G600
Prüfdruck	Vorprüfung mit 1 bar, Hauptprüfung mit 110 mbar
Prüfdauer	Vorprüfung 10 min., Hauptprüfung 10 min.
Prüfmedium:	Luft
Prüfergebnis:	

Bemerkungen:

Ort/Datum

Stempel/Unterschrift

**Betriebsanleitung für eine Biogasanlage
im Normalbetrieb**

Unabhängig von dieser Musterbetriebsanleitung sind die Betriebsanleitungen der Hersteller von Einzelkomponenten, wie BHKW, Pumpen, Mixer, Folienspeicher, Unterdruckwächter, Raumluftüberwachung usw. zu beachten.

Allgemeiner Teil:

- Beim Befüllen und Entleeren auf Druckschwankungen und auf gute Zugänglichkeit der Betriebseinrichtungen achten.
- In den Zonen nach Explosionsschutzdokument (siehe auch Anhang 9) sind Zündquellen nach 1.4.4 zu vermeiden.

täglich:

- Gaszählerstand und Betriebsstunden des Motors aufschreiben
- Motorölstand kontrollieren
- im Elektroraum am Schaltschrank kontrollieren, ob Störlampen leuchten
- Wasserdruck der Heizungsanlage prüfen
- Luftdosierpumpen der Entschwefelungsanlage auf Funktion prüfen
- Gärtemperatur überwachen
- Rührintervalle so wählen, dass keine Schwimmdecke/Sinkschicht entsteht
- bei allen Zu- und Abläufen sicherstellen, dass der verfahrenstechnisch vorgeschriebene Gülle-/Substratfluss eingehalten wird
- der eindosierte Entschwefelung-Luftvolumenstrom ist der aktuellen Gasproduktionsrate anzupassen (max. 6 % Vol.)
- Füllstände im Fermenter und Endlager kontrollieren
- Kontrolle der Folienanschlüsse (z. B. Klemmschlauch am Foliengasspeicher)

wöchentlich:

Füllstände der Sperrflüssigkeiten in Über- und Unterdrucksicherungen und Kondensatabscheidern prüfen ggf. bei Frostgefahr Frostschutzmittel überprüfen (Entsprechend der Witterung auch täglich erforderlich).

- Tauchpropellerfunktion prüfen, beobachten, ob Vibrationen vorhanden sind,
- Sichtprüfung am Motor und an Leitungen
- Gasmagnetventil auf Funktion und Verschmutzung überprüfen
- Zwischenraum der selbstschließenden Gasabsperrentile auf Dichtheit prüfen

monatlich:

- Alle Schieber einige Male betätigen, damit diese nicht festsitzen
- eventuelle Ölablagerungen am BHKW entfernen und Ölauffangwanne säubern

halbjährlich:

- Be- und Entlüftung im Maschinenraum des Blockheizkraftwerks überprüfen
- elektrische Anlagen auf Beschädigungen besichtigen
- Unterdruckwächter des Gassystems auf Funktion überprüfen
- Funktionskontrolle der Gassensoren, Brandmelder (falls vorhanden)

jährlich:

- Kontrolle der gasführenden Anlagenteile auf Beschädigung, Dichtigkeit und Korrosion
- Kalibrierung der Gassensoren mit geeignetem Prüfgas

Alle 2 Jahre:

- Feuerlöscher überprüfen

In den Zonen nach Abschnitt 1.4.4.2 sind Zündquellen, z. B.

- Rauch, Feuer
- nicht ex-geschützte elektrische Betriebsmittel

zu vermeiden.

Gruben und Schächte:

Vor dem Einsteigen und während des Aufenthalts in Gruben und Kanälen muss sichergestellt sein, dass keine Vergiftungsgefahr besteht und ausreichende Atemluft vorhanden ist. Betriebseinrichtungen sind zuverlässig gegen Einschalten zu sichern. Für ausreichende Belüftung ist zu sorgen. Bei unzureichender Belüftung besteht Erstickungs-, Brand- und Explosionsgefahr.

Betriebsanleitung für eine Biogasanlage bei Störungen

Unabhängig von dieser Musterbetriebsanleitung sind die Betriebsanleitungen der Hersteller von Einzelkomponenten zu beachten.

Raum für Gasspeicher

- Gaszufuhr absperren
- Gasspeicher entleeren
- Zündquellen vermeiden (Siehe 1.4.4)

Betreten für befugte Personen nur nach und mit ausreichender Belüftung bei Mitnahme einer zweiten Person (die in der Nähe der Speicheröffnung bleibt) und Sicherung z.B. mit Rettungsgerät und Rettungsgurt

Heizung, heiß gelaufene Maschinen und Teile, heiß gewordenen Substrate bzw. Öle

- Kontakt mit heißen Oberflächen, Flüssigkeiten, Gasen, ... vermeiden
- Achtung: bei austretendem Heizungswasser: Verbrühungsgefahr!

Maschinenraum und Blockheizkraftwerk

- Gaszufuhr außerhalb des Maschinenraumes absperren
- Not-Aus-Schalter **außerhalb** des Maschinenraumes betätigen
- ggf. Zwangsbelüften (z. B. bei Gasgeruch)
- bei Gasgeruch Zündquellen vermeiden z. B. nicht ex-geschützte Lichtquellen, offenes Feuer oder Funkenbildung. **Explosionsgefahr!**
- bei Gaswarnung durch GWE ist eine gesonderte Betriebsanweisung zu erstellen

Elektrotechnik

- Arbeiten an elektrischen Anlagen dürfen nur vom Fachmann durchgeführt werden

Gülleleitungen und Schieber

- Verstopfungen unverzüglich beseitigen
- bei Störung im Pumpsystem: alle Schieber schließen, nachdem die Pumpe stillgesetzt wurde

Pumpen und Mixer

- Stromversorgung abschalten und Schalter gegen unbefugtes Betätigen sichern.

Gruben und Schächte

Achtung: Vor dem Einsteigen und während des Aufenthalts in Gruben und Kanälen muss sichergestellt sein, dass keine Erstickungs-/Vergiftungsgefahr besteht und ausreichende Atemluft vorhanden ist. Betriebseinrichtungen sind zuverlässig gegen Einschalten zu sichern. Für ausreichende Belüftung ist zu sorgen. Bei unzureichender Belüftung besteht Erstickungs-, Vergiftungs-, Brand- und Explosionsgefahr. (Siehe auch Anhang 7)

Nach Störungen sind alle Sicherheitseinrichtungen auf die korrekte Funktion zu überprüfen.

Betriebsanweisung für die Außerbetriebnahme einer Biogasanlage

Das Außerbetriebnehmen einer Biogasanlage ist ein besonderer Betriebszustand, der besondere Maßnahmen erfordert. Die im Explosionsschutzdokument eingeteilten Ex- Zonen berücksichtigen diesen Betriebszustand u. U. nur bedingt. Daher werden diese besonderen Gefährdungen in einer Betriebsanweisung gesondert berücksichtigt.

1. Substratzuführung in den Gärbehältern unterbinden, eine Entnahme erfolgt weiterhin. Die Entnahmemenge des Substrates darf nicht größer werden als die erzeugte Gasmenge, um eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre zu verhindern.
2. Kann die Entnahmemenge an Substrat größer werden als die erzeugte Gasmenge, wird der Gärbehälter vom Gaserfassungssystem abgesperrt und die Verbindung zur Atmosphäre hergestellt, z. B. durch Entleeren der Sperrflüssigkeitsvorlage. Durch Eintrag von Luft kann nun eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre im Fermenter entstehen. Zündquellen nach 1.4.4 sind zu vermeiden.
3. Der Gärbehälter ist vom Gaserfassungssystem abzusperren, um Gasrückfluss zu vermeiden.
4. Um Austrittsöffnungen kann sich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden. Zündquellen z. B. nach 1.4.4 sind zu vermeiden.
5. Vor dem Einsteigen und während des Aufenthalts im Gärbehälter muss sichergestellt sein, dass durch ausreichende Belüftung eine Erstickungs-, Vergiftungs-, Brand- und Explosionsgefahr sicher verhindert wird und ausreichend Atemluft vorhanden ist. Betriebseinrichtungen (z. B. Pumpen und Rührwerke) sind zuverlässig gegen Einschalten zu sichern.

Betriebsanweisung

Gefahrstoffbezeichnung

Gülle- und Biogase

(Schwefelwasserstoff, Methan, Kohlendioxid, Ammoniak)

Arbeitsbereich: Biogasanlage, Güllegruben, Güllekanäle, Güllagerstätten, Schächte etc.

Tätigkeit: Aufrühren, Spülen, Pumpen, Umpumpen, Entnehmen von Gülle o. Substrat, Reparatur- und Wartungsarbeiten und Aufenthalt in Gülle- oder Substratarbeitsbereichen

Gefahren für Mensch und Umwelt

Die Gase werden insbesondere durch Bewegen von Gülle oder Substrat freigesetzt. Dabei können gefährliche Gaskonzentrationen entstehen, die sich über längere Zeit halten.

- Lebensgefahr durch Schwefelwasserstoff (H₂S)
Vorsicht: H₂S lähmt den Geruchsnerv, höhere Konzentrationen werden nicht mehr wahrgenommen
- Erstickungsgefahr durch Kohlendioxid (CO₂)
- Explosionsgefahr durch Methan (CH₄)
- Gesundheitsgefahren durch Ammoniak (NH₃)



Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Niemals ohne Schutzausrüstung in den Fermenter, in Lagerstätten, Gruben o. Schächte etc. **einsteigen**.

Einstieg nur mit **umgebungsluftunabhängigem** Atemschutzgerät z.B. Frischluftsaugschlauchgerät und Rettungsgurt sowie Rettungsgerät zulässig.

Bei Arbeiten mit der Gülle o. Substrat sind **jegliche Zündquellen zu vermeiden**:

- Gasstrahlgeräte ausschalten
- Rauchverbot
- keine Lichtprobe
- keine Schweiß- und Schneidarbeiten durchführen, Funken und Schweißperlen können auch in weiter entfernt liegende Gruben fallen (Sind solche Arbeiten unbedingt erforderlich, so ist für eine gute Belüftung z.B. durch Gebläse zu sorgen. Gruben sind abzudecken.)



Verhalten im Gefahrfall

Einstieg in Gruben etc. zur Bergung Verunglückter nur mit **umgebungsluftunabhängigem** Atemschutzgerät und Sicherungsseil. Feuerwehr alarmieren! **Tel.: 112**
Für ausreichend Frischluft sorgen.

Erste Hilfe

Nach Einatmen von Gülle- oder Biogasen Frischluftzufuhr.
Bewusstlose Personen: Feststellen der Atmung und stabile Seitenlage.
Sofort Arzt hinzuziehen. Hinweis auf Vergiftung durch Schwefelwasserstoff geben.

Ersthelfer:

Arzt:

Tel.:



Notruf: 112

Datum

Unterschrift des Unternehmers



Vorschlag für den Inhalt eines Alarm- und Gefahrenabwehrplans

Bei einer Biogasanlage handelt es sich um eine bauliche Anlage, die zur sachgerechten Erfassung des Brandrisikos einer eingehenden Betrachtung bei der Planung und einer engen Abstimmung der einsatztaktischen Notwendigkeiten mit der Führung der Einsatzkräfte der örtlichen Feuerwehr bedarf.

Hierzu ist in der Regel die Erarbeitung eines gemeinsamen Konzeptes für den taktischen Einsatz der Feuerwehr bei Brandereignissen oder bei sonstigen technischen Hilfeleistungen (Brandschutzkonzept) erforderlich.

Das **Brandschutzkonzept** ist vom Anlagenbetreiber im Entwurf aufzustellen und anschließend mit der zuständigen Feuerwehr auf deren einsatztaktische Erfordernisse abzustimmen. In abschließender Form ist das Brandschutzkonzept der zuständigen Genehmigungsbehörde spätestens eine Woche vor Inbetriebnahme der Anlage vorzulegen.

Je nach den Umständen des Einzelfalls hat das Brandschutzkonzept in der Regel Angaben und Darstellungen zu folgenden Punkten zu enthalten:

1. Zu- und Durchfahrten sowie Aufstell- und Bewegungsflächen für die Feuerwehr.
2. Den Nachweis der erforderlichen Löschwassermenge sowie den Nachweis der Löschwasserversorgung.
3. Bemessung, Lage und Anordnung der Löschwasser-Rückhalteanlagen.
4. Das System der äußeren und der inneren Abschottungen in Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte sowie das System der Rauchabschnitte mit Angaben über die Lage und Anordnung der Bauteile.
5. Lage, Anordnung, Bemessung und Kennzeichnung der Rettungswege auf dem Baugrundstück und in Gebäuden mit Angaben zur Sicherheitsbeleuchtung.
6. Angaben zu den Nutzern der baulichen Anlage.
7. Lage und Anordnung haustechnischer Anlagen, insbesondere der Leitungsanlagen, ggf. mit Angaben zum Brandverhalten im Bereich von Rettungswegen.
8. Lage und Anordnung etwaiger Lüftungsanlagen mit Angaben zur brandschutztechnischen Ausbildung.
9. Lage, Anordnung und Bemessung der Rauch- und Wärmeabzugsanlagen.
10. Lage, Anordnung und ggf. Bemessung von Anlagen, Einrichtungen und Geräten zur Brandbekämpfung (z. B. Feuerlöschgeräte) mit Angaben zu Schutzbereichen und zur Bevorratung von Sonderlöschmitteln.

Anhang 9

Beispiele Zoneneinteilung

Anlagenteil	Art der Dichtheit	Zone 1	Zone 2
Allgemein			
Um: Anlagenteile, Ausrüstungsteile, Verbindungen	Apparaturen und Anlagenteile mit betriebsbedingtem Gasaustritt	1 m um Austrittsstelle	2 m um Zone1
	technisch dicht	-----	3m um Anlagenteil
	auf Dauer technisch dicht	-----	-----
Beispiele			
Berstsicherung die im Normalbetrieb dicht schließt		-----	3m um Anlagenteil
Mündungen von Abblaseleitungen		1 m um Mündung	2 m um Zone1
Serviceöffnung			
Sofern im Normalbetrieb die Serviceöffnungen nicht geöffnet werden	mit betriebsbedingtem Gasaustritt	1 m um Austrittsstelle	2 m um Zone1
	technisch dicht	-----	3m um Anlagenteil
	auf Dauer technisch dicht	-----	-----
Gasspeicher			
Um: Einfacher Folienspeicher im Freien Einfache Folienhauben von Gärbehältern und Lagern Um Be- und Entlüftungsöffnungen von schwadendichten Gaslagerräumen		-----	3 m nach oben 3 m seitlich 2 m nach unten 45° ansteigend

<p>Um: Doppel-Folienhauben bei Gärbehältern und Lagern sofern die Durchströmung das diffundierende Biogas aus dem Gasspeicher ausreichend verdünnt (<<10% UEG), gezielt abführt und die austretende Luft ständig überwacht wird.</p>		-----	-----
Kondensatschacht			
<p>Räume die Kondensatableiter enthalten</p> <p>Bei offenen Wasserverschlüssen ist mit der Bildung einer g.e.A. infolge von Durchschlag oder Austrocknung der Wasserverschlüsse oder infolge von Fehlbedienung zu rechnen:</p> <p>a) bei Ableitung in umschlossene Räume ohne Lüftung - Zone 0 im gesamten Raum</p> <p>b) bei Ableitung in umschlossene Räume mit natürlicher Lüftung</p> <p>c) geschlossenes Entwässerungssystem, Schleusen mit Doppelsperrarmaturen oder Entwässerungsautomaten</p>		gesamter Raum	1m um Öffnungen des umschlossenen Raumes
Feststoffdosierer			
<p>Sofern im Normalbetrieb zwangsläufig eingetauchte Zugabe sichergestellt ist</p>		-----	-----

Bemessung des Bereichs der Zone 1

Ein kugelförmiger Bereich mit Radius 1 m um Anlagenteile, Ausrüstungsteile, Verbindungen, Schaugläser, Durchführungen, Serviceöffnungen am Gasspeicher und am gasbeaufschlagten Teil des Gärbehälters sowie um die Mündung von Abblaseleitungen, sofern mit einem betriebsbedingten Austritt von Biogas zu rechnen ist, gilt als Bereich der Zone 1 (siehe auch TRBS 2152).

Der Radius von 1 m gilt bei freier Lüftung.

Betriebsmäßige Freisetzungen in geschlossene Räume sind zu vermeiden. Sofern diese möglich sind, ist der gesamte Raum Zone 1.

Bemessung des Bereichs der Zone 2

Gasbeaufschlagte Anlagenteile

Ein kugelförmiger Bereich mit Radius 3 m um als technisch dicht eingestufte Anlagenteile, Ausrüstungsteile, Verbindungen, Durchführungen, Serviceöffnungen sowie um Berstscheiben gilt als Bereich der Zone 2. Der Radius von 3 m gilt bei freier Lüftung. Geschlossene Räume gelten komplett als Bereich der Zone 2 (siehe auch TRBS 2152).

Eine Kugelschale mit 2 m Dicke um die Zone 1 bei nicht technisch dichten Anlagenteilen, Ausrüstungsteilen, Verbindungen, Schaugläsern, Durchführungen, Serviceöffnungen und am gasbeaufschlagten Teil des Gärbehälters sowie um die Mündung von Abblaseleitungen, sofern mit einem betriebsbedingten Austritt von Biogas zu rechnen ist, gilt als Bereich der Zone 2.

Gaslager

Ist der Folienspeicher im Freien gelagert oder in einem rundum belüfteten Raum untergebracht, umfasst der Bereich der Zone 2 den Umkreis von 3 m nach oben und seitlich, nach unten 2 m mit 45° ansteigend. Bei Unterbringung des Folienspeichers in einem schwadendichten und damit weitgehend gasdichten Raum umfasst die Zone 2, das Innere des Gasspeicherraums sowie den Umkreis von 3 m um die Be- und Entlüftungsöffnungen nach oben und seitlich; die Ausdehnung nach unten beträgt 2 m, mit 45° ansteigend.

Schwadendicht können Räume z. B. mit

- gemauerten und verputzten Wänden
- betonierten Wänden
- Wänden, deren Verkleidungen aus nichtbrennbaren und verspachtelten Platten bestehen
- Normcontainer mit Metallwänden

ausgeführt werden.

Anmerkung

Um auf Dauer technisch dichte Anlagenteile gemäß TRBS 2152 Abschnitt I 1.3.2.2 liegt keine Zone vor (siehe Anhang 10).

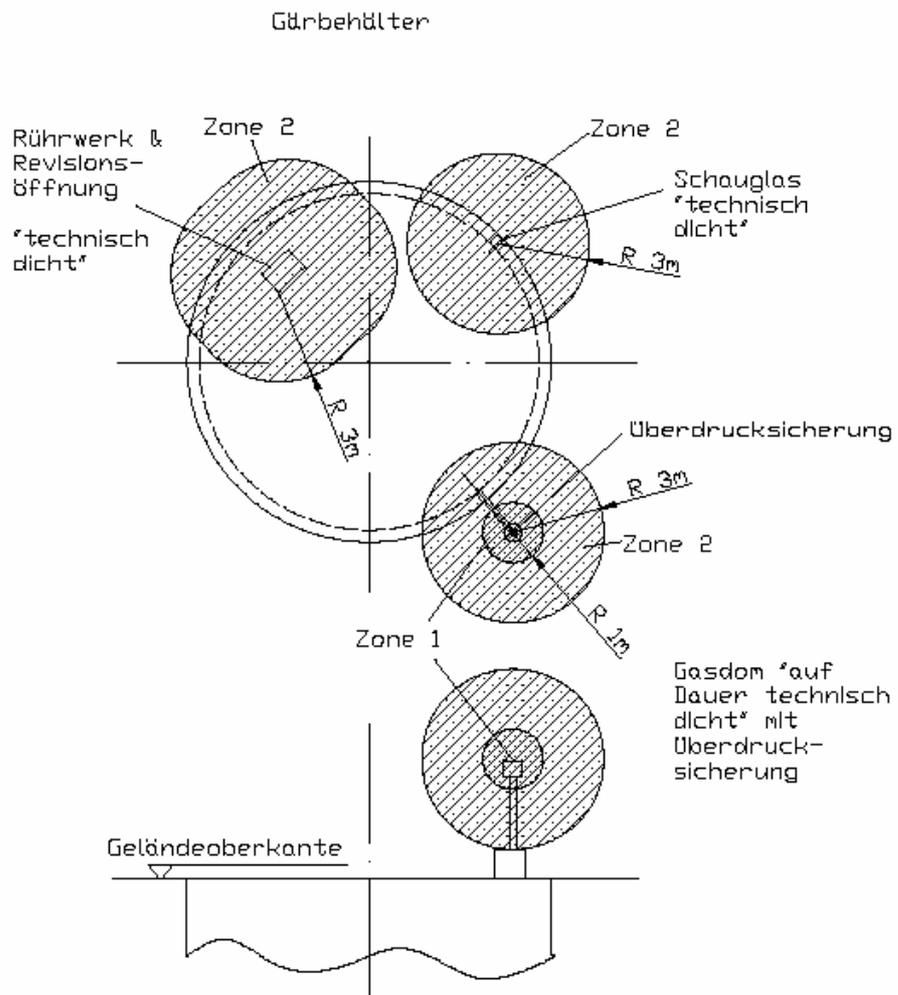
Doppelfolien (Tragluft)

Um die äußere Folie und im Zwischenraum der beiden Folien ist keine Zone auszuweisen, wenn die Durchströmung das diffundierende Biogas aus dem Gasspeicher ausreichend verdünnt (<10% UEG), gezielt abführt und die austretende Luft nach Wartungsplan (Herstellerangabe) regelmäßig überwacht wird.

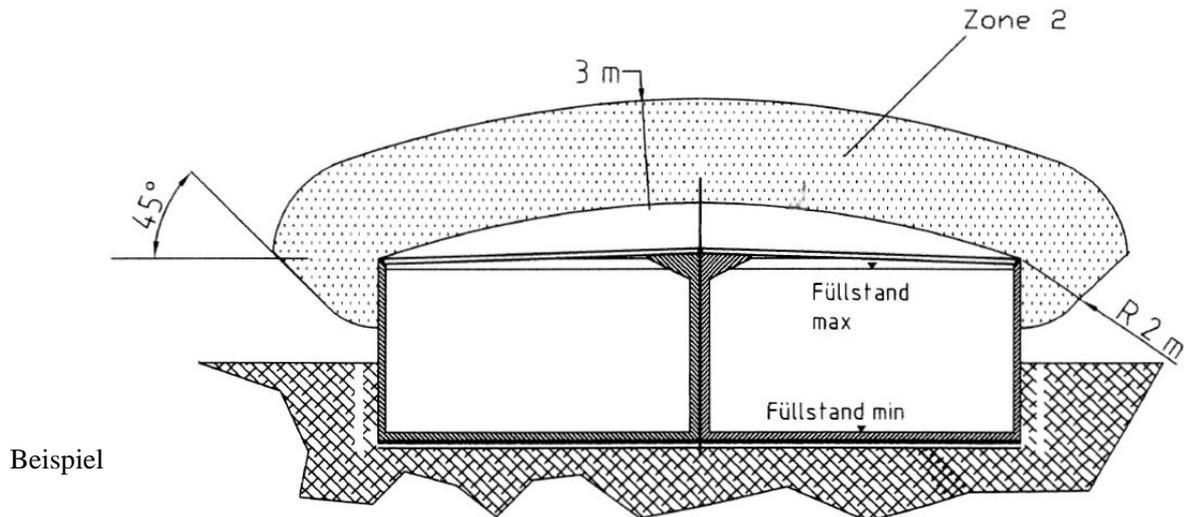
Um den Übergang zum Fermenter kann ringförmig eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten, wenn der Anschluss nicht auf Dauer technisch dicht ausgeführt wird (Herstellererklärung).

Können Rückströmungen ins Tragluftgebläse nicht verhindert werden, sind diese nach 94/9/EG auszuführen.

Beispiel Biogasanlage in der Übersicht mit technisch dichten Anlagenteilen

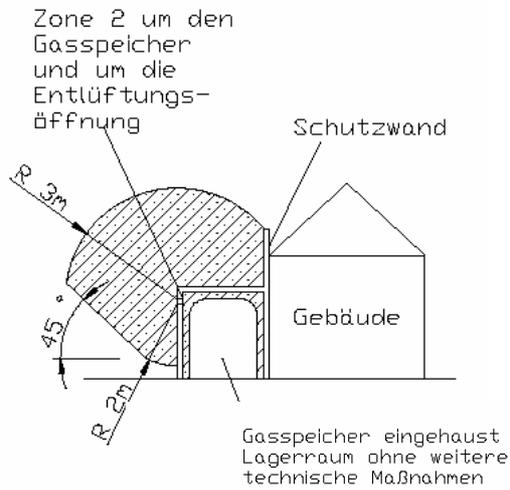


Beispiel Einfacher Folienspeicher im Freien



Beispiel

Gasspeicher eingehaust
Lagerraum ohne weitere
technische Maßnahmen
Seitenansicht



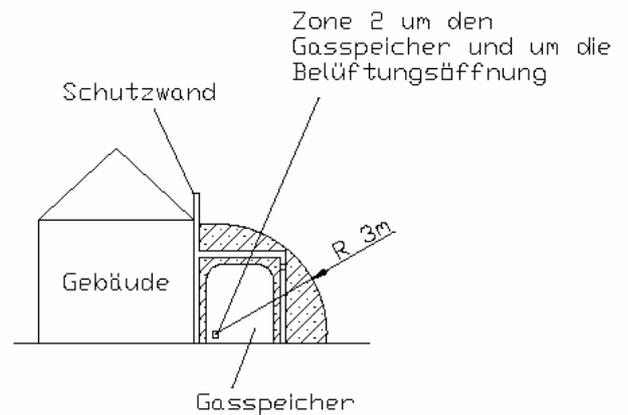
Zone 2 um den
Gasspeicher
und um die
Entlüftungs-
öffnung

Schutzwand

Gebäude

Gasspeicher eingehaust
Lagerraum ohne weitere
technische Maßnahmen

Gasspeicher eingehaust
Lagerraum ohne weitere
technische Maßnahmen
Seitenansicht

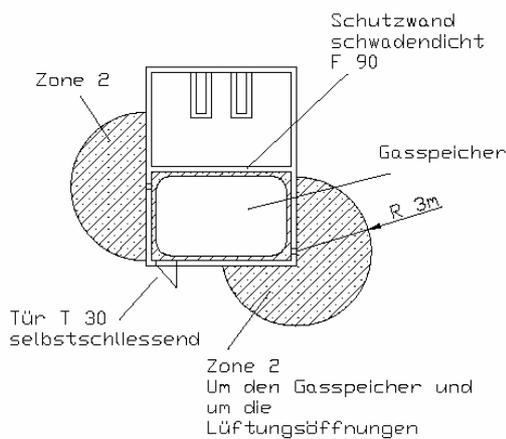


Zone 2 um den
Gasspeicher
und um die
Belüftungsöffnung

Schutzwand

Gebäude

Gasspeicher



Schutzwand
schwadendicht
F 90

Zone 2

Gasspeicher

R 3m

Tür T 30
selbstschliessend

Zone 2
Um den Gasspeicher
und um die
Lüftungsöffnungen

Gasspeicher eingehaust
Draufsicht

Zone 2 um den
Gasspeicher
und um die Lüftungs-
öffnungen

R 3m

R 3m

Gebäude

Schutzwand

Anhang 10 - siehe TRBS 2152 Teil 2 Abschnitt 2.4.3

Dichtheit von Apparaturen

1 Allgemeines

Die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre außerhalb von Anlagenteilen kann durch die Dichtheit des Anlagenteils verhindert oder eingeschränkt werden. Hierbei wird unterschieden in:

- auf Dauer technisch dichte Anlagenteile,
- technisch dichte Anlagenteile und
- Anlagenteile mit betriebsbedingtem Austritt brennbarer Stoffe.

Hinweis 1:

Bei der Konstruktion von Anlagenteilen für die Handhabung mit brennbaren Gasen, Flüssigkeiten und Stäuben sollen die Werkstoffe so ausgewählt werden, dass sie den zu erwartenden mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen standhalten. Gefahren durch Reaktionen des Wandmaterials mit den brennbaren Gemischen sind auszuschließen.

Hinweis 2:

Bei der Auswahl der Werkstoffe ist das Korrosionsverhalten zu berücksichtigen. Bei flächenhafter Abtragung sind bei der Berechnung der Wanddicke Zuschläge zu berücksichtigen; gegen Lochfraßkorrosion sind als grundsätzliche Schutzmaßnahme geeignete Werkstoffe auszuwählen sowie insbesondere auch sachgerechte Konservierungsmaßnahmen in Stillstandsphasen durchzuführen.

1.1 Auf Dauer technisch dichte Anlagenteile

(1) Bei Anlagenteilen, die auf Dauer technisch dicht sind, sind keine Freisetzungen zu erwarten.

(2) Anlagenteile gelten als auf Dauer technisch dicht, wenn

a) sie so ausgeführt sind, dass sie auf Grund ihrer Konstruktion technisch dicht bleiben

oder

b) ihre technische Dichtheit durch Wartung und Überwachung ständig gewährleistet wird.

(3) Anlagenteile, die auf Dauer technisch dicht sind, verursachen durch ihre Bauart in ihrer Umgebung im ungeöffneten Zustand keine explosionsgefährdeten Bereiche.

(4) Auf Dauer technisch dichte Anlagen- und Ausrüstungsteile nach Absatz 2 Buchstabe a) sind z. B.:

1. Geschweißte Anlagenteile mit
 - a) lösbaren Komponenten, wobei die hierfür erforderlichen lösbaren Verbindungen betriebsmäßig nur selten gelöst und konstruktiv wie die nachgenannten lösbaren Rohrleitungsverbindungen gestaltet sind (Ausnahme: metallisch dichtende Verbindungen),
 - b) lösbaren Verbindungen zu Rohrleitungen, Armaturen oder Blinddeckeln, wobei die hierfür erforderlichen lösbaren Verbindungen nur selten gelöst und konstruktiv wie die nachgenannten lösbaren Rohrleitungsverbindungen gestaltet sind,
2. Wellendurchführungen mit doppelt wirkender Gleitringdichtung (z. B. Pumpen, Rührwerke),
3. Spaltrohrmotorpumpen,
4. magnetisch gekoppelte dichtungslose Pumpen,
5. Armaturen mit Abdichtung der Spindeldurchführung mittels Faltenbalg und Sicherheitsstopfbuchse, Stopfbuchsenabdichtung mit selbsttätig nachstellenden Packungen,
6. stopfbuchsenlose Armaturen mit Permanent-Magnetantrieb (SLMA-Armaturen).

(5) Auf Dauer technisch dichte Rohrleitungsverbindungen nach Absatz 2 Buchstabe a) sind z. B.

1. unlösbare Verbindungen, z. B. geschweißt,
2. lösbare Verbindungen, die betriebsmäßig nur selten gelöst werden, z. B.
 - Flansche mit Schweißlippendichtungen
 - Flansche mit Nut und Feder,
 - Flansche mit Vor- und Rücksprung,
 - Flansche mit V-Nuten und V-Nutdichtungen,
 - Flansche mit glatter Dichtleiste und besonderen Dichtungen, Weichstoffdichtungen bis PN 25 bar, metallinnenrandgefasste Dichtungen oder metallummantelte Dichtungen, wenn bei Verwendung von DIN-Flanschen eine rechnerische Nachprüfung ausreichende Sicherheit gegen die Streckgrenze aufweist,
 - metallisch dichtende Verbindungen, ausgenommen Schneid- und Klemmringverbindungen, in Leitungen größer als DN 32.

(6) Auf Dauer technisch dichte Verbindungen nach Absatz 2 Buchstabe a) zum Anschluss von Armaturen sind, soweit sie selten gelöst werden, z. B.

1. die vorgenannten Rohrleitungsverbindungen

und

2. NPT-Gewinde (National Pipe Taper Thread, kegeliges Rohrgewinde) oder andere konische Rohrgewinde mit Abdichtung im Gewinde bis DN 50, soweit sie nicht wechselnden thermischen Belastungen ($\Delta t > 100 \text{ °C}$) ausgesetzt sind.

(7) Neben den rein konstruktiven Maßnahmen können nach Absatz 2 Buchstabe b) auch technische Maßnahmen, kombiniert mit organisatorischen Maßnahmen, zu einem auf Dauer technisch dichten Anlagenteil führen. Hierunter fallen bei entsprechender Überwachung und Instandhaltung z. B.

1. dynamisch beanspruchte Dichtungen, z.B. bei Wellendurchführungen an Pumpen,
2. thermisch beanspruchte Dichtungen an Anlagenteilen.

(8) Umfang und Häufigkeit für die Überwachung und Instandhaltung richten sich im Einzelnen nach der Art der Verbindung und Konstruktion, Betriebsweise, Beanspruchung sowie Zustand und Eigenschaften der Stoffe. Sie sollen die technische Dichtheit auf Dauer gewährleisten. Es ist darauf zu achten, dass Umfang und Häufigkeit für die Überwachung und Instandhaltung zur Aufrechterhaltung der auf Dauer technischen Dichtheit im Explosionsschutzdokument oder in dort in Bezug genommenen Unterlagen festgelegt sind, z. B. in einer zugehörigen Betriebsanweisung oder im Instandhaltungsplan.

1.2 Technisch dichte Anlagenteile

(1) Bei Anlagenteilen, die technisch dicht sind, sind seltene Freisetzungen zu erwarten.

(2) Anlagenteile gelten als technisch dicht, wenn bei einer für den Anwendungsfall geeigneten Dichtheitsprüfung oder Dichtheitsüberwachung bzw. -kontrolle, z. B. mit schaubildenden Mitteln oder mit Lecksuch- oder -Anzeigegeräten, eine Undichtheit nicht erkennbar ist.

(3) Beispiele für technisch dichte Anlagenteile sind:

1. Flansch mit glatter Dichtleiste und keinen besonderen konstruktiven Anforderungen an die Dichtung,
2. Schneid- und Klemmringverbindungen in Leitungen größer DN 32,
3. Pumpen, deren Dichtheit nur auf einer einfach wirkenden Gleitringdichtung beruht,
4. lösbare Verbindungen nach Nr. 2.4.3.2, die nicht nur selten gelöst werden.

1.3 Verringern betriebsbedingter Austritte brennbarer Stoffe

(1) Außerhalb von Anlagenteilen, die weder auf Dauer technisch dicht noch technisch dicht sind, ist mit der Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre durch betriebsbedingten Austritt brennbarer Flüssigkeiten, Gase, Dämpfe oder Stäube zu rechnen.

Bemerkung 1:

Betriebsbedingte Austrittsstellen sind z. B. Entlüftungs- und Entspannungsleitungen, Umfüllanschlussstellen, Peilventile, Probenahmestellen, Entwässerungseinrichtungen und bei Stäuben z. B. Übergabestellen.

Bemerkung 2:

Andere mögliche Austrittsstellen sind nicht kontrollierte Flansch oder Gehäuseverbindungen (z. B. Pumpengehäuse).

(2) Durch technische Maßnahmen können die Austrittsmengen, die Zonenausdehnung oder die Auftretswahrscheinlichkeit explosionsfähiger Atmosphäre verringert werden, wenn z. B.

1. beim Umfüllen ein Vollschlauchsystem verwendet wird,
2. in geschlossenen Systemen unter Anwendung der Gaspindelung umgefüllt wird,
3. Entlüftungs- und Entspannungsleitungen in Gassammelsysteme geführt werden,
4. an Probenahmestellen und Peilventilen durch besondere Einrichtungen sichergestellt ist, dass nur geringe Mengen austreten können,
5. Entwässerungen über Schleusen geringen Rauminhalts mit gegeneinander verriegelten Absperrarmaturen vorgenommen werden,
6. die Übergabestellen von staubförmigen bzw. staubhaltigen Produkten mit einer gegebenenfalls auch flexiblen Umhüllung aus weitgehend staubundurchlässigen Materialien versehen werden,
7. durch Unterdruckfahrweise bei betriebsbedingten Austrittsstellen ein Austreten von brennbaren Stoffen vermieden oder verringert wird,
8. bei Anwendung der Unterdruckfahrweise (z. B. 900 mbar abs.) die Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in der Umgebung von Anlagenteilen (z. B. Öffnungen, Wellendurchführungen) sehr gering ist.

1.4 Prüfen der Anlagenteile auf Dichtheit

Anlagen nach 1.1 Abs. 2 a) sind vor der ersten Inbetriebnahme sowie nach längeren Betriebsunterbrechungen, Veränderungen und Reparatur- oder Umbauarbeiten größeren Ausmaßes als Ganzes oder in Abschnitten auf Dichtheit zu prüfen. Technisch dichte Anlagen und Anlagen nach 1.1 Abs. 2 b) sind zusätzlich regelmäßig entsprechend einem Prüfplan auf ihre Dichtheit zu prüfen.

Anhang 11

Weitere Vorschriften und Regelwerke

Unfallverhütungsvorschriften (VSGen) der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften

- VSG 1.1 "Allgemeine Vorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz"
- VSG 1.4 "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel"
- VSG2.1 "Arbeitsstätten, bauliche Anlagen und Einrichtungen"
- VSG 2.2 "Lagerstätten"
- VSG 2.8 "Güllelagerung, Gruben, Kanäle und Brunnen"

Bezugsquelle: Die VSGen können bei den jeweils zuständigen landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften angefordert werden (s. Umschlagseite 3).

Informationen der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften:

Informationspapier zur Sicherheit bei Biogasanlagen

Verordnungen:

Verordnungen 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 (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV).

Verordnungen des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (Anlagenverordnung wassergefährdender Stoffe - VAwS) in der Fassung der jeweiligen Bundesländer.

Vorschriften der gewerblichen Berufsgenossenschaft:

- BGR 104 "Explosionsschutz - Regeln"
- BGR 117 "Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen"
- BGR 133 "Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern"

Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln

Staatliche Regeln:

TRBS 2152	"Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Allgemeines"
TRBS 2152 Teil 1	"Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Beurteilung der Explosionsgefährdung"
TRBS 2152 Teil 2	"Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre"
TRBA 214	"Abfallbehandlungsanlagen einschließlich Sortieranlagen in der Abfallwirtschaft"
TRBA 230 Arbeitsstoffen	"Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen in der Land- und Forstwirtschaft und bei vergleichbaren Tätigkeiten"
TRBA 500	"Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen"

Normen:

DIN 2403	"Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff"
DIN 2470 (1)	"Gasleitungen aus Stahlrohren mit zulässigen Betriebsdrücken bis 16 bar; Anforderungen an Rohrleitungsteile"
DIN 4102 ff	"Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen"
DIN EN 13463 ff	"Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen"
DIN EN 13501 ff	"Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten"

Bezugsquelle: Beuth Verlag, Burggrafenstr. 6, 12623 Berlin

VDE-Bestimmungen:

DIN VDE 0100	"Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V"
VDE 0100 Teil 705	"Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V"
VDE 0165 Teil 1/ EN 60 079-14	"Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche - Teil 14: Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbau)"
VDE 0170/0171 Teil 1 ff	"Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche: - Teil 1: Allgemeine Bestimmungen"
DIN 57 185/ VDE 0185	"Blitzschutzanlage"

DIN/VDE 2180 Blatt 1	"Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT) - Einführung, Begriffe, Erklärungen"
DIN/VDE 2180 Blatt 3	"Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT) - Bauliche und installationstechnische Maßnahmen zur Funktionssicherung von PLT-Einrichtungen in Ausnahmezuständen"
DIN/VDE 2180 Blatt 4	"Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT) - Berechnungsmethoden für Zuverlässigkeitskenngrößen von PLT-Schutzeinrichtungen"
DIN/VDE 2180 Blatt 5	"Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT) - Einsatz von sicherheitsgerichteten speicherprogrammierbaren Steuerungen"

Bezugsquelle: VDE-Verlag GmbH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin

DVGW-Regelwerk:

G 600	"Technische Regeln für Gas-Installationen DVGW-TRGI 2008"
G 262	"Nutzung von Gasen aus regenerativen Quellen in der öffentlichen Gasversorgung" "
G 472	"Gasleitungen bis 10 bar - Betriebsdruck aus Polyethylen (PE 80, PE 100 und PE-Xa) - Errichtung"
G 469	"Druckprüfverfahren für Leitungen und Anlagen der Gasversorgung"
G 462 Teil 1	"Errichtung von Gasleitungen bis 4 bar Betriebsüberdruck aus Stahlrohren"
G 462 Teil 2	"Gasleitungen aus Stahlrohren von mehr als 4 bar bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung"
VP 265 ff	"Anlagen für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in Erdgasnetze"

Bezugsquelle: Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH,
Postfach 14 01 51, 53111 Bonn

Anhang 12 Muster eines Prüfplans

Prüfplan für Arbeitsmittel nach BetrSichV durch befähigte Personen der Biogasanlage

Bezeichnung des Arbeitsmittels	letzte Prüfung	Mängel festgestellt		Mängel sofort beseitigt		Prüfergebnisse, Hinweise, Bemerkungen ggf. siehe Eintrag im Betriebsbuch	Name d. Prüforganisation	Kenntnisnahme durch Geschäftsleitung
	nächste Prüfung	ja	nein	ja	nein		Befähigte Person	
1. BHKW-komplett, Sichtkontrolle/Funktionskontrolle								
2. Substratpumpen, Sichtkontrolle/Funktionskontrolle								
3. Gasspeicher Sichtkontrolle/Funktionskontrolle								
4. Gasverdichter Sichtkontrolle/Funktionskontrolle								
5. Notfackel Sichtkontrolle/Funktionskontrolle								
6. Rührwerke Sichtkontrolle/Funktionskontrolle								
7. Feststoffbeschicker Sichtkontrolle/Funktionskontrolle								

Prüfplan für Arbeitsmittel nach BetrSichV durch befähigte Personen der Biogasanlage

Bezeichnung des Arbeitsmittels	letzte Prüfung	Mängel festgestellt		Mängel sofort beseitigt		Prüfergebnisse, Hinweise, Bemerkungen	Name der Prüforganisation	Kenntnisnahme durch Geschäftsleitung
	nächste Prüfung	ja	nein	ja	nein			
1. Ex-Zone Fermenter, in der Geräte mit eigener Zündquelle vorhanden sind								
2. Ex- Zone Gaslager, in der Geräte mit eigener Zündquelle vorhanden sind								
3. Ex- Zone Kondensatschacht mit Tauchpumpe								
4. Prüfbuch des Betreibers								
5. Kontrolle der durchgeführten elektrotechnischen Prüfung								

6 Kontrolle der Schutzvorrichtungen und PSA							
7. Kontrolle der Sicherheitskennzeichnung							
8. Kontrolle der Fluchtwege und Notfallpläne Weitere Prüfungen nach Bedarf und Ausführung der jeweiligen Biogasanlage, entsprechend den gesetzlichen und normativen Anforderungen							

<p>9. Automatisierungstechnische Komponenten</p> <p>Sichtprüfung</p> <p>Elektrische Prüfung durch eine elektrotechnische Fachkraft.</p> <p>Funktionsprüfung der Schutzfunktionen Steuerungstechnik (Not – Aus System, Füllstandsüberwachung usw.</p> <p>Funktionsprüfung aller Geber, Schalter und Antriebe.</p>							
---	--	--	--	--	--	--	--

Anhang 13

Dichtheitsprüfung für gasbeaufschlagte Behälterteile und Gasspeicher

1. Prüfung der technischen Dichtheit

Gasbeaufschlagte Behälterteile und Gasspeicher können grundsätzlich eine geringe Durchlässigkeit für gasförmige Stoffe aufweisen. Die Prüfung der technischen Dichtheit muss daher durch den Nachweis erfolgen, dass keine erheblichen Leckstellen vorhanden sind (unmittelbare Dichtheitsprüfung), oder durch den Nachweis, dass die Leckagerate einen zulässigen Grenzwert nicht übersteigt (mittelbare Dichtheitsprüfung).

Die unmittelbare Dichtheitsprüfung stellt insbesondere für Biogasanlagensysteme, die mit maximalen Betriebsdrücken ≤ 5 mbar betrieben werden, (Folienhauben, Folienspeichersäcke) eine praxistaugliche und zuverlässige Prüfmethode da.

Die mittelbare Dichtheitsprüfung liefert bei starr ummantelten Biogasanlagensystemen, die mit höheren Betriebsdrücken betrieben werden und nur sehr geringe Gas-temperaturschwankungen im Gasraum aufweisen, zuverlässige Ergebnisse.

1.1 unmittelbare Dichtheitsprüfung

1.1.1 Prüfdruck

Zur Prüfung der technischen Dichtheit muss der Fermenter, Gas beaufschlagte Behälter und Gasspeicher unter einen ausreichenden Prüfdruck gesetzt werden, so dass ein Gasaustritt durch eine Leckstelle hervorgerufen wird.

Grundsätzlich ist die Prüfung bei dem 1,5 fachen des maximal zulässigen Betriebsdrucks durchzuführen. Ist dies Systembedingt nicht möglich (z. B. bei frei liegenden Elastomer-Einfachfolienhauben-Gasspeichersystemen) ist die Prüfung bei maximal zulässigem Betriebsdruck durchzuführen.

1.1.2 Prüfmedium

Als Prüfmedium ist bei noch nicht in Betrieb genommenen Anlagen bevorzugt Luft zu verwenden. Sollen in Betrieb genommene Anlagen auf Dichtheit überprüft werden, sind in der Regel Gasspürgeräte zu verwenden die insbesondere den Messbereich 0 bis 1 Vol% Methan sicher detektieren. Nebel bildende Mittel, die in die Gasphase eingebracht werden, haben sich ebenfalls zur Detektion von Undichtigkeiten bewährt.

1.1.3 Dichtheitsprüfung

Die unmittelbare Dichtheitsprüfung kann als Sichtprüfung mit einem schaumbildenden Mittel, mit Nebel erzeugenden Mitteln oder als Prüfung mit einem Gasspürgerät durchgeführt werden. Insbesondere der Wandanschluss von Behälterabdeckungen und die Anschlussstutzen, die sich im Gasraum des Behälters befinden, sind auf Dichtheit zu überprüfen.

1.2 Mittelbare Dichtheitsprüfung (evtl. nur Verweis auf DWA- Merkblatt)

1.2.1 Prüfdruck

Zur Prüfung der technischen Dichtheit muss der Fermenter, Gas beaufschlagte Behälter und Gasspeicher unter einen ausreichenden Prüfdruck gesetzt werden, so dass ein Gasaustritt durch eine Leckstelle hervorgerufen wird. Grundsätzlich ist die Prüfung bei dem 1,5-fachen des maximal zulässigen Betriebsdrucks durchzuführen. Ist dies Systembedingt nicht möglich, ist die Prüfung zumindest bei maximal zulässigem Betriebsdruck durchzuführen.

1.2.2 Zulässige Leckagerate

Die zulässige Leckagerate schließt die Verluste infolge der Durchlässigkeit z. B. von Membranen und deren Befestigung sowie aller am Biogasbehälter angebrachten Dichtungen ein.

Die zulässige Leckagerate beträgt im Hinblick auf die mögliche Messgenauigkeit unter Normalbedingungen bei einem Prüfdruck von 20 hPa

bis 50 m³ Nenninhalt 0,4 m³/24h,
bis 100 m³ Nenninhalt 0,6 m³/24h,
bis 200 m³ Nenninhalt 0,8 m³/24h,
bis 500 m³ Nenninhalt 1,0 m³/24h,
über 500 m³ Nenninhalt 2 ‰ vom Nenninhalt/24h.

Erfolgt die Messung bei einem von 20 hPa abweichenden Prüfdruck, ist die zulässige Leckagerate mit dem Faktor

$$X = \text{Prüfdruck} / 20 \text{ hPa}$$

zu multiplizieren.

1.2.3 Dichtheitsprüfung

Zur mittelbaren Dichtheitsprüfung wird der Biogasbehälter unter Prüfdruck gesetzt und der Volumenverlust über die Prüfzeit ermittelt (Zeitstandsprüfung).

Abgeleitet aus der Zustandsgleichung von Gasen gilt für den Volumenverlust ΔV_N :

$$\Delta V_N = V_A \cdot p_A/p_N \cdot T_N/ T_A - V_E \cdot p_E/p_N \cdot T_N/ T_E$$

mit: $V_{A/E}$ = Volumen der eingeschlossenen Gases zum Messanfang/Ende

$p_{A/E}$ = Atmosphärendruck + Prüfdruck zum Messanfang/Ende

p_N = Normaldruck = 1013,25 hPa

$T_{A/E}$ = absolute Temperatur zum Messanfang/Ende

T_N = Normaltemperatur = 273,15 K

Die Leckagerate erhält man durch Division des Volumenverlustes ΔV_N durch die Messzeit.

Abhängig von den durch die Bauart des Biogasbehälters bestimmten Messmöglichkeiten kann der Volumenverlust auf zwei verschiedene Arten bestimmt werden:

- Messung der Volumenänderung bei konstantem Prüfdruck
- Messung der Prüfdruckänderung bei konstantem Volumen ($V_A = V_E$)
- Während der Prüfzeit unterliegt die im Biogasbehälter eingeschlossene Prüfgasmenge folgenden nicht beeinflussbaren Umgebungsbedingungen:
- Temperaturänderung
- Änderung des Atmosphärendrucks

Die auf die Prüfgasmenge folgenden Einfluss ausüben:

- Bei konstantem Prüfdruck: 3,5 ‰ Volumenänderung je K Temperaturänderung
- Bei konstantem Volumen: 3,5 hPa Prüfdruckänderung je K Temperaturänderung
- Bei konstantem Prüfdruck: 1 ‰ Volumenänderung je hPa Atmosphärendruckänderung
- Bei konstantem Volumen: 1 hPa Prüfdruckänderung je hPa Atmosphärendruckänderung

Zum messtechnischen Nachweis der unter 1.2.3 angegebenen maximalen Leckageraten ist es empfehlenswert, durch Verwendung einer möglichst geringen Prüfgasmenge die oben genannten Einflüsse zu minimieren.

Ist zur Erzeugung des Prüfdrucks eine vollständige Befüllung des Biogasbehälters erforderlich, sodass eine Volumenausdehnung des Prüfgases nicht möglich ist, darf während der Prüfung der maximal zulässige Überdruck des Behälters nicht überschritten werden.

Die Dauer der Prüfzeit ist so festzulegen, dass die Leckagerate eindeutig außerhalb der Messfehlergrenzen bestimmt werden kann. Hierbei sind die Fehler der Messungen des Volumens, Prüfdruck, Atmosphärendruck und Temperatur zu beachten.

Es ist empfehlenswert, die Temperatur zu einem Zeitpunkt zu messen, zu der die Temperatur des Biogasbehälters nicht durch Sonneneinstrahlung verändert wird. Am günstigsten ist eine Messung vor Beginn der Sonneneinstrahlung am Morgen. Ein Messzeitraum von 24 h ist empfehlenswert.

Kann aufgrund der Bauart des Biogasbehälters die Messung nicht durchgeführt werden, gilt der Biogasbehälter als nicht technisch dicht. Es sind ergänzende Schutzmaßnahmen zu treffen.