



Technische Information 4

## Sicherheitsregeln für Biogasanlagen

<b>Vorbemerkungen</b>	4
<b>1 Allgemeines</b>	5
1.1 Begriffe	5
1.2 Gasschema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage	7
1.3 Eigenschaften von Biogas	8
1.4 Gefährdungsbeurteilung	8
1.5 Betriebsanleitung, Betriebsanweisung und Unterweisung	18
<b>2 Anlagenteile</b>	20
2.1 Allgemein	20
2.2 Gärbehälter/Fermenter	21
2.3 Güllelager	24
2.4 Gasspeicher	24
2.5 Anlagensteuerung und Prozessleittechnik	28
2.6 Gasreinigung	29
2.7 Gasleitungen	30
2.8 Armaturen, Sicherheitseinrichtungen und gasbeaufschlagte Anlagenteile	32
<b>3 Aufstellräume</b>	35
3.1 Allgemeines	35
3.2 Lüftung	35
3.3 Gasanalyse	36
3.4 Räume, in die Gas eindringen kann	36
3.5 Gasfeuerungen	36
3.6 Blockheizkraftwerke (BHKW)	37
3.7 Gaswarneinrichtungen (GWE)	39
<b>4 Betrieb</b>	40

## Anhänge

1. Muster „Arbeitsanweisung für die Inbetriebnahme/Wiederinbetriebnahme einer Biogasanlage“	41
2. Muster „Prüfbescheinigung für Biogas-Folienspeicher“ und „Prüfbescheinigung für gasführende Rohrleitungen“	42
3. Muster „Arbeitsanweisung für eine Biogasanlage im Normalbetrieb“	44
4. Muster „Betriebsprotokoll“	46
5. Muster „Arbeitsanweisung für eine Biogasanlage bei Störungen“	47
6. Muster „Arbeitsanweisung für die Außerbetriebnahme einer Biogasanlage“	48
7. Muster „Betriebsanweisung – Gärsubstrat“	49
8. Muster „Betriebsanweisung – Biogas“	50
9. Muster „Betriebsanweisung – Einsatz von nickel- und cobalthaltigen Spurenelementmischungen“	51
10. Vorschlag für den Inhalt eines Alarm- und Gefahrenabwehrplans	52
11. Beispiele zur Zoneneinteilung	53
12. Dichtheit von Anlagenteilen	56
13. Weitere Vorschriften und Regelwerke	60
14. Muster eines Prüfplanes	64
15. Dichtheitsprüfung für gasbeaufschlagte Behälterteile und Gasspeicher	67

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 Berufsgenossenschaft.

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 13. Abweichungen sind möglich, wenn die Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist.

*Diese Ausgabe stellt keine komplette Überarbeitung dar. Vielmehr wurden aufgrund von Änderungen im staatlichen Arbeitsschutzrecht und im berufsgenossenschaftlichen Regelwerk Anpassungen vorgenommen.*

Die Sicherheitsregeln für Biogasanlagen wurden am 30. September 2008 vom Beirat für Sicherheit und Gesundheitsschutz zur Anwendung empfohlen und im November 2015 aktualisiert.

## 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.

**Gasreinigung:**

Einrichtungen zur Reinigung (Entschwefelung) von Biogas.

**Gaslager:**

Raum oder Bereich, in dem der Gasspeicher untergebracht ist.

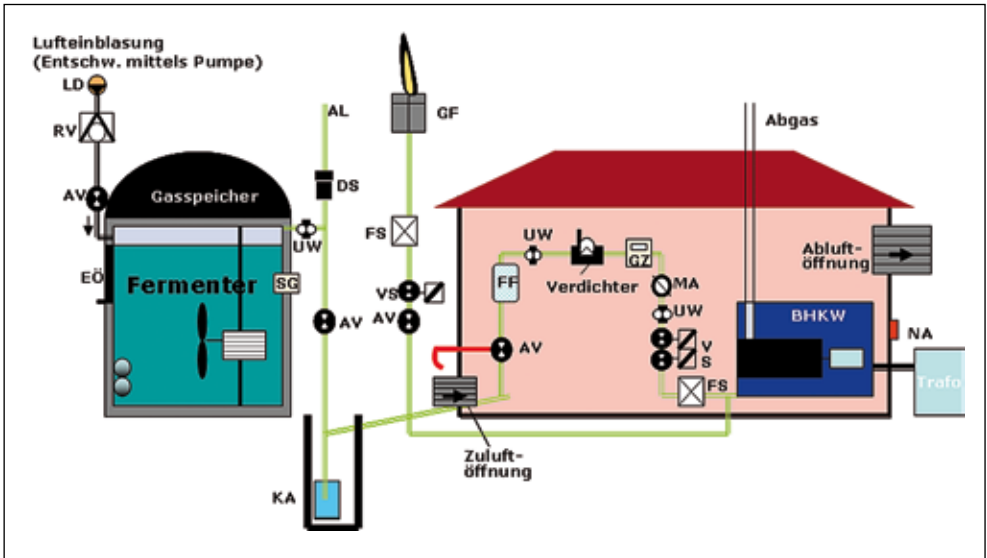
**Explosionsgrenzen:**

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 Gasschema einer Biogasanlage



### Bauteile

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

# 1. Allgemeines

## 1.3 Eigenschaften von Biogas

Biogas besteht im Wesentlichen aus Methan (50 bis 80 Vol%), Kohlendioxid (20 bis 50 Vol%), Schwefelwasserstoff (0,01 bis 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%

	Biogas	Erdgas	Propan	Methan	Wasserstoff
Heizwert (kWh/m <sup>3</sup> )	6	10	26	10	3
Dichte (kg/m <sup>3</sup> )	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
Maximale Flammfortpflanzungsgeschwindigkeit 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 <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	5,7	9,5	23,9	9,5	2,4

## 1.4 Gefährdungsbeurteilung

Grundlage zielgerichteter Arbeits- und Gesundheitschutzmaßnahmen 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.

Rechtsgrundlagen für die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung sind das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) sowie die entsprechenden Verordnungen, z. B.



die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).

Die Gefährdungsbeurteilung muss grundsätzlich ab dem ersten Beschäftigten dokumentiert werden. Für Tätigkeiten mit Gefahr- und Biostoffen und in explosionsgefährdeten Bereichen gilt dies auch für Unternehmer ohne Beschäftigte.

Bestandteil der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV ist das Explosionsschutzdokument. Der Betreiber hat Sorge zu tragen, dass die Gefährdungsbeurteilung und soweit erforderlich auch weitere, mitgeltende Dokumente (z. B. das Explosionsschutzdokument) anlassbezogen (z. B. bei Änderungen an der Anlage oder im Regelwerk, nach Arbeitsunfällen oder Schadenereignissen, vor dem Einsatz von neuen Gefahrstoffen, Arbeitsmitteln oder Fahrzeugen) aktualisiert wird.

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.

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.

## *1.4.1 Gefährdungen in explosionsgefährdeten Bereichen*

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

Teile der Biogasanlage sind überwachungsbedürftige Anlagen i.S.d. BetrSichV (Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sowie ggf. auch Druckanlagen). Verwendet der Arbeitgeber eine überwachungsbedürftige Anlage, gilt die BetrSichV auch für Unternehmer ohne Beschäftigte. Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind die Gesamtheit der explosionsschutzrelevanten Arbeitsmittel einschließlich der Verbindungselemente sowie der explosionsschutzrelevanten Gebäudeteile. Diese sind überwachungsbedürftig, wenn sie Geräte, Schutzsysteme oder Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen im Sinne des Artikels 1 der Richtlinie RL 94/9/EG (ATEX) (ab dem 20.04.2016 gilt die neue RL 2014/34/EU) sind oder beinhalten.

## Beispiele

### **Geräte:**

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

### **Schutzsysteme:**

beispielsweise Flammendurchschlagsicherungen, Druckentlastungsklappen

### **Komponenten:**

Auslöseeinrichtungen für Schutzsysteme wie z. B. Gaswarngeräte

Alle Biogasanlagen müssen dem Stand der Technik entsprechen und unterliegen, unabhängig von der Beschäftigung von Arbeitnehmern, der Prüfpflicht nach den §§ 15 und 16 BetrSichV:

# 1. Allgemeines

	Prüfgegenstand	Prüfintervalle	Prüfer
a)	Prüfung von überwachungsbedürftigen Anlagen vor Inbetriebnahme nach § 15 BetrSichV und nach prüfpflichtigen Änderungen	vor Inbetriebnahme/ nach prüfpflichtigen Änderungen	ZÜS oder befähigte Person nach Pkt 3.3, Anhang 2 BetrSichV
b)	Wiederkehrende Prüfung von überwachungsbedürftigen Anlagen nach § 16 BetrSichV	mindestens alle 6 Jahre	ZÜS oder befähigte Person nach Pkt 3.3, Anhang 2 BetrSichV
c)	Prüfung von Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regeleinrichtungen im Sinne der RL 2014/34/EU nach § 16 BetrSichV mit ihren Verbindungseinrichtungen als Bestandteile einer Anlage im explosionsgefährdeten Bereich und deren Wechselwirkungen mit anderen Anlagenteilen	mindestens alle 3 Jahre	ZÜS oder und behördlich anerkannte befähigte Person nach Pkt 3.1, Anhang 2 BetrSichV; ggf. auch Hersteller nach Instandsetzung
d)	Lüftungsanlagen, Gaswarneinrichtungen und Inertisierungsanlagen	mindestens jährlich	ZÜS oder befähigte Person nach Pkt 3.1, Anhang 2 BetrSichV

Auf die wiederkehrenden Prüfungen nach c) und d) kann verzichtet werden, wenn im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ein Instandhaltungskonzept festgelegt wurde, welches die Sicherheit gleichwertig gewährleistet. Die Wirksamkeit des Instandhaltungskonzeptes (u. a. Organisation für Inspektion, Wartung, Instandsetzung) wird in den Prüfungen a) und b) überprüft.

Die Prüfungen sind durch befähigte Personen durchzuführen. Die Anforderungen an diese sind je nach Prüfung unterschiedlich.

Eine befähigte Person für die Prüfungen a) und b) muss z. B. mindestens nachweislich folgende Voraussetzungen erfüllen:

- einschlägiges Studium, einschlägige Berufsausbildung, vergleichbare technische Qualifikation oder eine andere technische Qualifikation mit langjähriger Erfahrung auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik,
- umfassende Kenntnisse des Explosionsschutzes inkl. des zugehörigen Regelwerkes,

# 1. Allgemeines

- einschlägige Berufserfahrung aus zeitnaher Tätigkeit,
- Kenntnisse zum Explosionsschutz auf aktuellem Stand halten und
- regelmäßige Teilnahme an Erfahrungsaustauschen

Der Arbeitgeber hat auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung die organisatorischen und technischen Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik festzulegen, die zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen vor Brand- und Explosionsgefährdungen erforderlich sind.

## 1.4.2 Gefahrstoffe

Gefahrstoffe gemäß GefStoffV sind Stoffe oder Gemische, die gefährliche Eigenschaften aufweisen. Gefährliche Eigenschaften sind z. B. „gesundheitsschädlich“, „giftig“, „sehr giftig“, „ätzend“, „sensibilisierend“ oder „krebserzeugend“. Gefahrstoffe können fest, flüssig, als Aerosol oder gasförmig auftreten.

### Beispiele:

1. Biogas (u. a. Methan, Schwefelwasserstoff, CO<sub>2</sub>)
2. Zusatz- und Hilfsstoffe

### Typische Gefährdungen:

- Erstickungs- und/oder Vergiftungsgefahr durch Gärgase/Biogas in Annahmebereichen. Freiwerden von sehr giftigen Gasen wie Schwefelwasserstoff im Annahmebereich insbesondere beim Mischen durch Reaktion der Einsatzstoffe.
- Gefährdungen beim Einsatz von Zusatz- und Hilfsstoffen mit gefährlichen Eigenschaften (z. B. krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende Spurenelementmischungen).
- 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.

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.

Vor Annahme von angelieferten Einsatzstoffen sollten Schnelltests durchgeführt werden, mit denen Reaktionen und damit die Entstehung von gegebenenfalls gefährlichen Gasen geprüft werden können.

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 ...),

# 1. Allgemeines

- zu den Transport- und Anlieferungsbedingungen (z. B. Dauer des Transportes, Temperatur, ...) sowie
- zu möglichen Gefahren (z. B. „kann bei Zugabe von Säuren Schwefelwasserstoff freisetzen“).

Sofern das Entstehen gefährlicher Gase, insbesondere  $\text{H}_2\text{S}$ , 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.

## 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

## 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 (Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in der Land- und Forstwirtschaft).

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 (Abfallbehandlungsanlagen).

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

# 1. Allgemeines

## 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. Hierbei sind neben technischen Maßnahmen und Installationen u. a. auch elektrostatische Auf-/Entladungen zu vermeiden (TRBS 2153).

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind beispielsweise folgende Zündquellen zu beachten:

### Zündquelle

Heiße Oberflächen  
Offene Flammen  
Mechanisch erzeugte Funken  
Elektrisch erzeugte Funken  
Exotherme Reaktion  
Blitzschlag  
Elektrostatische Entladungen

### Beispiel

> 500 °C (Turbolader)  
Feuer, Flammen, Glut  
Reiben, Schlagen, Schleifen  
Schaltvorgänge, Wackelkontakt, Ausgleichströme  
Selbstentzündung von Stäuben

Explosionsgefährdungen sind zu ermitteln und zu bewerten. Insbesondere ist zu ermitteln, wo mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g.e.A.) zu rechnen ist. Explosionsgefährdete Bereiche können entsprechend § 6 Abs. 9 i.V.m. Anhang I Nr. 1 GefStoffV in Zonen eingeteilt werden. Dies ermöglicht, die hierfür zugelassenen technischen Arbeitsmittel in diesem Bereich einzusetzen.

### 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 können nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens gefährlicher, explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen eingeteilt werden (Beispiele für die Zoneneinteilung siehe Anhang 11 bzw. Punkt 4.8 DGUV Regel 113-001).

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.*

### **Zone 1**

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

### **Zone 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

#### **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.

#### **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.

#### **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 je-

wenig 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
- Gasfackel

Für den Betrieb verschiedener Betriebsmittel, Geräte, etc. hat der Betreiber Betriebsanweisungen zu erstellen, wobei die Inhalte der Betriebsanleitungen und Gefährdungen, die sich aus der Einbausituation ergeben, zu berücksichtigen sind. Besondere Betriebszustände wie das An- und Abfahren der Anlage können über Arbeitsanweisungen geregelt werden (siehe Anhang 1 und 6). Die Beschäftigten sind z. B. anhand der Betriebs- oder Arbeitsanweisungen 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 Betriebs- oder Arbeitsanweisungen 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 Standfestigkeit

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 Potentialausgleich

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

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

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 DGUV Regel 109-002 und DGUV Regel 103-003.*

#### 2.1.5 Anschlussstellen in Gasleitungen

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.

Bezüglich der Ausrüstung mit Feuerlöschern wird auf Arbeitsstättenrichtlinie A 2.2 – „Maßnahmen gegen Brände“ hingewiesen. Weitergehende Brandschutzmaßnahmen sind mit der regional und fachlich zuständigen Feuerwehrstelle abzustimmen.

### 2.1.6 Brandschutz

## 2.2 Gärbehälter/ Fermenter

Die Wärmedämmung von Gärbehältern muss mindestens normal entflammbar, z. B. B 2 nach 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 nach DIN 4102, sein.

### 2.2.1 Wärmedämmung

*Hinweis:*

*Siehe auch DIN EN 13501.*

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.

### 2.2.2 Einstiegöffnungen

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

### 2.2.3 Rührwerke

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.

### 2.2.4 Sicherheitseinrichtungen

## 2. Anlagenteile

### 2.2.5 Befüllöffnungen/ Stopfschnecke

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.

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  $\leq 20$  cm
- selbstschließende Klappen bei senkrechten Öffnungen
- Einspülrinnen, bei denen senkrechte Öffnungen verdeckt sind

Erfolgt die Befüllung des Gärbehälters mittels Stopfschnecke, so muss bei Betrachtung aller Betriebszustände eine ausreichende Tauchung vorhanden sein, um einen möglichen Gasaustritt zu verhindern, die Tauchung muss mindestens dem fünffachen 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 in Gebäuden muss diese mit einer raumlufttechnische Anlage ausgerüstet sein.

Die Einbringung flüssiger Substrate muss über Schlauch-/Rohrleitungen erfolgen, so dass keine Gase in das Gebäude austreten können. Be- und Entlüftungen des Vorlagebehälters müssen über eine geschlossene Leitung in einem sicheren Bereich enden.

Vorlagen für feste Substrate in Gebäuden müssen mit einer geeigneten (z. B. Ex-geschützt) Absaugeinrichtungen mit mind. 5-fachem Luftwechsel und Strömungsüberwachung mit Alarmierung bei Ausfall ausgestattet sein. Die Einrichtung zur Abführung der Gase muss zwangsläufig während der Befüllung eingeschaltet werden. Öffnungen des Vorlagebehälters dürfen nur während des Befüllvorgangs geöffnet sein.

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  $H_2S$ , gewarnt wird.

## 2. Anlagenteile

### 2.2.7 Diskontinuierliche Vergärung (z. B. Batch)

Beim Beschicken und der Entnahme 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 Gasspeicher

### 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
- Durchlässigkeit bezogen auf Methan < 1000 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> x d x bar)
- Temperaturbeständigkeit für den Anwendungsfall (mesophiler, thermophiler Vergärungsprozess)
- Gasspeicher sind vor Inbetriebnahme auf Dichtigkeit zu prüfen (Anhang 15).



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

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 <sup>3</sup>	700 cm <sup>2</sup>
bis	200 m <sup>3</sup>	1 000 cm <sup>2</sup>
über	200 m <sup>3</sup>	2 000 cm <sup>2</sup>

Türen müssen nach außen aufschlagen und abschließbar sein.

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 7,5 m) oder Verkehrswegen von mindestens 6 m vorzusehen. Bei einer Gebäudehöhe > 7,5 m (Gaslager oder nicht zur Anlage gehörendes Gebäude) gilt

$$0,4 \times H1 + 3 \text{ m};$$

bei zwei Gebäudehöhen (Gaslager und nicht zur Anlage gehörendes Gebäude) über 7,5 m 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).

### 2.4.2 Sicherheitseinrichtungen

### 2.4.3 Be- und Entlüftung von Gaslagerräumen

### 2.4.4 Türen

### 2.4.5 Schutzabstände

## 2. Anlagenteile

### 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 nicht zur Biogasanlage gehörenden 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.
- dürfen keine Fahrzeuge abgestellt werden (eingeschränktes Halteverbot).
- 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.

Bereiche, in denen Schutzabstände einzuhalten sind, ggf. auch die Zugänge zu Gaslagern, sind entsprechend ASR A 1.3 zu kennzeichnen.

### 2.4.5.4 Kennzeichnung

#### Beispiele für die Kennzeichnung



P003 – Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten



D-P006 – Zutritt für Unbefugte verboten

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 Anfahrerschutz, nicht befahrbare Bereiche, Abschränkung oder Einhaltung eines Schutzabstands, zu schützen.

### 2.4.6 Mechanische Gefährdungen

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 Umweh rung, 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 fehlersicher auszuführen, sofern diese nicht durch ein redundant 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), Sicherheitsabschaltung, 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 Gasarmaturen außerhalb des BHKW-Aufstellraumes
- 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 Einbringsystem (z. B. Vgrube, 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 Gasreinigung

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.

Die Luftdosierpumpe ist so einzustellen, dass sie höchstens einen Volumenstrom von 6 Prozent 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. Zwischen Rückschlagsicherung und Gasraum dürfen keine weiteren Armaturen außer einer Absperrereinrichtung angebracht sein. Der Zwischenraum zwischen Rückstromsicherung und Dosierpumpe muss bei deren Stillstand nach außen in einen sicheren Bereich entspannt werden, wenn die Gefahr des Gasaustritts in einen Raum besteht.

*2.6.1 Entschwefelung mit eisenhaltigen Massen oder Aktivkohle*

*2.6.2 Entschwefelung durch Luftzugabe in Gasräume von Gärbehältern*

### 2.7 Gasleitungen

#### 2.7.1 Ausführung und Material

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

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 Allgemeines

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 und, falls erforderlich, vor UV-Strahlung 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.*

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

*2.7.3 Schutz vor mechanischer Beschädigung*

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

*2.7.4 Frostsicherheit*

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

*2.7.5 Anschlussleitungen*

Rohrleitungen sind gemäß DIN 2403 entsprechend dem Durchflussstoff und der Fließrichtung zu kennzeichnen. Markierfarbe: gelb.

*2.7.6 Kennzeichnung*

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

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

*2.7.7 Zum BHKW gehörende gasführende Verbindungsteile*

## 2. Anlagenteile

### 2.8 Armaturen, Sicherheitseinrichtungen und gasbeaufschlagte Anlagenteile

#### 2.8.1 *Allgemeines*

Armaturen, Sicherheitseinrichtungen und gasbeaufschlagte Anlagenteile sind entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik frostsicher einzubauen und auf Dichtigkeit zu prüfen. Hinsichtlich der Dichtigkeit 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 *Zulassung*

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

#### 2.8.3 *Bedienung*

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 *Zugänglichkeit und Sperrflüssigkeit*

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. Fest angebrachte Steigeisen sind nicht zulässig, es sei denn der Kondensatschacht ist zwangsbelüftet (siehe auch DGUV Regel 113-004).

Druckvorlagen mit Sperrflüssigkeit sind so auszuführen, dass beim Ansprechen die Sperrflüssigkeit nicht austreten kann, sondern selbsttätig wieder zurückfließt.

Die Füllhöhe der Flüssigkeitsvorlage entspricht mindestens einem Druck von 20 hPa (200 mm Wassersäule bzw. 20



mbar) über dem maximalen Ansprechdruck von Sicherheitseinrichtungen und wird messtechnisch überwacht.

Vor Gasverbrauchseinrichtungen, wie Gasfackeln, Heizkesseln und Blockheizkraftwerken, müssen Flammendurchschlagsicherungen möglichst nahe am Verbraucher entsprechend den Herstellerangaben eingebaut werden.

Das Beispiel zum Gasschema (1.2) ist zu beachten.

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 bzw. der Substrat- oder Gärproduktentnahme und eine Störmeldung erfolgt. Die Gasbehälter müssen einzeln und gegeneinander absperrbar sein.

Die Überdruck- und Unterdrucksicherungen innerhalb der Anlage sind so auszuführen, anzuordnen, zu überwachen und zu warten 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.

### *2.8.5 Flammendurchschlagsichere Einrichtungen*

### *2.8.6 Anordnung und Ausführung*

#### *2.8.6.1 Sicherheitseinrichtungen, Überdruck-/Unterdrucksicherung*

## 2. Anlagenteile

In der Arbeits- bzw. Betriebsanweisung 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 Abblaseleitungen der Überdruck-/ Unterdrucksicherung

Das bei Überdruck im Anforderungsfall austretende Gas muss gefahrlos und entweder nach oben oder seitlich abgeleitet werden. Die Abblaseleitungen der Über- und Unterdrucksicherung müssen mindestens 3 m über dem Boden bzw. der Bedienebene münden und

- 1 m über Dach oder den Behälterrand münden oder
- mindestens 5 m von Gebäuden und öffentlichen Verkehrswegen entfernt sein.

Um die Mündung der Abblaseleitung ist je nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens einer g.e.A. eine Ex-Zone auszuweisen. Auf die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen wird hingewiesen. Die Abgase der Gasfackel müssen über Dach mit freier Abströmung 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 2.4.5.3)

### 3. Aufstellräume

Kann in Aufstellräumen, die gasführende Anlagenteile enthalten, wie z.B. Rohrleitungen, Verdichter, Gasanalyse oder gasbeaufschlagte Teile im BHKW-Aufstellraum, keine auf Dauer technische Dichtheit sämtlicher gasführenden Anlagenteile sichergestellt werden, sind Zündquellen zu vermeiden und gegebenenfalls Explosionsschutzzonen auszuweisen. Durch weitere Maßnahmen wie eine Zwangslüftung mit Überwachung des Luftstroms oder eine Gaswarneinrichtung (GWE) mit gekoppelter Lüftung können in Aufstellräumen Explosionsschutzzonen eingeschränkt bzw. verhindert werden (vgl. DGUV-R 113-001).

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 muss direkt ins Freie abgeleitet werden.

#### 3.1 Allgemeines

#### 3.2 Lüftung

# 3. Aufstellräume

*Hinweis für BHKW-Aufstellräume:  
Der freie Mindestquerschnitt „A“ der Zuluft-/Abluftöffnung ergibt sich jeweils aus der Gleichung mit*

<b>A = 10 P + 175</b>	<b>A = freier Querschnitt, cm<sup>2</sup></b>
	<b>P = maximale vom Generator angegebene elektrische Leistung, kW</b>
	<b>Beispiel: 22 kW el = 395 cm<sup>2</sup> 30 kW el = 475 cm<sup>2</sup></b>

## 3.3 Gasanalyse

Es ist nachweislich sicherzustellen, dass durch die Gasanalyse keine gefährliche Gaskonzentration entstehen kann. Das Gas ist ins Freie abzuführen oder es ist eine Zwangslüftung mit einem Mindestluftwechsel zu installieren, der eine ausreichende Verdünnung maximal möglicher Gasmengen bewirkt oder die Gasanlage ist in den BHKW-Aufstellraum umzusetzen.

## 3.4 Räume, in die Gas eindringen kann

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.

## 3.5 Gasfeuerungen

Für Aufstellräume von Heizkesseln gelten die Technischen Regeln für Gasinstallationen (siehe Anhang 13). Auf die Feuerungsverordnungen der Länder wird hingewiesen.

### 3.6 Blockheizkraftwerke (BHKW)

#### 3.6.1 Aufstellung in Nebengebäuden ohne Aufenthaltsräume

Aufstellräume 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.

##### 3.6.1.1 Zugänglichkeit

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

##### 3.6.1.2 Bodenabläufe

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.

##### 3.6.1.3 Ausschalter

Die Gaszufuhr zum Blockheizkraftwerk muss im Freien möglichst nahe am BHKW-Raum außerhalb des Aufstellungsraumes absperrbar sein. Die Auf- und Zu-Position muss gekennzeichnet sein. Die gleichen Anforderungen gelten auch für elektrisch betriebene Absperrventile.

##### 3.6.1.4 Abschaltung der Gaszufuhr

Der mögliche Gasaustritt von CH<sub>4</sub>-Gemischen im Maschinenraum wird durch eine Raumluftüberwachung sicherheitstechnisch mit folgenden sicherheitsgerichteten Funktionen überwacht und verriegelt, z. B. Alarmschwelle 20 % der UEG (0,9 Vol % CH<sub>4</sub>) in der Raumluft mit den Folgehandlungen:

##### 3.6.1.5 Raumluftüberwachung

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

# 3. Aufstellräume

Bei z. B. 40 % der UEG (1,8 Vol % CH<sub>4</sub>) in der Raumluft mit den Folgehandlungen:

- optische und akustische Warnung,
- Zu- oder Ablüftung auf 100 % Leistung und
- automatisches Schließen der Gaszufuhr außerhalb des Aufstellungsraumes.

Die GWE wird auch bei Überschreitung der 2. Alarmschwelle weiter betrieben, d. h. nicht abgeschaltet.

## 3.6.1.6 Absperrventile

In der Gasleitung sind vor jedem Motorenaggregat zwei Absperrventile einzubauen, die bei Stillstand des Motors selbsttätig schließen. Die Dichtheit des Zwischenraums ist regelmäßig zu überprüfen. Sofern die Zuführungsleitung zum Motor auch bei stillstehendem Motor ständig mit Vordruck > 5 mbar betrieben wird, ist eine automatische Zwischenraumüberwachung erforderlich.

## 3.6.2 Aufstellung in nicht zur Anlage gehörenden Gebäuden

Die Bestimmungen der Abschnitte 3.2.1.1 bis 3.2.1.6 gelten entsprechend.

### 3.6.2.1 Ausführung

Wände und Stützen sowie Decken über und unter den Aufstellräumen müssen mindestens feuerbeständig, F90 A DIN 4102, bzw. den entsprechenden Anforderungen der DIN EN 13501 entsprechen und aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen. Verkleidungen und Dämmschichten aus brennbaren Baustoffen dürfen für Wände, Decken und Stützen nicht verwendet werden.

### 3.6.2.2 Türen

Türen in feuerbeständigen Wänden müssen mindestens feuerhemmend, T 30 DIN 4102, und selbstschließend sein; dies gilt nicht für Türen, die ins Freie führen.

### 3.6.2.3 Durchführungen

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 nicht-brennbaren formbeständigen Baustoffen auszufüllen.

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.

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

Die Auswerteeinheiten müssen außerhalb des zu überwachenden Raumes installiert werden. Die Installation sollte in einem Nebenraum erfolgen, in den Gasgemische aus dem zu überwachenden Bereich nicht eintreten können und in dem auch selbst keine gefährlichen Gase freigesetzt werden können.

Die Wartung der GWE muss gemäß Herstellerangaben erfolgen. Gaswarnanlagen sind nach BetrSichV regelmäßig, mindestens jährlich prüfen zu lassen.

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

### 3.7 Gaswarneinrichtungen (GWE)

## 4. Betrieb

Zur Inbetriebnahme sollte eine Arbeits- bzw. Betriebsanweisung vorhanden sein (siehe Muster Anhang 1). Die Herstellerangaben sind zu beachten. Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgt durch die jeweiligen Fachhandwerker (siehe Anhang 2).

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

Für jede Biogasanlage muss mindestens eine verantwortliche Person sowie ein Vertreter die Fachkunde gemäß TRGS 529 nachweisen können.

Die Arbeits- und Betriebsanweisungen mit Sicherheitshinweisen sind zu beachten (siehe Anhang).

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 z. B. die Maßnahmen entsprechend der Anhänge 5 und 6 zu treffen.



## Muster

### Arbeitsanweisung für die Inbetriebnahme/ Wiederinbetriebnahme einer Biogasanlage

Das Inbetriebnehmen 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 Arbeits- und 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

## Muster

Prüfbescheinigung für Biogas-Folienspeicher siehe auch Anhang 15

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

### Folienspeicher

Hersteller:	Firma:
Werkstoff:	
Dimension:	
Gasdichtigkeit:	für Methan: cm <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> , d, bar
Festigkeit:	Reißfestigkeit: N/5 cm Zugfestigkeit: N/5 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:	

<b>Rohrleitung</b>	im BHKW-Raum	im Erdreich
Hersteller:		
Werkstoff:		
Dimension:		
Festigkeit:		
Rohrverbindungen:		
Dichtungen:		

### Dichtheitsprüfung

Prüfstrecke von - bis	
Prüfverfahren:	nach den Technischen Regeln für Gasinstallation DVGW-TRGI 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

## Muster

### Arbeitsanweisung für eine Biogasanlage im Normalbetrieb (siehe Abschnitt 1.5)

Unabhängig von dieser Musterarbeitsanweisung 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 11) 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 Entschwefelungs-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 Gasabsperrventile auf Dichtheit prüfen
- Überprüfung und ggf. Reinigung der Ansaugöffnungen von Elektromotoren/Gebläsen

**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
- elektrostatische Auf-/Entladung

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. Betriebs-einrichtungen sind zuverlässig gegen Einschalten zu sichern. Für ausreichende Belüftung ist zu sorgen. Bei unzureichender Belüftung besteht Erstickungs-, Brand- und Explosionsgefahr.

## Muster

### Betriebsprotokoll (Beispiel)

Datum	Gaszähler Stand [m³]	Gasver- brauch [m³/Tag]	Betriebs- Stunden [h]	Strom- zähler- stand [kWh]	Gärtemp. [°C]	Substrat- zufuhr [m³]	War- tungs- arbeiten	Besondere Vorkomm- nisse

## Muster

### Arbeitsanweisung für eine Biogasanlage bei Störungen

Unabhängig von dieser Musterarbeitsanweisung 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 Freimessen und mit ausreichender Belüftung bei Mitnahme einer zweiten Person (die in der Nähe der Speicheröffnung bleibt) und Sicherung z.B. mit Rettungsgürt und Rettungsgurt

#### Heizung, heiß gelaufene Maschinen und Teile, heiß gewordene 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.**

## Muster









### Arbeitsanweisung 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 Arbeitsanweisung 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.



**Diese MUSTER-Betriebsanweisung ist an die betrieblichen Verhältnisse anzupassen!**

<b>Betriebsanweisung</b>		Betrieb: ...
nach <b>GefStoffV</b> u. <b>VSG 4.5</b>		
Arbeitsplatz:		
Tätigkeitsbereich: <b>Lagerung/ Vermischung von Bioabfällen</b>		
<b>GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG</b>		
<b>Gärsubstrat</b>		
<b>GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT</b>		
 <b>Gefahr</b>	<p>Bei der Lagerung und Vermischung von Gärsubstraten (z.B. Gülle, Festmist, nachwachsende Rohstoffe, tierische Nebenprodukte, Bioabfälle) kann durch Hydrolyse- bzw. Vergärungsprozesse bereits Biogas entstehen. Es treten folgende Gefährdungen auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lebensgefahr durch Schwefelwasserstoff-Vergiftung</li> <li>– Erstickungsgefahr durch Kohlendioxid</li> <li>– Explosionsgefahr durch Methan bzw. Wasserstoff</li> <li>– Vergiftungsgefahr durch Ammoniak bzw. Schwefelwasserstoff.</li> </ul> <p>Gärsubstrate können biologische Arbeitsstoffe (z. B. Schimmelpilze, Bakterien, Viren) enthalten. Durch diese können allergische Reaktionen oder Infektionskrankheiten ausgelöst werden.</p> <p>Die Aufnahme ist über folgende Wege möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lunge (z.B. beim Einatmen von Aerosolen)</li> <li>– Mund, Magen, Darm (z.B. durch mangelnde Hygiene beim Verzehr von Lebensmitteln, Rauchen)</li> <li>– Haut (z.B. bei Schürfwunden oder Schnittverletzungen, vorgeschädigte Haut).</li> </ul> <p>Mikroorganismen können über verschmutzte Arbeitsmittel, Arbeitskleidung etc. in nicht kontaminierte Bereiche verschleppt werden.</p>	
<b>SCHUTZMAßNAHMEN UND VERHALTENSREGELN</b>		
	<p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschlossene Arbeitskleidung und persönliche Schutzausrüstung tragen.</li> <li>• Nicht Essen, Trinken oder Rauchen! Einatmen von Dämpfen und Aerosolen vermeiden!</li> <li>• Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden.</li> <li>• Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände und andere verschmutzte Körperstellen gründlich reinigen.</li> <li>• Bei Spritzgefahr Augenschutz (Gestellbrille) und geeignete Schutzhandschuhe tragen!</li> </ul> <p>Zusätzlich beim Betreten von Gebäuden, Gruben oder Behältern:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vor dem Einstieg freimesse!</li> <li>• Kontinuierliche technische Lüftung. Nur mit Schutzausrüstung (umgebungs-luftunabhängigem Atemschutz, Sicherungsseil, Sicherung durch 2 Personen) in Gruben/ Behälter einsteigen!</li> </ul> <p>Vermeidung von Zündquellen (keine elektrische Zündquellen, kein Rauchen oder offenes Feuer, keine Schweiß- oder Schneidarbeiten durchführen, keine Lichtprobe).</p>	 
<b>VERHALTEN BEI UNFÄLLEN</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarm-, Flucht- und Rettungspläne beachten.</li> <li>• Auch bei Löscharbeiten mit Wasserstrahl Selbstschutz beachten.</li> </ul>	
<b>ERSTE HILFE</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme Selbstschutz beachten.</li> <li>• <b>Nach Einatmen:</b> Frischluft! Bei Bewusstlosigkeit Atemwege freihalten, falls nötig Herz-Lungen Wiederbelebung!</li> <li>• Sofort Arzt hinzuziehen!</li> <li>• Arzt auf mögliche Vergiftung durch Schwefelwasserstoff hinweisen!</li> </ul> <p>• Ersthelfer: ..... Arzt: .....</p>	
<b>Giftinformationszentrum: 0228/ 19240 Notruf: 112</b>		
<b>SACHGERECHTE ENTSORGUNG</b>		
Nicht in die Kanalisation gelangen lassen.		
Datum: .....201.... Unterschrift des Unternehmers: .....		

Sozialversicherung Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau

Betriebsanweisung zu g.a.n.g.l.i.c.h. -a.u.t.o.w.a.h.r.e.i.n.g.

Stand: 04/2015

## Muster

*Diese MUSTER-Betriebsanweisung ist an die betrieblichen Verhältnisse anzupassen!*

<b>Betriebsanweisung</b> nach <b>GefStoffV</b> u. <b>VSG 4.5</b>		Betrieb: ...
Arbeitsplatz: Tätigkeitsbereich:      Arbeiten in Bereichen, in denen Biogase vorhanden sein können		
<b>GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG</b>		
<b>Biogase</b> (u.a. Schwefelwasserstoff, Methan, Kohlendioxid, Ammoniak)		
<b>GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einatmen kann zu Gesundheitsschäden führen. Kann Atemwege und Augen reizen.</li> <li>Vorübergehend sind Schwindel, Benommenheit, Kopfschmerz, Übelkeit möglich.</li> <li>Kann Atemnot, Lungenödem, Nervenschäden, Herzrhythmusstörungen verursachen.</li> <li>Bleibende Gesundheitsschäden sind möglich. Es droht Erstickenungsgefahr.</li> <li>Je nach Schwefelwasserstoffgehalt sind akute schwere Vergiftungen mit Gefahr von Bewusstlosigkeit und Tod möglich.</li> <li>Biogas ist je nach Zusammensetzung geringfügig leichter oder schwerer als Luft und kann mit Sauerstoff eine explosionsfähige Atmosphäre bilden. Bei Vorhandensein von Zündquellen besteht Explosionsgefahr! Produkt ist entzündlich.</li> </ul>	
<b>SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Räume so belüften, dass kein Sauerstoffmangel oder eine gefährliche Gaskonzentration entstehen können.</li> <li>Bei manueller Steuerung: Rühr- bzw. Mischintervalle im Gärbehälter so wählen, dass keine Schwimmdecke oder Sinkschicht entsteht.</li> <li>Regelmäßige Gasmagnetventile und Zwischenräume der selbstschließenden Gasabsperrventile auf Funktion, Dichtheit und Verschmutzung prüfen.</li> <li>Zündquellen vermeiden (z.B. nicht Rauchen, keine Arbeit mit Funken erzeugenden Werkzeugen, Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen ergreifen, für Potentialausgleich sorgen).</li> <li>Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen nur nach Freimessung, Feuerarbeiten nur mit schriftlicher Erlaubnis durchführen.</li> <li>Nicht rauchen, essen oder trinken. Einatmen von Dämpfen vermeiden. Hautkontakt meiden.</li> <li>Straßenbekleidung getrennt von Arbeitsbekleidung aufbewahren.</li> <li>Beschäftigungsbeschränkungen beachten.</li> </ul>	  
<b>VERHALTEN BEI UNFÄLLEN</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gefahrenbereiche räumen und absperren, Vorgesetzte informieren.</li> <li>Wenn ohne Risiken möglich, Gaszufuhr absperren oder Leckage schließen.</li> <li>Bei Schadensbeseitigung, wenn ausreichende Belüftung nicht möglich ist, stets umgebungs-luftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.</li> <li>Bei Entstehungsbrand: Tragbaren ABC-Pulverlöscher einsetzen.</li> <li>Erst Leck schließen, dann löschen! Ansonsten kann eine explosionsfähige Wolke entstehen.</li> <li>Rauchgasentstehung bei Brand! Deshalb Behälter/ Umgebung mit Sprühwasser kühlen.</li> <li>Bei Erwärmung besteht Berst- und Explosionsgefahr.</li> </ul>	
<b>ERSTE HILFE</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme Selbstschutz beachten.</li> <li>Verletzten aus dem Gefahrenbereich bringen.</li> <li>Lebensrettende Sofortmaßnahmen müssen situationsabhängig durchgeführt werden.</li> <li><b>Nach Einatmen:</b> Frischluft! Bei Bewusstlosigkeit Atemwege freihalten.</li> <li>Ersthelfer: ..... Arzt: .....</li> </ul> <p style="margin: 0;"><b>Giftinformationszentrum: 0228/ 19240      Notruf: 112</b></p>	
<b>SACHGERECHTE ENTSORGUNG</b>		
Im Störfall oder bei zu großer Produktion muss Biogas über eine redundante Gasverbrauchseinrichtung (z. B. Gasfackel) verbrannt werden.		
Datum: .....201....	Unterschrift des Unternehmers: .....	
Stand: 04/2015		

Sozialversicherung Landwirtschaft Forsten und Gartenbau

Betriebsanweisung ZUGBUNDLICH aufbewahren!

**Diese MUSTER-Betriebsanweisung ist an die betrieblichen Verhältnisse anzupassen!**

<b>Betriebsanweisung</b> <span style="float: right;">Betrieb: ...</span> nach <b>GefStoffV</b> u. <b>VSG 4.5</b> Arbeitsbereich: <b>„Einsatz von nickel- und cobalthaltigen Spurenelementmischungen in Biogasanlagen“</b>	
<b>GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG</b>	
<b>Karzinogene, keimzellenmutagene, reproduktionstoxische und sensibilisierende Gemische</b>	
<b>GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT</b>	
<b>Gefahr</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und bei Hautkontakt!</li> <li>Kann bei Einatmen Krebs erzeugen.</li> <li>Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen.</li> <li>Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome, Atembeschwerden verursachen.</li> <li>Kann allergische Hautreaktionen verursachen.</li> <li>Verursacht schwere Hautreizungen und Augenschäden.</li> <li>Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition durch Einatmen.</li> <li>Giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.</li> <li>Reaktionen mit Alkalien. Setzt bei Kontakt mit Säuren giftige Gase frei!</li> </ul>
<b>SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN</b>	
	Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln richten sich grundsätzlich nach den Inhalten des produktspezifischen Sicherheitsdatenblattes bzw. den Angaben der Produktinformation des jeweiligen Präparates. <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Augenschutz:</b> Schutzbrille mit Seitenschutz verwenden.</li> <li><b>Atemschutz:</b> Mindestens FFP3-Maske oder P3-Maske verwenden.</li> <li><b>Handschutz:</b> Geeignete Chemikalienschutzhandschuhe verwenden.</li> <li><b>Körperschutz:</b> Geeigneten Chemikalienschutzanzug verwenden.</li> </ul> Unter Verschluss aufbewahren. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. Von Nahrungsmitteln und Getränken und Futtermitteln fernhalten. Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort wechseln. Kontakt vermeiden; nur im geschlossenen System verwenden. Bei der Arbeit nicht essen, trinken oder rauchen. Krebsserregende Gefahrstoffe sind nur Fachkundigen zugänglich und werden nur von diesen verwendet! → Weitere Einzelheiten vom Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt!
<b>VERHALTEN BEI UNFÄLLEN</b>	
<b>Bei Brand:</b> Umgebungsluft unabhängiges Atemschutzgerät verwenden. Brandrückstände und kontaminiertes Löschwasser sind entsprechend den behördlichen Vorschriften zu entsorgen. <b>Bei Freisetzung:</b> Persönliche Schutzausrüstung verwenden. Für ausreichende Lüftung sorgen. Mit Chemikalien-Bindemittel aufnehmen u. in geschlossene Behälter füllen. <b>STAUBENDES MATERIAL nicht kehren!</b> Material sachgerecht entsorgen!	
<b>ERSTE HILFE – NOTRUF 112</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Nach Einatmen:</b> Für Frischluft sorgen.</li> <li><b>Nach Hautkontakt:</b> Mit Seife/ Wasser waschen. Bei Hautreizung Arzt aufsuchen.</li> <li><b>Nach Augenkontakt:</b> Einige Minuten behutsam mit Wasser ausspülen.</li> <li><b>Nach Verschlucken:</b> Mund ausspülen und reichlich Wasser trinken.</li> <li><b>In jedem dieser Fälle:</b> Sofort ärztlichen Rat einholen!</li> </ul> <p>Ersthelfer: ..... Arzt: .....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Giftinformationszentrum: 0228/ 19240</b></li> </ul>
<b>SACHGERECHTE ENTSORGUNG</b>	
Als gefährlichen Abfall entsorgen (siehe Hinweis Abschnitt 13 im Sicherheitsdatenblatt). Nicht kontaminierte Verpackungen können einem Recycling zugeführt werden. Nicht reinigungsfähige Verpackungen sind wie der Verpackungsinhalt (Gemisch) zu entsorgen.	
Datum: .....201....      Unterschrift des Unternehmers: .....	
Stand: 05/2015	

Sozialversicherung Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau

Betriebsanweisung zuzugänglich aufbewahren

## Muster

### 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.
11. Lagerort, -menge und Art von Gefahrstoffen.

## Beispiele Zoneneinteilung

Die Beispielsammlung EX RL der DGUV Regel 113-001 Punkt 4.8 gibt umfangreiche Hilfestellung zur Einteilung von Ex-Zonen. Dennoch hängt die Beurteilung, ob und mit welcher Häufigkeit und Dauer eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) auftreten kann, von den gegebenen Umständen ab und muss sich stets auf den vorliegenden Einzelfall beziehen. Bei Abweichungen von den in der EX-RL – Beispielsammlung angegebenen Voraussetzungen ist in der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob Änderungen der Zone bzw. deren Ausdehnung erforderlich sind.

Die Spalte 4 „Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 2“ der Beispielsammlung gibt Maßnahmen an, die eine g. e. A. verhindern oder einschränken.

### Auszug aus TRBS 2152 Teil 2:

#### 2.3 Vermeiden von g.e.A. im Inneren von Anlagen und Anlagenteilen

- 2.3.2 Konzentrationsbegrenzung
- 2.3.3 Inertisierung
- 2.3.4 Vermeidung von g.e.A. durch Druckabsenkung

#### 2.4 Vermeiden von g.e.A. in der Umgebung von Anlagen und Anlagenteilen

- 2.4.2 Verfahrenstechnische Maßnahmen, Bauart und räumliche Anordnung
- 2.4.3 Dichtheit von Anlagenteilen
  - 2.4.3.2 Auf Dauer technisch dichte Anlagenteile
  - 2.4.3.3 Technisch dichte Anlagenteile
  - 2.4.3.4 Verringern betriebsbedingter Austritte brennbarer Stoffe
  - 2.4.3.5 Prüfen der Anlagenteile auf Dichtheit
- 2.4.4 Lüftungsmaßnahmen
  - 2.4.4.2 Natürliche Lüftung
  - 2.4.4.3 Technische Lüftung (Raumlüftung)
  - 2.4.4.4 Objektabsaugung

#### 2.5 Überwachung der Konzentration in der Umgebung

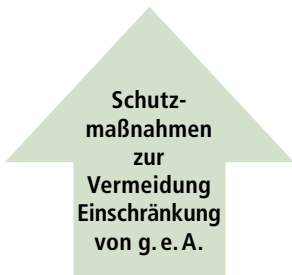
## Auszug aus der DGUV Regel 113-001 Punkt 4.8

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)
4.8.9	Umgebung der Gasüberdruck- sicherung – GÜD – im Freien	Austrittsstelle der GÜD ist mindes- tens 3 m über Bedienstandplatz (Begehungsebene) und 1 m über Behälteroberkante mit einer Ab- blaseleistung bis 250 m <sup>3</sup> /h, freies gefährloses Abströmen nach oben oder seitlich. Die GÜD wird zur Sicherstellung der Funktion regelmäßig (z. B. täg- lich) überprüft.
zu 4.8.9	(Umgebung der Gasüberdruck- sicherung – GÜD – im Freien)	a) Die gemäß EEG vorhandene zusätzliche Gasverbrauchse- inrichtung, z. B. Fackel, hat mindestens die Kapazität wie die maximale Gasproduktions- rate der Biogasanlage. Die GÜD spricht daher nur in sehr seltenen Fällen an. Für den Fall des Ansprechens sind Bereiche mit möglicher Gefährdung nach TRGS 407 festzulegen.

**Komponenten  
und  
Aufstell-  
situation**

**Varianten**

Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 2	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRBS 2152 Teil 3	Schutzmaßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
2.4.2	keine Zone	keine



## Dichtheit von Anlagenteilen (siehe TRBS 2152 Teil 2 Abschnitt 2.4.3)

### 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.

(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 ( $\Delta t > 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 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.

(9) Für die Überwachung kann eine der folgenden Maßnahmen ausreichend sein:

1. Begehung der Anlage und Kontrolle z. B. auf Schlieren, Eisbildung, Geruch und Geräusche infolge Undichtheiten,
2. Begehung der Anlage mit mobilen Leckanzeigegeräten oder tragbaren Gaswarneinrichtungen,
3. kontinuierliche oder periodische Überwachung der Atmosphäre durch selbsttätig arbeitende, fest installierte Messgeräte mit Warnfunktion.

## 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. 1.1, 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 Vollslauchsystem 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.

## 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
- VSG 2.1      Arbeitsstätten, bauliche Anlagen und Einrichtungen
- VSG 2.2      Lagerstätten
- VSG 2.8      Güllelagerung, Gruben, Kanäle und Brunnen

**Bezugsquelle:** Die VSGen können bei der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft angefordert werden (siehe Rückseite dieser Broschüre).  
Alle Informationen sind auch auf der Internetseite [www.svlfg.de](http://www.svlfg.de) zu finden.

### Verordnungen:

Verordnungen über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV).

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)

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

### Regelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV):

- DGUV Regel 113-001      Explosionsschutz-Regeln (bisher BGR 104)
- DGUV Regel 113-004      Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen (BGR 117)
- DGUV Regel 109-002      Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen (bisher BGR 121)

DGUV Regel 103-003	Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen (bisher BGR 126)
DGUV Information 203-081	Arbeiten an Rohbiogasleitungen
DGUV Information 213-056	Gaswarneinrichtungen für toxische Gase/Dämpfe und Sauerstoff Einsatz und Betrieb
DGUV Information 213-057	(bisher T 023/BGI 518) Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb
T 055 (BGI/GUV-I 8617)	Mess- und Warngeräte für den Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen

**Bezugsquelle:** Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln oder auf der Internetseite der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

## **Staatliche Regeln:**

Technische Regel für Arbeitsstätten A 2.2 Maßnahmen gegen Brände

TRGS 529	Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas
TRBS 2152/TRGS 720	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines
TRBS 2152-1/TRGS 721	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
TRBS 2152-2/TRGS 722	Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
TRBS 2153	Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
TRBA 214	Abfallbehandlungsanlagen
TRBA 230	Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in der Land- und Forstwirtschaft und bei vergleichbaren Tätigkeiten
TRBA 500	Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen

**Bezugsquelle:** [www.baua.de](http://www.baua.de)

## Informationen der Sachversicherer:

VdS 3470 Biogasanlagen

**Bezugsquelle:** VdS Schadenverhütung Verlag, Amsterdamer Straße 174, 50735 Köln, [www.vds.de](http://www.vds.de)

## Arbeitshilfen des Fachverbandes Biogas e.V., [www.biogas.org](http://www.biogas.org)

### Normen:

- DIN 2403 Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff
- DIN EN 12007-1 Gasinfrastruktur - Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis einschließlich 16 bar – Teil 1: Allgemeine funktionale Anforderungen
- DIN EN 12007-3 Gasversorgungssysteme - Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis einschließlich 16 bar – Teil 3: Besondere funktionale Empfehlungen für Stahl
- DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- DIN EN 13463 Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen
- DIN EN 13501 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
- DIN EN ISO 14122 Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen

**Bezugsquelle:** Beuth Verlag, Burggrafenstr. 6, 12623 Berlin

### VDE-Bestimmungen:

- DIN 0100 Teil 705 Errichten von Niederspannungsanlagen
- VDE 0165 Teil 1/  
EN 60 079-14 Explosionsgefährdete Bereiche –  
Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen
- VDE 0170/0171 Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche

VDE 0185-305-1/  
DIN EN 62 305-1 Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze

VDI/VDE 2180  
Blatt 1-3 Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der  
Prozessleittechnik (PLT)

**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 Gastransport/Gasverteilung

G 462-1 Errichtung von Gasleitungen bis 4 bar Betriebsüberdruck aus Stahlrohren

G 462-2 Gasleitungen aus Stahlrohren von mehr als 4 bar bis 16 bar Betriebsdruck;  
Errichtung

G 265-1 Anlagen für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in Erdgasnetze

G 265-2 Anlagen für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in Erdgasnetze -  
Teil 2: Fermentativ erzeugte Gase - Betrieb und Instandhaltung

G 415 Planung, Bau und Betrieb von Biogasleitungen bis 5 bar Betriebsdruck

G 1030 Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation von Betreibern von  
Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung, Aufbereitung, Konditionierung oder  
Einspeisung von Biogas

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

## Muster

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 Befähigte Person	Kenntnisnahme durch Geschäftsleitung
	nächste Prüfung	ja	nein	ja	nein				
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. Feststoffbeschießer Sichtkontrolle/Funktionskontrolle									



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

## 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, zuverlässige Prüfmethode dar.

Die mittelbare Dichtheitsprüfung liefert bei starr ummantelten Biogasanlagensystemen, die mit höheren Betriebsdrücken betrieben werden und nur sehr geringe Gastemperaturschwankungen 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, sodass 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 schaubildenden 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

### 1.2.1 Prüfdruck

Zur Prüfung der technischen Dichtheit muss der Fermenter, Gas beaufschlagte Behälter und Gasspeicher unter einen ausreichenden Prüfdruck gesetzt werden, sodass 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 m <sup>3</sup> Nenninhalt	0,4 m <sup>3</sup> /24h,
bis	100 m <sup>3</sup> Nenninhalt	0,6 m <sup>3</sup> /24h,
bis	200 m <sup>3</sup> Nenninhalt	0,8 m <sup>3</sup> /24h,
bis	500 m <sup>3</sup> Nenninhalt	1,0 m <sup>3</sup> /24h,
über	500 m <sup>3</sup> Nenninhalt	2 ‰ v. Nenninhalt/24h.

Erfolgt die Messung bei einem von 20 hPa abweichenden Prüfdruck, ist die zulässige Leckagerate mit dem Faktor **X = Prüfdruck/20 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  $\Delta VN$ :

$$\Delta VN = VA * pA/pN * TN/TA - VE * pE/pN * TN/TE$$

mit:

- VAE = Volumen der eingeschlossenen Gase zum Messanfang/Ende
- pA/E = Atmosphärendruck + Prüfdruck zum Messanfang/Ende
- pN = Normaldruck = 1013,25 hPa
- TA/E = absolute Temperatur zum Messanfang/Ende
- TN = Normaltemperatur = 273,15 K

Die Leckagerate erhält man durch Division des Volumenverlustes  $\Delta VN$  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 ( $VA = VE$ )
- Während der Prüfzeit unterliegt die im Gasbehälter eingeschlossene Prüfgasmenge folgenden nicht beeinflussbaren Umgebungsbedingungen wie Temperaturänderung und 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.

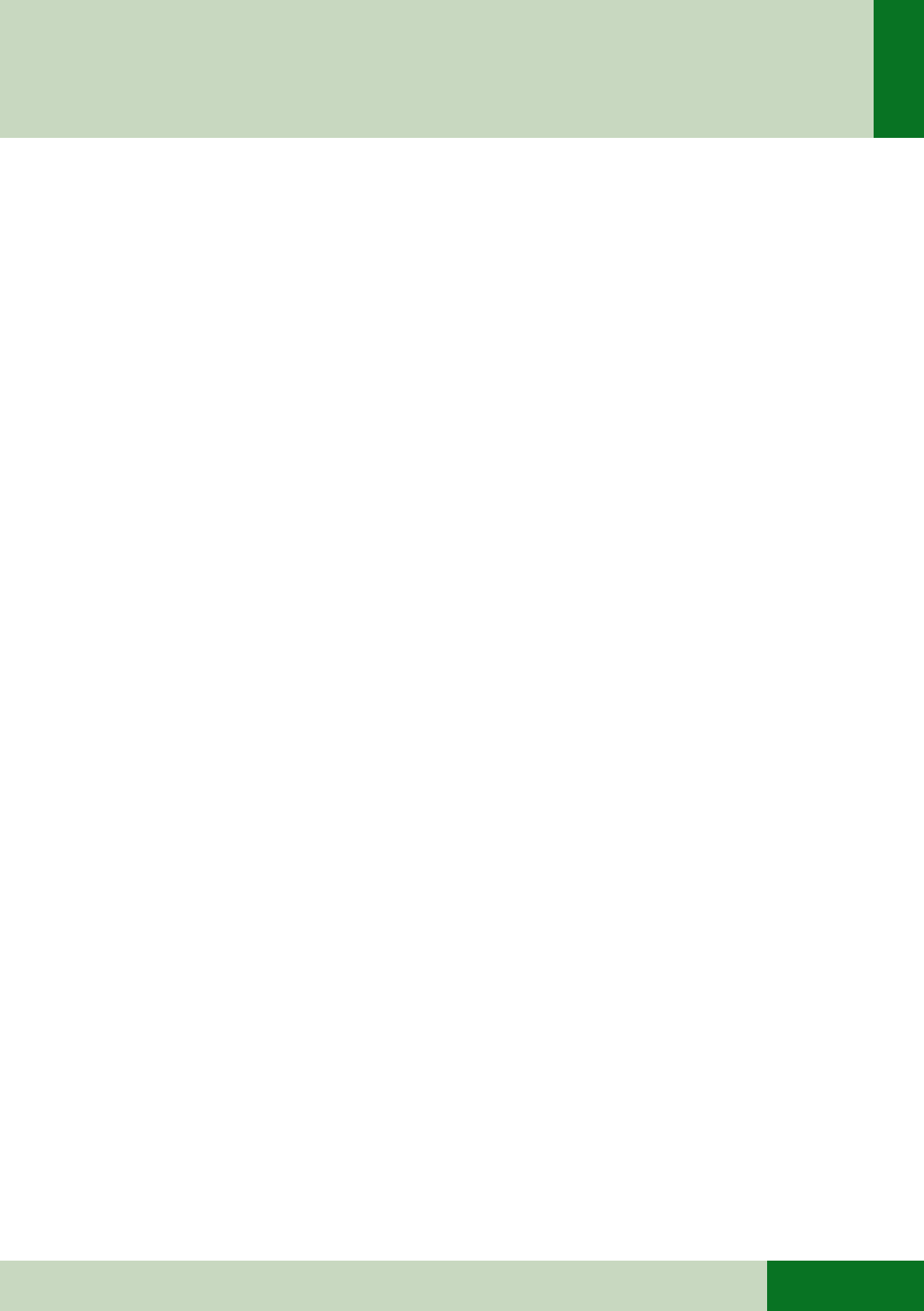
Ist zur Erzeugung des Prüfdrucks eine vollständige Befüllung des Biogasbehälters erforderlich, sodass eine Volumenausdehnung des Prüfgases nicht möglich ist, darf während der Prüfung der maximal zulässige Überdruck des Behälters nicht überschritten werden.

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.





Herausgeber:

Sozialversicherung für Landwirtschaft,  
Forsten und Gartenbau

Weißensteinstraße 70-72

34131 Kassel

☎ 0561 9359-0

[www.svlfg.de](http://www.svlfg.de)

Stand: 12/2015

