

Grundsätze für die Sicherheit von Biogasanlagen

(Sicherheitsregeln)

auf Basis der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV),
unter Beachtung der Maschinenrichtlinie (2006/42 EG) und der
europäischen Richtlinien zum Explosionsschutz
(94/9 EG und 1999/92 EG)
sowie der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)

vom:

SVK Biogas
Sachverständigenkreis

Stand: 01.10.2012

Präambel

Diese Sicherheitsregeln sollen allen an der Errichtung und dem Betrieb beteiligten Personen oder Organisationen ein umfassendes Regelwerk zur Gewährleistung der erforderlichen Sicherheit auf Biogasanlagen bieten. Zielgruppen sind damit insbesondere Antragsteller, Betreiber, Planungsbüros, Generalunternehmer und Komponentenhersteller, aber auch die Genehmigungs- und Fachbehörden, Sachverständige und „befähigte Personen“. Der Fokus liegt auf dem Personen- und Sachschutz. Abweichungen von den Sicherheitsregeln sind möglich, wenn die Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist.

Diese Sicherheitsregeln sind sowohl unter Beachtung geltender Rechtsvorschriften als auch unter Berücksichtigung von Praxiserfahrungen erarbeitet worden und bedürfen einer ständigen Fortschreibung. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Der Anwendungsbereich erstreckt sich auf alle Anlagen, in denen Biogas durch Methangärung produziert und vor Ort oder über Gasrohrleitungen verwertet bzw. verbrannt wird. Für jede Anlage hat grundsätzlich eine individuelle Anpassung der technischen Auslegung und des „Normalbetriebes“ an die tatsächlichen Gegebenheiten zu erfolgen. Diese ist vom „Arbeitgeber“ im Sinne der BetrSichV und den TRBS durchzuführen. Die geeigneten Schutzmaßnahmen können technisch, baulich oder organisatorisch zu realisieren sein, müssen einen sicheren Betrieb der Anlage gewährleisten und mindestens den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Grundsätzlich ist die Festlegung von technischen Maßnahmen gegenüber der Festlegung von organisatorischen Maßnahmen gleichwertig.

Im Vordergrund steht der Explosionsschutz. Die von Biogasanlagen ausgehenden Explosionsgefahren sind die potenziell größten Gefahren für Mensch, Umwelt und Sachwerte. Daher wird der Risiko- und Gefahrenanalyse des Inverkehrbringers bzw. der Gefährdungsbeurteilung des Arbeitgebers in diesen Sicherheitsregeln besondere Bedeutung beigemessen. Darüber hinaus werden Maßnahmen des Arbeitsschutzes bezüglich des Explosionsschutzes dargestellt.

Die Maßnahmen aus der Gefahrstoffverordnung und dem darauf bezogenen Arbeitsschutz werden nicht voll umfänglich dargestellt, da wesentliche Gesichtspunkte von dem eingesetzten Substrat abhängen.

Die entsprechenden Maßnahmen hat der Arbeitgeber im Sinne des Arbeitsschutzgesetzes und der Gefahrstoffverordnung zu fixieren und eigenem dem Personal sowie Dritten mitzuteilen.

Die Fixierungen für den „Normalbetrieb“ im Sinne der BetrSichV hat der Arbeitgeber zu beschreiben. Hierbei müssen der bestimmungsgemäße Betrieb bzw. die davon abweichende Verwendung der Biogasanlage (BGA) oder der Anlagenteile gemäß der Betriebsanleitung und der Herstellerdokumentation beachtet werden.

Ferner ist zu beachten, dass Anlagenteile einer Biogasanlage „überwachungsbedürftig“ im Sinne der BetrSichV sind. Dies sind z.B. Gerätekategorien (11. Verordnung zum ProdSG) aufgestellt in Ex-Zonen (BetrSichV) und Druckgeräte.

Auf die Darstellung allgemeiner technischer, chemischer und biologischer Grundlagen des Vergärungsprozesses und seiner Produkte wird verzichtet. Ebenfalls wird auf Einzelheiten der Prozessüberwachung (manuell und automatisiert als Prozessleittechnik – PLT) nicht eingegangen.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines & Verantwortungen	6
1.1	Abgrenzung	6
1.2	Eigenschaften von Biogas	7
1.3	Gefahren	9
1.3.1	Explosion	9
1.3.2	Verpuffung	10
1.3.3	Brand	10
1.3.4	Erstickung	12
1.3.5	Vergiftung	13
1.4	Explosionsschutz	15
1.4.1	Das Explosionsschutzkonzept	15
1.4.2	Das Explosionsschutzdokument	16
1.4.3	Definition der Zoneneinteilung	17
1.4.4	Ex-Zonenplan	17
1.4.5	Kriterien für die Auswahl von Geräten und Schutzsystemen	17
1.4.6	Anforderungen an elektrische Betriebsmittel in den Ex- Zonen	18
1.4.7	Anforderungen an nichtelektrische Betriebsmittel in den Ex-Zonen	19
1.5	Technische Grundanforderungen	20
1.5.1	Materialien	20
1.5.2	Elektrotechnik / Sicherheitstechnische Verschaltungen	21
1.5.3	Zündquellen	22
1.5.4	Blitzschutz	23
1.5.5	EVU – Netzausfall / Notstrom / Datensicherung	23
1.6	Gesetze, Verordnungen sowie Normen und Richtlinien	24
2	Formale Voraussetzungen für einen sicheren Anlagenbetrieb	26
2.1	Errichtung der Anlage	26
2.1.1	Definition unvollständige Maschine, Maschine und Maschinenanlage	26
2.1.2	Herstellerpflichten	27
2.1.3	Risikobeurteilung und Performance Level	28
2.1.4	Technische Dokumentation	30
2.1.5	Pflichtenwechsel – Anlagenbetreiber werden zu Herstellern	32
2.1.6	Wesentliche Änderungen	32
2.2	Betrieb der Anlage	34
2.2.1	Die Gefährdungsbeurteilung	34
2.2.2	Explosionsschutzdokument	36
2.2.3	Betriebsanweisungen	36
2.2.4	Wartung/ Wartungsarbeiten	38
2.2.5	Funktionskontrollen	40
3	Maßnahmen für sichere Anlagen	41
3.1	Annahmebereich	44
3.1.1	Normalbetrieb	44
3.1.2	Wartung	44
3.1.3	Störung	45

3.2	Vorbehandlung.....	46
3.2.1	Normalbetrieb.....	46
3.2.2	Wartung.....	46
3.2.3	Störung.....	47
3.3	Fermenter und andere gasdichte Prozessbehälter	48
3.3.1	Normalbetrieb.....	49
3.3.2	Wartung.....	50
3.3.3	Störung.....	51
3.4	Gasspeicher.....	52
3.4.1	Normalbetrieb.....	52
3.4.2	Wartung.....	53
3.4.3	Störung.....	53
3.5	Gärproduktlager/ Gärrestelager	54
3.5.1	Normalbetrieb.....	54
3.5.2	Wartung.....	55
3.5.3	Störung.....	55
3.6	Gasrohrleitungssystem	56
3.6.1	Normalbetrieb.....	56
3.6.2	Wartung.....	58
3.6.3	Störung.....	59
3.7	Gasverdichter / Rohgasüberwachung - Rohgasanalysen	60
3.7.1	Normalbetrieb.....	61
3.7.2	Wartung.....	62
3.7.3	Störung.....	63
3.8	Gasaufbereitung	64
3.8.1	Kondensatabtrennung / Gastrocknung / Gaskühlung.....	64
3.8.2	Entschwefelung	67
3.8.3	Biomethanherstellung.....	69
3.9	Blockheizkraftwerk (Gasmotor und Zündstrahlmotor)	73
3.9.1	Normalbetrieb.....	73
3.9.2	Wartung.....	75
3.9.3	Störung.....	76
3.10	Notfackel.....	78
3.10.1	Notfackelbetrieb.....	78
3.10.2	Wartung.....	79
3.10.3	Störung.....	79
4	Prüfpflichten.....	79
5	Zu berücksichtigende Vorschriften und Regelwerke	87
6	Glossar	98
6.1.1	Begriffe.....	98
6.1.2	Abkürzungen	108
7	Literaturverzeichnis.....	109

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Dreistoffdiagramm, atmosphärisch (0,8 – 1,1 bar / - 20 - + 60 °C für den Explosionsbereich Methan/ Luft/ CO ₂ - N ₂ – Gemischen (Quelle: DAS – IB GmbH).....	10
Abbildung 2: Beispiel eines Feuerwehrplanes nach DIN 14095	11
Abbildung 3: Ermittlung des Performance Level.....	29
Abbildung 4: Entscheidungsbaum – wesentliche Änderung oder nicht	33
Abbildung 5: Häufige Farbgestaltung von Betriebsanweisungen (Beispiele)	37
Abbildung 6: Formular für Unterweisungsnachweis (Beispiel).....	38
Abbildung 7: Formular für Erlaubnisschein (Beispiel)	39
Abbildung 8: Beispielhafte schematische Darstellung der sicherheitstechnischen Verschaltung einer Biogasaufbereitungs- und -einspeiseanlage. Quelle: DAS-IB GmbH	69
Abbildung 9: Beispielhafte Schematische Darstellung der sicherheitstechnischen Verschaltung eines BHKW. Quelle: DAS – IB GmbH	73

Anhang:

Abb. 1: Betriebshandbuch (Beispielhafter Aufbau; Quelle: DAS – IB GmbH)	99
Abb. 2: Beispiel einer Biogasanlage (Quelle: DAS - IB GmbH).....	100
Abb. 3: Funktionsschema einer Biogasanlage (vereinfacht)	100

1 Allgemeines & Verantwortungen

Seit der Einführung der Betriebssicherheitsverordnung im September 2002 hat der Arbeitgeber (Anlagenbetreiber) mehr Eigenverantwortung, aber auch mehr Freiheit in der Gestaltung der Anlagensicherheit. Maßnahmen zur Anlagensicherheit können nicht mehr pauschal vorgeschrieben werden. Die Anforderungen im individuellen Genehmigungsbescheid sind jedoch umzusetzen. Maßgeblich für den Betrieb der Anlagen sind die Gefährdungsbeurteilung, der Explosionsschutz, die Gefährdungsbeurteilung der Arbeitsmittel und die daraus resultierenden Dokumente in Verantwortung des Arbeitgebers.

Welche Sicherheitstechnik zum Einsatz kommen soll, hängt von der Anlagenart und -bauweise, den vorhersehbaren Anlagenzuständen, den Betriebsweisen und dem Standort (Nachbarschaft) ab.

Der Arbeitgeber ist für die Sicherheit seiner Anlage verantwortlich.

Im Fall einer Störung mit Personen-, Umwelt- oder Anlagenschaden wird der Arbeitgeber nachweisen müssen, dass er seiner Sorgfaltspflicht nachgekommen ist.

Bei diesem Nachweis helfen die gefertigten Risikoanalysen, Gefährdungsbeurteilungen, Betriebsanleitungen, Betriebsanweisungen, Betriebstagebücher, Prüf- und Wartungsnachweise sowie Unterweisungen für Betriebspersonal, beauftragte Dritte und Besucher. Diese Dokumente sind dauerhaft zu archivieren.

Das größte nicht „kalkulierbare“ Restrisiko sind die Unzulänglichkeiten des Wartungs-, Instandsetzungs- und Bedienpersonals.

1.1 Abgrenzung

Die Grundsätze für die Sicherheit von Biogasanlagen (Sicherheitsregeln) befassen sich mit den Gefährdungen durch Biogase von der Substratannahme bis zur Gärproduktabgabe. Die Biogaserzeugung und -aufbereitung zur direkten energetischen Biogasverwertung wird betrachtet.

Die Konditionierung von Biogas zu Biomethan und dessen Einspeisung ins öffentliche Gasnetz wird in diesem Regelwerk nicht behandelt.

Druckgeräte im Sinne der Richtlinie 97/23/EG sowie Wärmenutzungen, insbesondere Trocknungen, werden nicht betrachtet.

Gefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe werden nicht betrachtet. Es wird auf die „TRBA“ Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe verwiesen.

Staubexplosionsgefahren werden nicht betrachtet.

Wasserrechtliche Anforderungen an Biogasanlagen werden nicht betrachtet.

Anforderungen, die sich aus der Störfallverordnung ergeben, werden nicht berücksichtigt.

Länderspezifische Regelungen und Erlasse werden nicht betrachtet.

1.2 Eigenschaften von Biogas

Biogas ist ein Mischgas, welches sich bei der Entstehung im Wesentlichen aus den folgenden Hauptbestandteilen zusammensetzt:

- Methan (CH_4 ; Anteil im Biogas 40 - 80 Vol.-%),
- Kohlendioxid (CO_2 ; Anteil im Biogas 20 - 60 Vol.-%),
- Schwefelwasserstoff (H_2S ; Anteil im Biogas 10 - 10.000 ppm) und
- Wasserdampf (H_2O ; gesättigt entsprechend dem Gaszustand)

Je nach Zusammensetzung kann die Dichte von Biogas in einem Wertebereich von 0,96 kg/m^3 bis 1,46 kg/m^3 liegen. Biogas kann somit leichter oder schwerer als Luft sein.

Weitere Spurengase sind je nach Entstehung ebenfalls im Biogas enthalten, die wegen geringer sicherheitstechnischer Relevanz nicht weiter betrachtet werden. Zu bedenken ist jedoch – insbesondere bei Anlagen zur Abfallvergärung –, dass es in Abhängigkeit der eingesetzten Substrate und der Prozessbedingungen zu wesentlich höheren Konzentrationen der Spurengase kommen kann.

Im Weiteren werden hier nur noch die Gase Methan, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Sauerstoff betrachtet.

Methan (CH_4) ist ein geruchloses, ungiftiges, farbloses energiereiches Gas, das leichter als Luft ist.



Sicherheitstechnische Kennzahlen von Methangas:

Zündtemperatur:	530°C ¹ bis 595°C ²
Explosionsbereich:	ca. (4,4) 5 - 15 (16,5) Vol % nach IEC 60079-20 bzw. EN 50054
Grenzwert in der Raumluft:	20% UEG = 0,9 Vol.-%
Dichte:	0,707 kg/m^3
Temperaturklasse:	T 1 (> 450°C, Zündtemperatur der brennbaren Substanz)
Explosionsgruppe:	II A
Mindestzündenergie:	0,29 mWs (0,29 mJ)
max. Explosionsdruck: 7,06 bar

¹ 530 °C: Wissenschaftliche Grundlagen des Brand- und Explosionsschutzes, Siegfried Bussenius, Verlag W. Kohlhammer GmbH, Band 1, 1996;

² bis 595 °C: Einordnung nach Nabert, Redeker, Schön, Sicherheitstechnische Kenngrößen brennbarer Gase und Dämpfe, Band II, Deutscher Eichverlag, Dezember 2004.

**Kennzeichnung nach Richtlinie 67/548/EWG (alt) GHS CLP –
Verordnung EG Nr. 1272/2008 (neu):**

neu	alt
 Gefahr	 F +Hochentzündlich

Sauerstoff (O₂) ist ein geruchsloses, farbloses, unbrennbares Gas.

Dichte: 1,429 kg/m³ bei 273,15 K
 Anteil der Luft:20,95 Vol.-%
 < 17 Vol.-% Sauerstoffmangel, darunter erst Verminderung der Leistungsfähigkeit bis
 Bewusstlosigkeit und Tod bei ca. 6 - 8 Vol.-%.
 Auf eine Kennzeichnung wird verzichtet, da kein reiner Sauerstoff zum Einsatz
 kommt.



Kohlendioxid (CO₂) ist ein geruchloses, farbloses, unbrennbares Gas. Es ist etwa
 1,5-mal schwerer als trockene Luft. Durch seine höhere Dichte gegenüber Luft sammelt
 sich CO₂ bevorzugt in Bodennähe, Schächten, Gruben, Gräben etc.

Dichte: 1,964 kg/m³
 Maximaler Arbeitsplatzgrenzwert AGW: 5000 ppm = 9.100 mg/m³ = 0,5 Vol.-%
 ab 3 Vol.-%:Schläfrigkeit
 ab 5 Vol.-%:Kurzatmung, Schwindel und Verwirrung
 ab 8 Vol.-%:Ohnmacht.

Schwefelwasserstoff (H₂S) ist ein farbloses, in einem engen Konzentrationsbereich
 (0,003-30 ppm) nach faulen Eiern riechendes, toxisch (bis hin zum Tod) wirkendes Gas.

Dichte: 1,532 g/m³
 Maximaler Arbeitsplatzgrenzwert AGW: 5 ppm
 Explosionsbereich:ca. 4,3 (UEG) - 45,5 Vol.- % (OEG)

Kennzeichnung nach Richtlinie 67/548/EWG (alt) GHS CLP – Verordnung EG Nr. 1272/2008 (neu)

alt	neu	alt	neu	
 T + Sehr giftig	 Gefahr	 F + Hochentzündlich	 Gefahr	
<th>alt</th> <th>neu</th> <td></td>		alt	neu	
 Umweltgefährlich		 Achtung		

1.3 Gefahren

In diesem Kapitel sollen auf die Gefahren, die sich durch den Betrieb einer Biogasanlage für den Bediener und die Biogasanlage selbst ergeben, eingegangen werden. Insbesondere werden hier Gefahren, die durch den Umgang mit Biogas entstehen können, betrachtet.

1.3.1 Explosion

Grundsätzliche Begriffsbestimmungen (z.B. „Brennbarer Stoff“, „Explosionsfähiges Gemisch“, „Explosionsfähige Atmosphäre“, „Explosionsbereich“ u.v.m.) werden in der TRBS 2152 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphären – Allgemeines - (TRGS 720 – Technische Regeln für Gefahrstoffe) vorgenommen und hier nicht wiederholt.

Methan besitzt die Eigenschaft in bestimmten Mischungen mit Sauerstoff (O₂) bzw. Luft (Mischgas aus: N₂, O₂, CO₂, u.a.) ein explosionsfähiges Gasgemisch zu bilden.

Die Gefahren, die sich für den Bediener und die BGA aus einer Explosion ergeben, sind vielfältig:

- **Druckwelle:** Durch die Explosion eines Methangasgemisches kann ein maximaler Überdruck von ca. 6 bar in wenigen Millisekunden entstehen. Dieser Druckanstieg kann zu Verletzungen und zum Tod führen. Ebenso können Anlagenteile abgerissen, beschädigt oder vollständig zerstört werden, was ebenfalls zu Verletzungen von örtlich anwesenden Personen führen kann.
- **Thermische Folgen:** Durch die plötzliche Temperaturerhöhung und/oder einer durch die Explosion hervorgerufenen Flammenfront können Personen Verbrennungen erleiden sowie Anlagenteile Feuer fangen und Folgeschäden ausgelöst werden.

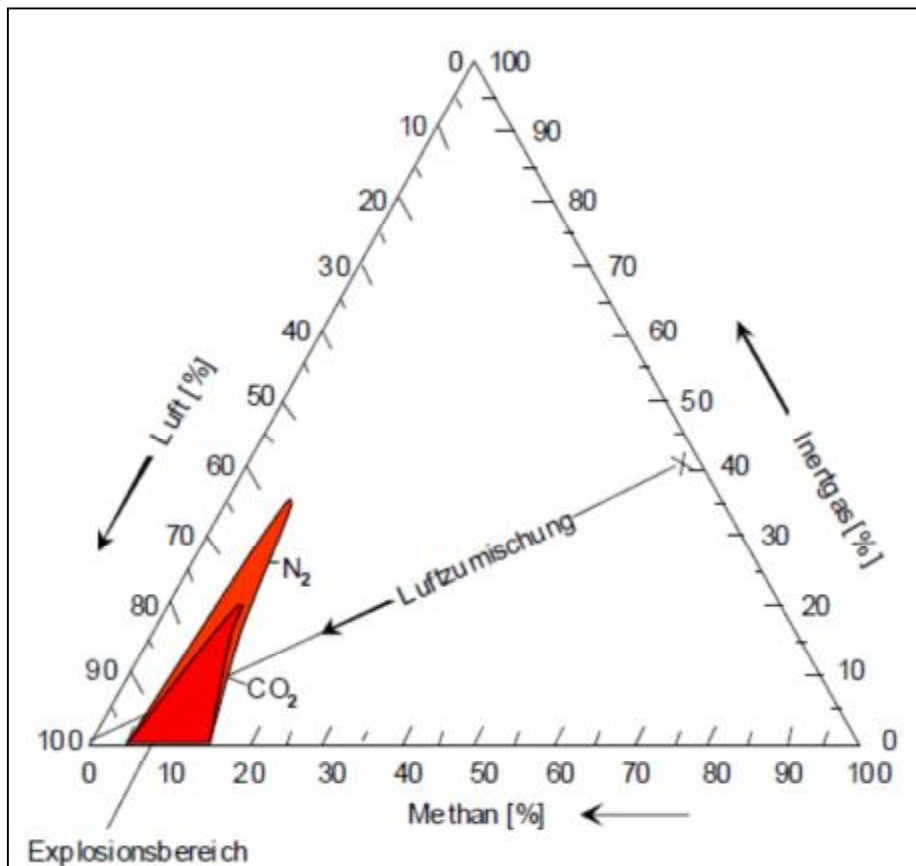


Abbildung 1: Dreistoffdiagramm, atmosphärisch (0,8 – 1,1 bar / - 20 - + 60 °C für den Explosionsbereich Methan/ Luft/ CO₂- N₂ – Gemischen (Quelle: DAS – IB GmbH)

1.3.2 Verpuffung

Die Verpuffung ist zwischen dem Brand und der Explosion einzuordnen. Bei einer Verpuffung laufen dieselben Reaktionen wie bei einer Explosion ab, jedoch mit dem Unterschied, dass es aufgrund kleinerer Gasmengen oder fehlender räumlicher Begrenzung zu einem minderstarken Druckanstieg kommt. Die Folgen können dieselben sein, wie bei einer Explosion. In den meisten Fällen ist das Maß an Zerstörung und Kraft einer Verpuffung bei weitem geringer als bei einer Explosion, was auf den sehr viel geringeren Druckanstieg zurückzuführen ist.

1.3.3 Brand

Ein Brand kann Personen- sowie Sachschaden durch die thermische Wirkung des Feuers zur Folge haben. Ebenso können Folgeschäden durch einen Brand ausgelöst werden (Explosion, Verpuffung, Einsturz, Umweltschäden). Personen können durch eine mögliche Rauchgasentwicklung verletzt werden. Findet der Brand in einem „dichten“ Raum statt, so besteht Erstickungsgefahr für anwesende Personen.

Die für jedes Bundesland spezifischen Brandschutzaufgaben der Landesbauordnungen bzw. die Auflagen des Versicherers, z.B. VdS, sind zu beachten, insbesondere die Mindestabstandflächen (hier Mindestabstände) zu Grundstücksgrenzen (Nachbargrundstück, das nicht zur Biogasanlage gehört) von 3 m (Muster-LBO). Die tatsächlich einzuhaltenden Abstände richten sich nach der Nutzung des Nachbargrundstückes.

Auf die detaillierten Aspekte des Brandschutzes wird in diesem Dokument nicht weiter eingegangen. Es ist eine Brandschutzordnung nach DIN 14096 und ein Feuerwehrplan nach DIN 14095 (siehe Abb.5) zu erarbeiten sowie die zu treffenden Maßnahmen mit der zuständigen Feuerwehr und ggf. mit dem Versicherer in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten abzustimmen.

Die Pflicht für die Erstellung dieser Unterlagen liegt beim Arbeitgeber.

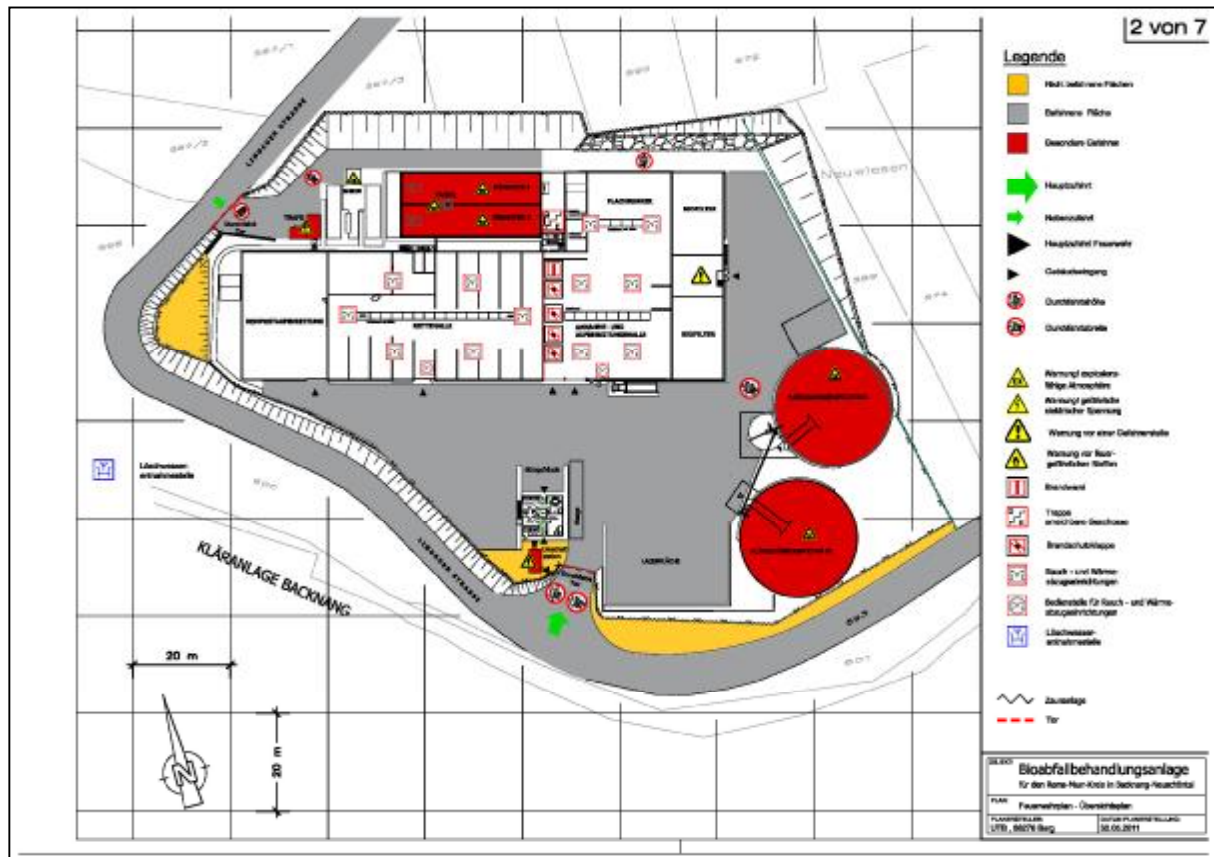


Abbildung 2: Beispiel eines Feuerwehrplanes nach DIN 14095

1.3.4 Erstickung

Auf einer Biogasanlage besteht für Personen die potentielle Gefahr des Erstickens durch Gase. Grundsätzlich findet eine Erstickung statt, wenn Luftsauerstoff so stark von anderen Gasen verdrängt wird, dass eine ausreichende Versorgung des Menschen mit Sauerstoff nicht mehr möglich ist.

CO₂, einer der Hauptbestandteile von Biogas, ist wie schon beschrieben schwerer als Luft und reichert sich somit häufig in tiefer gelegenen Anlagenteilen wie Gruben, Schächten, Kellern und Gräben an. Da es farb- und geruchlos ist, ist es für den Menschen nur mit Hilfe geeigneter Messtechnik zu detektieren. Eine CO₂-Konzentration von 8-10 Vol.-% in der Luft löst beim Menschen Kopfschmerzen, Schwindelgefühl, Bewusstlosigkeit und Atemlähmung bis hin zum Tod aus.

CO₂ kann indirekt zum Erstickten führen, da bei genügender Konzentration Sauerstoff verdrängt wird.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Schächte, Silos, Tiefbunker, Gruben, Lagertanks mit einem Schließsystem versehen
- Gefährdete Bereiche natürlich oder technisch belüften
- Gefährdete Bereiche mit kontinuierlicher Raumluftüberwachung ausstatten
- Gefährdete Bereiche vor dem Betreten / Befahren freimessen (mind. CH₄, CO₂, O₂ und H₂S)
- Ggf. Fluchttreter / Atemschutz und Rettungsgeschirr verwenden
- Erstellung einer Betriebsanweisung zur Befahrung / Begehung gefährdeter Bereiche in Anlehnung an die BGR 127

1.3.5 Vergiftung

1.3.5.1 Schwefelwasserstoff

Das gefährlichste Gas auf einer BGA ist Schwefelwasserstoff. In geringen Konzentrationen ist ein deutlicher Geruch nach faulen Eiern wahrzunehmen. Jedoch werden schon ab 250 bis 300 ppm die Geruchsrezeptoren des Menschen durch das Gas betäubt, was zur Folge hat, dass es nicht mehr wahrnehmbar ist.

Auf den Menschen ergeben sich folgende Wirkungen:

- ab 20 ppm: Hornhautschäden bei längerer Einwirkung
- ≈ 100 ppm: Reizung der Schleimhäute an Auge und Atemwege, Speichelfluss, Hustenreiz, Vergiftungserscheinungen nach mehreren Stunden
- > 200 ppm: Kopfschmerz, Atembeschwerden; Vergiftungserscheinungen nach weniger als 1 Stunde
- > 250 ppm: Betäubung der Geruchsrezeptoren
- > 300 ppm: Brechreiz
- ≈ 500 ppm: Kraftlosigkeit, Benommenheit, Schwindel; lebensgefährlich in 30 min
- > 500 ppm: Krämpfe, Bewusstlosigkeit
- ≈ 1000 ppm: lebensgefährlich in wenigen Minuten
- ≈ 5000 ppm: tödlich in wenigen Sekunden

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Auswahl und Dosierung der Substrate und Einsatzstoffe
- Gefährdete Bereiche natürlich oder technisch belüften
- Gefährdete Bereiche mit kontinuierlicher Raumluftüberwachung ausstatten
- Gefährdete Bereiche vor dem Betreten / Befahren frei messen (mind. CH₄, CO₂, O₂ und H₂S)
- Ggf. Fluchttreter / Atemschutz und Rettungsgeschirr verwenden
- Entschwefelung im Fermenter / Gasspeicher / Gassystem

1.3.5.2 Ammoniak

Kennzeichnend für Ammoniak ist sein stechender, zu Tränen reizender Geruch. Diese Eigenschaft kann bei entsprechender Konzentration zu kurzzeitigen Sehbehinderungen führen.

Wegen seiner hohen Wasserlöslichkeit kann es auf der Haut, in den Augen oder den Schleimhäuten der Atemwege seine starke Ätzwirkung entfalten. Bei sehr hohen Konzentrationen (ca. 5.000 ppm und mehr) kann es durch Lähmung des Atmungssystems sehr schnell zum Tode durch Erstickten kommen.

Gefährlich ist auch der schon bei niedrigen Konzentrationen auftretende Stimmritzenkrampf, der durch krampfartiges Verschießen des Kehlkopfes ebenfalls zum qualvollen Erstickungstod führen kann.

Die Geruchsschwelle von Ammoniak ist mit ca. 3 - 5 ppm recht niedrig, muss aber nicht bei jeder Person in diesem Bereich liegen. Sie hängt u. a. auch vom individuellen Wohlbefinden ab. Ab etwa 25 ppm wird der Geruch von Ammoniak aber von den meisten Menschen wahrgenommen.

Physiologische Stoffdaten von Ammoniak in Luft:

NH ₃ -Konzentration in Luft		Bewertung
ppm (ml/m ³)	mg/m ³	
3 - 5	3,5	Geruchsschwelle
20	14	AGW
250	175	Beginnende Belästigung; max. 1 Stunde ungefährlich
250 - 500	175 - 350	Beschleunigte Atmung und erhöhte Herzfrequenz
500 - 1.000	350 - 700	Erträglichkeitsgrenze
2.500	1.750	Gefahr bei Kurzeinwirkung
> 3.000	2.100	Erblindung auch bei kurzer Einwirkzeit
> 5.000	3.500	Tod durch Atemstillstand

Die niedrige Wahrnehmungsschwelle von Ammoniak weit unterhalb von gefährlichen Konzentrationen warnt Menschen frühzeitig und ermöglicht es ihnen, sich in der Regel rechtzeitig aus der Gefahrenzone zu entfernen. Unterstützt wird dieser Warneffekt durch die Ammoniak-Nebelbildung bei Gasfreisetzung im Freien.

Neben den Gesundheitsgefährdungen ist die korrosive Wirkung auf Kupfer von Bedeutung. Ammoniak belastete Luft ist insbesondere von elektrischen Schaltanlagen fernzuhalten.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Auswahl und Dosierung der Substrate und Einsatzstoffe
- Gefährdete Bereiche natürlich oder technisch belüften
- Gefährdete Bereiche vor dem Betreten / Befahren frei messen (NH₃)
- Ggf. Fluchttreter / Atemschutz und Rettungsgeschirr verwenden

1.4 Explosionsschutz

Im Folgenden werden die relevanten EG-Richtlinien als Rechtsgrundlagen zum Explosionsschutz und deren Umsetzung in Deutschland dargestellt.

- **Richtlinie 94/9/EG** des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (**ATEX 95**);
- **Richtlinie 1999/92/EG** des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (**ATEX 137**).

Die **Richtlinie 94/9/EG** richtet sich maßgeblich an die Hersteller elektrischer Betriebsmittel und ist im Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (ProdSG) umgesetzt.

Die **Richtlinie 1999/92/EG** richtet sich an die Betreiber elektrischer Anlagen, Geräte und Schutzsysteme und wurde über das GPSG und seinen Verordnungen in nationales Recht umgesetzt. Dies erfolgte u.a. durch die „Verordnung zur Vereinfachung im Bereiche der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, der Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und der Organisation des Gesundheitsschutzes“ vom 27. September 2002. Deren Artikel 1 enthält die „Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes“ (**Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV**).

Die Betriebssicherheitsverordnung wird durch Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) konkretisiert:

Laut Betriebssicherheitsverordnung §5 Abs. 1 ist der Arbeitgeber in der Pflicht, explosionsgefährdete Bereiche im Sinne von §2 Abs. 10 entsprechend Anhang 3 unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung gemäß §3 in Zonen einzuteilen. Im Anhang 3 ist die rechtliche Grundlage der Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche gegeben.

1.4.1 Das Explosionsschutzkonzept

Zur Verhütung von Explosionen ist es erforderlich ein **anlagenbezogenes Explosionsschutzkonzept** zu erstellen. Ausgehend von dem eventuell möglichen Ersatz-Einsatz gefährlicher Stoffe über technische Schutzmaßnahmen bis zu organisatorischen Maßnahmen ergibt sich ein ineinander greifendes komplexes Schutzsystem.

Um einerseits umfassenden Explosionsschutz zu gewährleisten, andererseits die Kosten nicht ins Unermessliche ansteigen zu lassen, ist es erforderlich, ein ganzheitliches auf das konkrete Objekt abgestimmtes Explosionsschutzkonzept zu erstellen.

Ausgehend von der Ermittlung der Explosionsgefährdungen ist ein **System von Schutzmaßnahmen** zu erarbeiten (§ 11 (2) GefStoffV):

1. Vermeidung oder Einschränkung der Bildung gefährlicher, explosionsfähiger Atmosphäre:

Primärer Explosionsschutz

Wenn primärer Explosionsschutz nicht möglich ist, dann:

2. Vermeidung wirksamer Zündquellen:

Sekundärer Explosionsschutz

Wenn sekundärer Explosionsschutz nicht möglich ist, dann:

3. Beschränkung der Auswirkungen einer eventuellen Explosion auf ein unbedenkliches Maß:

Tertiärer Explosionsschutz

Die Maßnahmen des sekundären sowie tertiären Explosionsschutzes sind nachrangig anzuwenden.

1.4.2 Das Explosionsschutzdokument

Bei Einrichtungen mit explosionsgefährdeten Bereichen ist vor der Aufnahme der Arbeit vom Arbeitgeber ein Explosionsschutzdokument zu erstellen.

Grundlage des Explosionsschutzdokumentes bildet die Gefährdungsbeurteilung zum Explosionsschutz.

Um eine Explosionsgefahr zu ermitteln und zu bewerten, sollten die Bereiche der Biogasanlage einzeln sowie die sicherheitstechnischen Wechselwirkungen betrachtet werden.

Das Explosionsschutzdokument sollte regelmäßig, mindestens jährlich geprüft und überarbeitet werden. Dies muss auf alle Fälle bei wesentlichen Änderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen der Arbeitsstätte, der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes vorgenommen werden.

1.4.3 Definition der Zoneneinteilung

Explosionsgefährdete Bereiche werden nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen aufgeteilt:

- 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.
- 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 nur kurzzeitig auftritt.

1.4.4 Ex-Zonenplan

Zur Darstellung der Ausdehnung von explosionsgefährdeten Bereichen im Freien oder in Räumen sowie ggf. unterschiedlicher Zonen ist i. d. R. ein **Ex-Zonenplan** zu erstellen.

Als Grundlage für einen Ex-Zonenplan eignen sich insbesondere Lagepläne, Grundrisse und Schnitte. Die Zonen sind eindeutig zu kennzeichnen, z. B. durch Beschriftung, unterschiedliche Farben oder Nutzung der Symbole nach DIN VDE 0165-101, und wenn erforderlich, zu beschreiben.

1.4.5 Kriterien für die Auswahl von Geräten und Schutzsystemen

Sofern im Explosionsschutzdokument unter Zugrundelegung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung nichts anderes vorgesehen ist, sind in explosionsgefährdeten Bereichen Geräte und Schutzsysteme entsprechend den Kategorien gemäß der Richtlinie 94/9/EG auszuwählen. In folgender Tabelle ist dargestellt in welcher Ex-Zone Geräte welcher Kategorie eingesetzt werden dürfen.

Geräte- kategorie (RL 94/9/EG)	Einsetzbar in Ex-Zone (BetrSichV)	Anforderung
1 G	0	Muss zwei unabhängige Schutzsysteme aufweisen
2 G	1	Muss im normalen Betrieb und bei üblicherweise auftretenden Fehlern sicher sein
3 G	2	Muss im normalen Betrieb sicher sein

Tabelle 1: Anforderungen an Geräte und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen durch Gas



Tabelle 2: Kennzeichnung von Betriebsmitteln

1.4.6 Anforderungen an elektrische Betriebsmittel in den Ex- Zonen

Zone	Kennzeichnung	Erforderliche Dokumente
0	EX II 1 G	EG-Baumusterprüfbescheinigung EG-Konformitätserklärung Hersteller
	Prüfnummer/ Prüfstelle	
1	EX II 2 G	EG-Baumusterprüfbescheinigung EG-Konformitätserklärung Hersteller
	Prüfnummer/ Prüfstelle	
2	EX II 3 G Prüfnummer	EG-Konformitätserklärung Hersteller

Tabelle 3: Anforderungen an elektrische Betriebsmittel in den Ex- Zonen

1.4.7 Anforderungen an nichtelektrische Betriebsmittel in den Ex-Zonen

Zone	Kennzeichnung	Erforderliche Dokumente
0	EX II 1 G Prüfnummer/ Prüfstelle	EG-Baumusterprüfbescheinigung Konformitätserklärung Hersteller
1	EX II 2 G	Konformitätserklärung Hersteller (Risikobewertung kann angefordert werden)
2	EX II 3 G	Konformitätserklärung Hersteller (Risikobewertung kann angefordert werden)

Tabelle 4: Anforderungen an nichtelektrische Betriebsmittel in den Ex-Zonen

1.5 Technische Grundanforderungen

1.5.1 Materialien

Verbaute Materialien benötigen in Abhängigkeit des Einsatzes geeignete Werks- und/oder Prüfzeugnisse des Herstellers.

Die ausgewählten Materialien (z.B. Beton, Stähle, Schutzanstriche etc.) müssen resistent gegen mögliche chemische Angriffe aus den verwendeten Medien wie z.B. Gas, Substrat, Öl etc. sein.

1.5.1.1 Gasleitungen

Gasführende Leitungen sind entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik auszuführen. Die fachgerechte Herstellung und die Dichtigkeit ist nachzuweisen, z. B. durch Herstellerbescheinigung nach DVGW Arbeitsblatt G 469 (Stand 1987 oder 2010).

Gasleitungen der Biogasanlage, die öffentlichen Grund und Boden queren, sind nach den technischen Vorgaben der DVGW Regelwerke G 472 und G 415 zu verlegen.

Oberirdisch verlegte Leitungen sind vor physikalischen Einwirkungen zu schützen (Wärmedehnung, Hebelkräfte, UV – Strahlung).

In der Auslegung der Rohrleitungen und deren Verbindungen müssen die auftretenden Drücke und Temperaturen berücksichtigt werden. Die konstruktive Festigkeit der Rohrleitungen einschließlich aller Ausrüstungsteile und flexiblen Anschlüsse / Kompensatoren ist auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung Explosionsschutz festzulegen.

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

Statische Erfordernisse aus dem Betrieb (z.B. Wind, Schneelast) sind bei der Werkstoffauswahl und der Stützweitenbemessung zu berücksichtigen.

Kunststoffrohrleitungen sollten grundsätzlich

- nur außerhalb von geschlossenen Gebäuden und Hohlräumen
- oberirdisch nur als Anschlussleitung (z.B. am Foliengasspeicher, Fermenter, BHKW, Kondensatschacht)

verwendet werden.

Die Sach- und Fachkunde des Verlegers muss nachgewiesen und dokumentiert werden.

Hinweis: Das im Fermenter entstehende Biogas ist wasserdampfgesättigt und enthält unter anderem Schwefelwasserstoff (H_2S), der in Rohrleitungen und Anlagenteilen Korrosionsschäden verursachen kann. Bei der Wahl des Materials müssen somit individuell die Inhaltsstoffe berücksichtigt werden.

Buntmetalle sind nicht beständig gegen die Begleitgase im Biogas und dürfen deshalb nicht verwendet werden.

PVC-KG Rohre: Handelsübliche PVC - KG-Rohre sind nicht zulässig.

PVC-U Rohre: PVC ist nicht UV - beständig und verfügt insbesondere bei Kälte über eine geringe Schlagzähigkeit und ist daher entsprechend zu schützen. 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 Verlege- und Verarbeitungsanleitung des Kunststoffrohrverbandes.

1.5.1.2 Material und Dichtungen von Wanddurchführungen

Die Einbauanleitungen der Hersteller für die ordnungsgemäße Montage und regelmäßige Prüfungen für Wanddurchführungen z.B.:

- zur Durchführung von Rohren (insb. Gas- und Substratleitungen) durch Bauwerke
- zum schalungsbündigen Einbau oder nachträglicher Montage
- für wasserbauliche Anlagen wie Fermenter, Kondensatschächte oder Schachtbauwerke

sind zu befolgen.

1.5.2 Elektrotechnik / Sicherheitstechnische Verschaltungen

Alle elektrischen Installationen sind entsprechend den gültigen VDE Richtlinien auszuführen. Die Erfüllung dieser Grundvoraussetzung ist vor Inbetriebnahme und nach wesentlichen Änderungen durch eine Abnahme gemäß BGV A3 zu bestätigen. Diese BGV A3 Prüfung ist alle 3 Jahre zu wiederholen.

Elektrische Einrichtungen in EX Zonen sind gemäß BetrSichV § 14 (3) 1 vor Inbetriebnahme und nach § 15 (15) nach 3 Jahren wiederkehrend durch eine befähigte Person zu prüfen.

Bei Ausfall der Hilfsenergien, Notabschaltung, Betätigung eines Not-Aus-Tasters müssen die Anlage bzw. die relevanten Anlagenteile in einen sicheren Zustand fahren und in einem sicheren Zustand verbleiben (FAIL – SAFE).

Beispiele:

- Schließen der automatischen Gasschnellschlussarmaturen, z.B. pneumatisch und elektrisch (Federkraft schließend)
- Ausschalten der entsprechenden Gasverdichter
- „Allpoliges Abschalten“ aller nicht ex-geschützten Teile in gasbeaufschlagten Maschinenräumen (Gasverdichterraum, Gasreinigung, Gasanalysenschrank etc.). Eine „Ausschaltung“ im sicheren Sinne (FAIL – SAFE) meint unter anderem eine allpolige Abschaltung des Betriebsmittel bzw. der Betriebseinheit, d.h. Phasen (L1, L2, L3) und Nullleiter (N) bei einem getrennten Schutzsystem außerhalb des schutzbedürftigen Raumes.

Beispiele für steuerungstechnische Details der Biogasanlagensteuerung:

Sämtliche sicherheitsrelevanten elektrischen Betriebsmittel sind Hardware mäßig und drahtbruchüberwacht anzuschließen oder über eine sicherheitsgerichtete SPS zu führen (FAIL – SAFE) wie z.B.

- Not-Aus
- Überfüllsicherungen
- Füllstandsüberwachungen (MIN / MAX)
- Druckschalter
- Schnellschlussarmaturen

Biogasanlagen sollten mit einer netzunabhängigen Fehlermeldeanlage (z.B. Fehler senden an Handy) mit Quittierzwang dieser Fehlermeldung ausgestattet sein z.B.:

- v.g. Anlagenüberwachungen
- EVU - Netzausfall
- Sicherheitsalarme z.B. Gaswarnanlagen, Gasanalyse, Notabschaltungen

Substratpumpen / Entnahmepumpen sollten zusätzlich mit einer Laufzeitüberwachung ausgestattet sein.

Steuerungsanlagen mit Sicherungsfunktionen sind FAIL – SAFE / fehlersicher auszuführen (z.B. nach EN 954-1 März 1997, EN ISO 13849-1 Januar 2007 oder EN 60204-1 November 1998), sofern diese nicht durch ein redundantes System abgesichert sind.

1.5.3 Zündquellen

Kann die Bildung einer g.e.A. nicht sicher verhindert werden, müssen vorrangig sekundäre Explosionsschutzmaßnahmen realisiert werden. Dies wird durch die Vermeidung der Zündquellen erreicht.

Bei der Gefährdungsbeurteilung und der Dokumentation im Explosionsschutzdokument sind nach TRBS 2152 Teil 3 (Ausgabe November 2009) und DIN EN 1127-1 (Ausgabe 10-1997) folgende Zündquellen zu beachten:

- Heiße Oberflächen Methan >500 °C (Turbolader, Fackelbrennraum)
- Flammen und heiße Gase Feuer, Flammen, Glut
- Mechanisch erzeugte Funken Reiben, Schlagen, Abtragen
- Elektrische Anlagen Funken, Schaltvorgänge, Wackelkontakt, Ausgleichströme
- Elektrische Ausgleichströme kathodischer Korrosionsschutz
- Statische Elektrizität Entladung von aufgeladenen, isoliert angeordneten Teilen
- Blitzschlag direkt und indirekt
- Elektromagnetische Wellen Funksender, Schweißmaschinen, Laser etc.
- Ionisierende Strahlung Röntgen, radioaktive Strahlung
- Ultraschall
- Adiabate Kompression und Stoßwellen
- Exotherme Reaktion, Selbstentzündung von Stäuben
- Chemisch reaktive Stoffe: Schwefelsäure (Kondensat) + organische Stoffe

1.5.4 Blitzschutz

Die Folgen eines direkten wie indirekten Blitzschlages können erhebliche Schäden an örtlich anwesenden Personen, der Anlagentechnik wie auch an der Anlagensteuerung zur Folge haben. Ebenso stellt ein Blitzschlag eine Zündquelle dar, die eine Explosion, Verpuffung oder einen Folgebrand auslösen könnte.

Die TRBS 2152 Teil 3 ist zu beachten. Die Notwendigkeit des Schutzes und die Auswahl entsprechender Schutzmaßnahmen sollten durch die Anwendung eines Risikomanagements bestimmt werden. Das Risikomanagement wird z.B. in der EN 62305 (Ausgabe Oktober 2011) beschrieben. Örtliche Gegebenheiten (z.B. Höhe, Lage, umgebende Bebauung) sowie die Ausführung der Anlage (Bauart, Ex-Zonen im Normalbetrieb, Nutzung) haben dabei maßgeblichen Einfluss auf das Ergebnis und eventuelle Schutzrichtungen.

Ein Blitzschutzsystem besteht aus dem Äußeren und dem Inneren Blitzschutz. Der Äußere Blitzschutz soll Direkteinschläge auffangen und sicher ableiten. Für den Fall, dass eine Ex-Zone im Normalbetrieb festgelegt wurde, können sich hier Maßnahmen ergeben. Der innere Blitzschutz soll eine gefährliche Funkenbildung innerhalb der baulichen Anlage verhindern. Dies wird durch den Potentialausgleich der Gesamtanlage erreicht, der die durch den Blitzstrom verursachten Potentialunterschiede ausgleicht. Zur Sicherstellung kontinuierlicher Verfügbarkeit, auch im Falle direkter Blitzeinwirkung, sind weiterführende Maßnahmen zum Überspannungsschutz elektronischer Systeme ggf. notwendig.

Es empfiehlt sich die Ausführung des notwendigen Blitzschutzes mit dem Versicherer in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten der Anlage zu besprechen.

So genannte blanke (nicht isolierte) Blitzfangstangen dürfen nicht in einer Ex-Zone aufgestellt werden.

Über eine Betriebsanweisung der Anlage sollte geregelt werden, dass das Gassystem bei Gewittern nicht geöffnet wird.

1.5.5 EVU – Netzausfall / Notstrom / Datensicherung

Der Arbeitgeber (Betreiber) der Anlage hat standortspezifische Fixierungen vorzunehmen, welche Maßnahmen bei EVU – Netzausfall z.B. durch eine Notstromversorgung für Rührwerke oder z.B. eine Akkupufferung für die Datenaufzeichnung und Absetzung von Notsignalen zu treffen sind. Nach einem Netzausfall bzw. einer Netztrennung ist durch technische Maßnahmen sicher zu stellen, dass vor dem Wiedereinschalten die vorhandene Raumluftüberwachung in Betrieb ist und die Spannungsversorgung erst nach Freimessen des Raums zugeschaltet werden kann.

Die Regelung im EEG zum Einspeisemanagement, die eine Abschaltung der Energieerzeugung bei Biogasanlagen als vorbeugende Maßnahme zur Netzstabilität erlaubt, hat emissions- und sicherheitstechnisch weit reichende Folgen.

Mit externer Abschaltung der BHKW-Anlage wird in den Betrieb der Biogasanlage eingegriffen. Die Biogasproduktion wird nicht gestoppt, sondern nur der Betrieb der BHKW-Anlage. Dadurch werden die Gasspeicher während des Ausfalls gefüllt, solange bis die BHKW-Anlage wieder von außen freigegeben wird. Um die Freisetzung von unverbranntem Biogas bei längerem Netzausfall sicher zu verhindern, ist jede Biogasanlage mit einer netzunabhängigen Gasverbrauchseinrichtung auszustatten (EEG).

1.6 Gesetze, Verordnungen sowie Normen und Richtlinien

- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- ArbSchG (Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit)
- BauGB (Baugesetzbuch)
- BBodSchG (Bundes-Bodenschutzgesetz)
- BImSchG (Bundes-Immissionsschutzgesetz)
- BNatSchG (Bundesnaturschutzgesetz)
- ProdSG (Produktsicherheitsgesetz)
- EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
- WHG (Wasserhaushaltsgesetz)
- BBodSchV (Bodenschutzverordnung)
- BetrSichV (Betriebssicherheitsverordnung)
- StörfallV (Störfallverordnung)
- BioAbfV (Bioabfallverordnung)
- BioStoffV (Biostoffverordnung)
- Produktsicherheitsverordnungen
- DüV (Düngeverordnung)
- Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)
 - TRBS 1111 „Gefährdungsbeurteilung“
 - TRBS 1112 – Instandsetzung
 - TRBS 1112-1 Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten – Beurteilung und Schutzmaßnahmen
 - TRBS 1122 „Änderung und wesentliche Veränderung von Anlagen nach § 1 Abs. 2 Satz 1 Abs. 4 BetrSichV – Ermittlung der Prüf- und Erlaubnispflicht (Juli 2010)“
 - TRBS 1201 „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“, Ausgabe VI 2009
 - TRBS 1201 Teil 1 - Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen
 - TRBS 1201 – Teil 3 „Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen iSd Richtlinie 94/9 EG – Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 14 Abs. 6 BetrSichV – Ausgabe Juni 2009
 - TRBS 1203 „Befähigte Person“ (Mai 2010)
 - TRBS 2152 „Gefährliche Explosionsfähige Atmosphäre“ TRBS 2152-1 Beurteilung der Explosionsgefährdung
 - TRBS 2152-2 Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
 - TRBS 2152-3 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
 - TRBS 2152-4 Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken
 - TRBS 2153 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ vormals BGR 132 , Ausgabe 4 / 2009 !

Technische Regeln allgemein:

- TRBA Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe
- TRBA 214 „Abfallbehandlungsanlagen einschl. Sortieranlagen in der Abfallwirtschaft“
- TRBA 230 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in der Land- und Forstwirtschaft und bei vergleichbaren Tätigkeiten“
- TRBA 500 „Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen“
- TRwS: Technische Regeln wassergefährdender Stoffe
- VAwS (Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen)
- Landesbauordnungen

Weitere Regelwerke, Merkblätter, Technische Informationen, Verwaltungsvorschriften:

- BGV A1 - Grundsätze der Prävention
- BGV A3 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“, 2005
- BGV A8, Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz
- BGR 500 - Betreiben von Arbeitsmitteln
- DIN EN 1127 – 1 „Explosionsschutz“, Oktober 1997 u.a. mit den möglichen Zündquellen
- DIN 2403, Kennzeichnung von Rohrleitungen
- EN 61 508 – 1 (Nov. 2008) „Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer / elektronischer / programmierbarer Systeme“
- EN 60204 – 1 (Juni 2007) „Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen“
- EN ISO 13849 -1 (Juli 2007) „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen“; Neufassung der EN 954-1 (1997) „Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen“
- DIN EN ISO 10628; „Fließschemata für verfahrenstechnische Anlagen - Allgemeine Regeln– „März 2001. dient zur Darstellung der geplanten bzw. verbauten Anlage
- DVGW Arbeitsblatt G 469 (1987 oder Juni 2010); „Druckprüfverfahren Gastransport/Gasverteilung“
- DVGW Prüfgrundlage VP 265-1 (April 2008) Anlagen für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in Erdgasnetze
- GU – R 104 (vorm. 19.8, Explosionsschutz – Regeln, Ausgabe Juli 2008); Hinweis: Hier sind die BetrSichV und die aktuellen TRBSen enthalten.
- GU – R 127 (bisher GU 17.4) Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz - Deponien (Ausgabe Februar 2001) soweit anwendbar z.B. Begehung von unterirdischen Bauwerken
- GIRL: Geruchsimmissions–Richtlinie
- IEC/EN 61508/ 61511 als Ersatz für DIN V 19250, 19251, MSR - Schutzeinrichtungen
- Merkblatt zur Gasdichtigkeit von Biogastraglufthauben (sog. Doppelmembran-Biogasspeicher) im Normalbetrieb des SVK Biogas (2011)
- TI 4: Technische Information 4, Landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft – „Sicherheitsregeln für Biogasanlagen“
- Merkblatt Gasspeicherhauben
- Verwaltungsvorschriften: TA Luft: Technische Anleitung Luft
TA Lärm: Technische Anleitung Lärm

Hinweis: Abgrenzung für BGAA (Biogasaufbereitungsanlagen) und
speiseanlagen)

BGEA (Biogasein-

2 Formale Voraussetzungen für einen sicheren Anlagenbetrieb

2.1 Errichtung der Anlage

Eine wesentliche Voraussetzung für einen sicheren Anlagenbetrieb ist, dass der Errichter (Generalunternehmer oder der Betreiber, der seine Anlage aus Einzelkomponenten zusammenbauen lässt und somit zum Anlagenhersteller wird) die geltenden Herstellerpflichten beachtet, dokumentiert und einhält. Um auf die Herstellerpflichten näher eingehen zu können, ist es zunächst wichtig wie eine Maschine, Maschinenanlage oder eine unvollständige Anlage definiert ist.

2.1.1 Definition unvollständige Maschine, Maschine und Maschinenanlage

Für die Errichtung und das erstmalige Inverkehrbringen und/oder die erstmalige Inbetriebnahme einer Maschine in der Europäischen Gemeinschaft sind die Vorgaben der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) einzuhalten. Ebenfalls sind die Anforderungen der MRL für die wesentliche Änderung einer Maschine einzuhalten.

Die MRL, im Folgenden immer auf die Fassung 2006/42/EG vom 17.06.2006 bezogen, legt dafür Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen zum Schutz von Personen sowie gegebenenfalls von Haustieren und Sachen fest (Anhang I MRL).

Laut der MRL nach Art. 2 a ist eine Maschine wie folgt definiert:

- eine mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind;
- eine Gesamtheit im Sinne des ersten Kopfstrichs, der lediglich die Teile fehlen, die sie mit ihrem Einsatzort oder mit ihren Energie- und Antriebsquellen verbinden;
- eine einbaufertige Gesamtheit im Sinne des ersten und zweiten Kopfstrichs, die erst nach Anbringung auf einem Beförderungsmittel oder Installation in einem Gebäude oder Bauwerk funktionsfähig ist;
- eine Gesamtheit von Maschinen im Sinne des ersten, zweiten und dritten Kopfstrichs oder von unvollständigen Maschinen im Sinne des Buchstabens g, die, damit sie zusammenwirken, so angeordnet sind und betätigt werden, dass sie als Gesamtheit funktionieren;
- eine Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für Hebevorgänge zusammengefügt sind und deren einzige Antriebsquelle die unmittelbar eingesetzte menschliche Kraft ist;

Eine unvollständige Maschine ist nach Art. 2 g MRL

- eine Gesamtheit, die fast eine Maschine bildet, für sich genommen aber keine bestimmte Funktion erfüllen kann.
- Ein Antriebssystem stellt eine unvollständige Maschine dar.
- Eine unvollständige Maschine ist nur dazu bestimmt, in andere Maschinen oder in andere unvollständige Maschinen oder Ausrüstungen eingebaut oder mit ihnen zusammengefügt zu werden, um zusammen mit ihnen eine Maschine im Sinne dieser Richtlinie zu bilden.

Für das erstmalige Inverkehrbringen und/oder das erstmalige Inbetriebnehmen einer Biogasanlage im Europäischen Wirtschaftsraum gelten die Anforderungen der Maschinenrichtlinie, da eine Biogasanlage unter den Begriff der Maschine fällt. Eine Biogasanlage kann jedoch hinsichtlich der oben genannten Definition oftmals in verschiedene Maschinen untergliedert werden. Zum Teil können zusammenhängende Maschinen auch als Maschinenanlage betrachtet werden.

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) hat für den Begriff Maschinenanlage bzw. Gesamtheit von Maschinen ein Interpretationspapier zum Thema „Gesamtheit von Maschinen“ herausgegeben. Zusammenfassend handelt es sich beim Zusammenschluss mehrerer Maschinen um eine Maschinenanlage, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- räumlich zusammenhängende Anordnung **und**
- als Gesamtheit zusammenwirkende Anlagenkomponenten (produktionstechnisch) **und**
- als Gesamtheit zu betätigende Anlage (gemeinsame oder verknüpfte Steuerung) **und**
- sicherheitstechnische Gesamtheit

Neben der Maschinenrichtlinie (MRL) sind jedoch noch weitere Richtlinien, wie beispielsweise die Druckgeräte richtlinie (DGRL), die Richtlinie zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) oder die Richtlinien zum Explosionsschutz (ATEX) zu beachten.

2.1.2 Herstellerpflichten

Der Hersteller einer Maschine, einer Maschinenanlage als auch einer unvollständigen Maschine hat die Vorgaben der MRL einzuhalten. Hierbei wird der Begriff Hersteller in der MRL wie folgt definiert (Art. 2 i):

- jede juristische oder natürliche Person, die eine in der MRL erfasste Maschine oder unvollständige Maschine baut oder konstruiert
- und
- diese Maschine / unvollständige Maschine nach den Vorgaben der MRL unter seinem Namen oder Warenzeichen im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) erstmalig in Verkehr bringt oder für den Eigengebrauch verantwortlich ist
- oder
- jede natürliche oder juristische Person, die eine in der MRL erfasste Maschine oder unvollständige Maschine in Verkehr bringt oder in Betrieb nimmt.

Die Erfüllung der Pflichten eines Herstellers nach Art. 5 Abs. 1 Nr. a, b, c MRL hat vor dem Inverkehrbringen oder/und der Inbetriebnahme der Maschine zu erfolgen.

Hierzu zählen:

- die Erfüllung der Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen aus Anhang I MRL
- die Bereitstellung der technischen Dokumentation nach Anhang VII Teil A MRL
- die Bereitstellung erforderlicher Informationen, wie die Betriebsanleitung
- die Durchführung des Konformitätsbewertungsverfahrens gemäß Art. 12 MRL
- die Ausstellung der EG-Konformitätserklärung gemäß Anhang II Teil 1 Abschnitt A MRL
- das Anbringen der CE- Kennzeichnung an der Maschine gemäß Artikel 16 MRL

Um die Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen (Anhang I MRL) einzuhalten, muss der Hersteller einer Maschine, während des Konstruktionsprozesses die auftretenden Gefahren der Maschine ermitteln und durch geeignete konstruktive, technische und organisatorische Maßnahmen unterbinden. Hierzu ist die Erstellung einer Risikobeurteilung laut Anhang I Allgemeine Grundsätze Punkt 1 MRL notwendig.

2.1.3 Risikobeurteilung und Performance Level

In der Risikobeurteilung werden die Gefährdungen sowie deren Ursachen und Folgen ermittelt, analysiert und bewertet.

Zur Durchführung der Risikobeurteilung sind die entsprechenden gültigen harmonisierten aber auch die nationalen technischen Normen heranzuziehen.

Die harmonisierte DIN EN ISO 12100 (März 2003) legt Leitsätze zur Gestaltung einer sicheren Maschine fest und gibt Anweisungen und Hinweise zur Durchführung der Risikobeurteilung.

Die Durchführung und Ergebnisse der Risikobeurteilung müssen dokumentiert werden.

Zur Erstellung der Risikobeurteilung sind folgende Schritte iterativ durchzuführen:

- Ermittlung der Maschinengrenzen, einschließlich der vorhersehbaren Fehlanwendungen
- Ermittlung möglicher auftretender Gefährdungen und der Gefährdungssituation
- Abschätzung der Risiken, der Schwere und der Wahrscheinlichkeit einer Verletzung
- Bewertung der Risiken, um eine Risikominderung zu ermitteln (wenn erforderlich)
- Erstellen von Schutzmaßnahmen oder Anwendung technischer Vorgaben aus den harmonisierten Normen, um das Risiko einer Gefährdung zu mindern.

Dieser Prozess wird solange wiederholt, bis die Gefahren auf ein Mindestmaß reduziert werden.

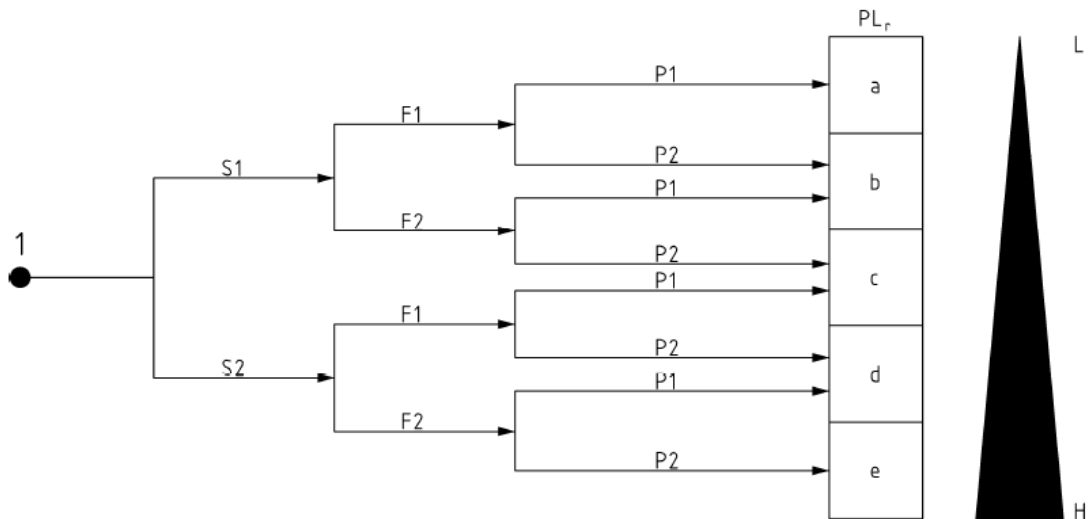
Da Biogasanlagen in der Regel aus mehreren Maschinen bestehen, welche für die verschiedensten Arbeiten eingesetzt werden, sind die Anforderungen verschiedener Normen einzuhalten.

Neben den bisher beschriebenen konstruktiven und technischen Maßnahmen zur Reduzierung der Gefahr, können Sicherheitssysteme eingesetzt werden, um das Restrisiko auf ein akzeptables Maß zu reduzieren.

Bei Einsatz von Sicherheitssystemen müssen die sicherheitsbezogenen Teile dieser Steuerung (elektrisch, hydraulisch, pneumatisch, mechanisch usw.) bewertet werden. Hierzu kann die harmonisierte DIN EN ISO 13849 (Dezember 2008) herangezogen werden.

Für das Erreichen der benötigten Sicherheitsfunktionen legt die Norm Eigenschaften und den erforderlichen Performance Level (PL_r) dieser sicherheitsbezogenen Teile einer Steuerung fest. Der Performance Level ist ein Maß für die Zuverlässigkeit (der Funktion) eines Systems / eines Bauteils.

Jedes sicherheitsbezogene Teil einer Steuerung und damit auch jeder einzelne Steuerkreislauf muss separat analysiert und bewertet werden. Hierzu wird unter Beachtung der bisher getroffenen konstruktiven und technischen Maßnahmen sowie des vermuteten Schadensausmaßes, der Häufigkeit des Auftretens und der Möglichkeit zur Vermeidung der Gefahr der PL_r ermittelt (siehe nachfolgende Abbildung).

**Legende**

1 Startpunkt zur Bewertung des Beitrags der Risikominderung

L niedriger Beitrag zur Risikoreduzierung

H hoher Beitrag zur Risikominderung

PL_r erforderlicher Performance Level**Fehler:****S** Schwere der Verletzung

S1 leichte (üblicherweise reversible Verletzung)

S2 ernste (üblicherweise irreversible Verletzung einschließlich Tod)

F Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition

F1 selten bis weniger häufig und/oder die Zeit der Gefährdungsexposition ist kurz

F2 häufig bis dauernd und/oder die Zeit der Gefährdungsexposition ist lang

P Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung oder Begrenzung des Schadens

P1 möglich unter bestimmten Bedingungen

P2 kaum möglich

Abbildung 3: Ermittlung des Performance Level

Die Beschaffenheit der eingesetzten Bauteile beeinflusst den vorhandenen Performance Level (PL) einer Steuerung. Je höherwertiger die Bauteile, desto höher ist i. d. R. der erreichte Performance Level. Die Bauteile müssen so gewählt werden, dass der PLr einer jeden Steuerung eingehalten wird.

Für die Kontrolle zur Erreichung des PLr eines Steuerkreislaufes sind die herstellereigenen Angaben der Einzelbauteile dieses Steuerkreislaufes notwendig.

Mithilfe dieser Angaben kann nach Vorgaben der DIN EN ISO 13849 der erreichte Performance Level der Steuerkreisläufe ermittelt werden. Sollte der erreichte Performance Level niedriger sein als der ermittelte PLr, so ist der entsprechende Steuerkreislauf nachzubessern, bis der PLr erreicht ist.

Da der Begriff Performance Level erst mit Inkrafttreten der DIN EN ISO 13849 eingeführt wurde, wird oftmals noch der aus der Prozessindustrie bekannte Begriff SIL (Safety Integrity Level) verwendet.

Eine Umwandlung beider Angaben ist möglich, wie in der nachfolgenden Tabelle gezeigt.

<i>PL</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>Keine Entsprechung</i>
<i>SIL</i>	<i>Keine Entsprechung</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>

Tabelle 5: Synopse PL-SIL-Kennzeichnung

2.1.4 Technische Dokumentation

Nach der Durchführung der Risikobeurteilung sind die Restrisiken einer Maschine, Maschinenanlage in die Betriebsanleitung zu integrieren. Die Betriebsanleitung für die gesamte Maschine ist vom Hersteller an den Käufer/Betreiber der Anlage zu übergeben. Dabei ist die Betriebsanleitung in der jeweiligen Landessprache des Betreibers zu verfassen.

Neben der Betriebsanleitung hat der Hersteller einer Maschine noch die EG-Konformitätserklärung sowie alle erforderlichen Unterlagen zum sicheren Betreiben der Maschine an den Käufer/Betreiber zu übergeben.

Der Hersteller hat jedoch die Aufgabe neben den Dokumenten, die an den Betreiber der Maschine übergeben werden, noch weitere Dokumente zu erstellen, welche vom Hersteller zu verwahren sind.

Die technische Dokumentation muss vom Hersteller mind. 10 Jahre aufgehoben werden. Es wird jedoch empfohlen, aus Gründen der parallel zu beachtenden Produkthaftung, die Dokumente mind. 30 Jahre aufzubewahren.

Anhand der technischen Dokumentation muss die Übereinstimmung der Maschine mit den Anforderungen der MRL erkennbar sein.

Die technische Dokumentation sollte mindestens folgende Inhalte aufweisen:

- allgemeine Beschreibung und bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine
- Übersichtszeichnung, Schaltpläne, detaillierte Beschreibungen und Erläuterungen für die Maschine
- Detailzeichnungen der Maschine für die Überprüfung der Übereinstimmung mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen
- Unterlagen über die Risikobeurteilung, einschließlich einer Liste der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen und eine Beschreibung der Schutzmaßnahmen zur Abwehr von Gefährdungen oder zur Risikominimierung einschließlich der Restrisiken
- Angaben über angewandte Normen und sonstige technische Spezifikationen einschließlich der von diesen Normen erfassten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen
- technische Berichte mit den Ergebnissen der Prüfungen (Dichtheitsprüfbescheinigung, Errichterbescheinigung, Material- und Gütenachweise)
- ein Exemplar der Betriebsanleitung
- Einbauerklärung und Montageanleitung für unvollständige Maschinen
- EG-Konformitätserklärung für eingebaute andere Maschinen oder Produkte

Die technische Dokumentation und die Dokumentation für den Betreiber müssen für die gesamte Maschine erstellt werden. Es ist nicht ausreichend, die Betriebsanleitungen aller Einzelkomponenten ordnerweise aneinanderzureihen.

Der Betreiber muss ein Gesamtdokument erhalten, mit dem er die gesamte Maschine oder/und Maschinenanlage betreiben kann. Dieses Dokument, im speziellen die Betriebsanleitung, muss folgende Punkte hinsichtlich der Maschine enthalten:

- Inbetriebnahme
- Einarbeitungshinweise
- wesentliche Merkmale
- bestimmungsgemäße Verwendung, vorhersehbare Fehlanwendung
- Handhabung, Restrisiken
- Sicherheitshinweise
- Wartung, Instandsetzung (Wartungsanweisungen mit vorgegebenen Zeitintervallen)
- Ersatzteile
- Montage, Demontage, Entsorgung
- Emissionen wie z.B. Luftschallemission, Vibrationsdaten

Neben der genannten Inhalten der technischen Dokumentation sind vom Arbeitgeber/Betreiber noch allgemeine Dokumente wie der Genehmigungsbescheid, Schriftverkehr mit den Behörden sowie eine Liste der Maßnahmen zu Realisierung der Nebenbestimmungen aus dem Genehmigungsbescheid in die Dokumentation einzupflegen. Darüber hinaus sind in die Dokumentation die erforderlichen Nachweise z.B. für die Wartung sicherheitsrelevanter Komponenten einzufügen.

2.1.5 Pflichtenwechsel – Anlagenbetreiber werden zu Herstellern

Ein Betreiber einer Maschine wird selbst zum Hersteller, wenn er wesentliche Veränderungen an der Maschine vornimmt oder mehrere Maschinen/Maschinenteile zusammenfasst. Als Hersteller der „neuen“ Maschine muss er die Sicherheit der Maschine gewährleisten. Zur Erkennung der Gefahren hat er selbst eine Risikobeurteilung durchzuführen und muss die Sicherheit der Maschine mit der EG-Konformitätserklärung bescheinigen sowie die Maschine mit der CE- Kennzeichnung versehen. Des Weiteren hat er die technische Dokumentation der neuen Maschine zu erstellen.

2.1.6 Wesentliche Änderungen

Bei Änderung einer Maschine hinsichtlich

- des Umfangs,
- der Leistung,
- der Funktion und
- der Sicherheitstechnik

muss eine Gefahreneinschätzung und -bewertung analog der Risikobeurteilung nach DIN EN ISO 12100 durchgeführt werden.

Wird durch die Veränderung an der Maschine eine neue Gefährdung hervorgerufen oder das bestehende Risiko und das Verletzungsmaß sowie die Unfallwahrscheinlichkeit erhöht, ohne dass dies durch einfach trennende Schutzeinrichtungen verhindert werden kann, so handelt es sich um eine wesentliche Änderung der Maschine.

Der „neue“ Hersteller hat alle Anforderungen der Maschinenrichtlinie einzuhalten.

Zur Erkennung einer wesentlichen Veränderung einer Maschine haben das Bundesministerium für Arbeit und die Bundesländer in Deutschland ein Interpretationspapier herausgegeben:

(Interpretationspapier des BMA und der Länder zum Thema „Wesentliche Veränderung von Maschinen“; Bekanntmachung des BMA vom 7. September 2000 – IIIc 3-39607-3).

Mit Hilfe der nachfolgenden Abbildung kann ermittelt werden, ob es sich um eine wesentliche Änderung an einer Maschine handelt.

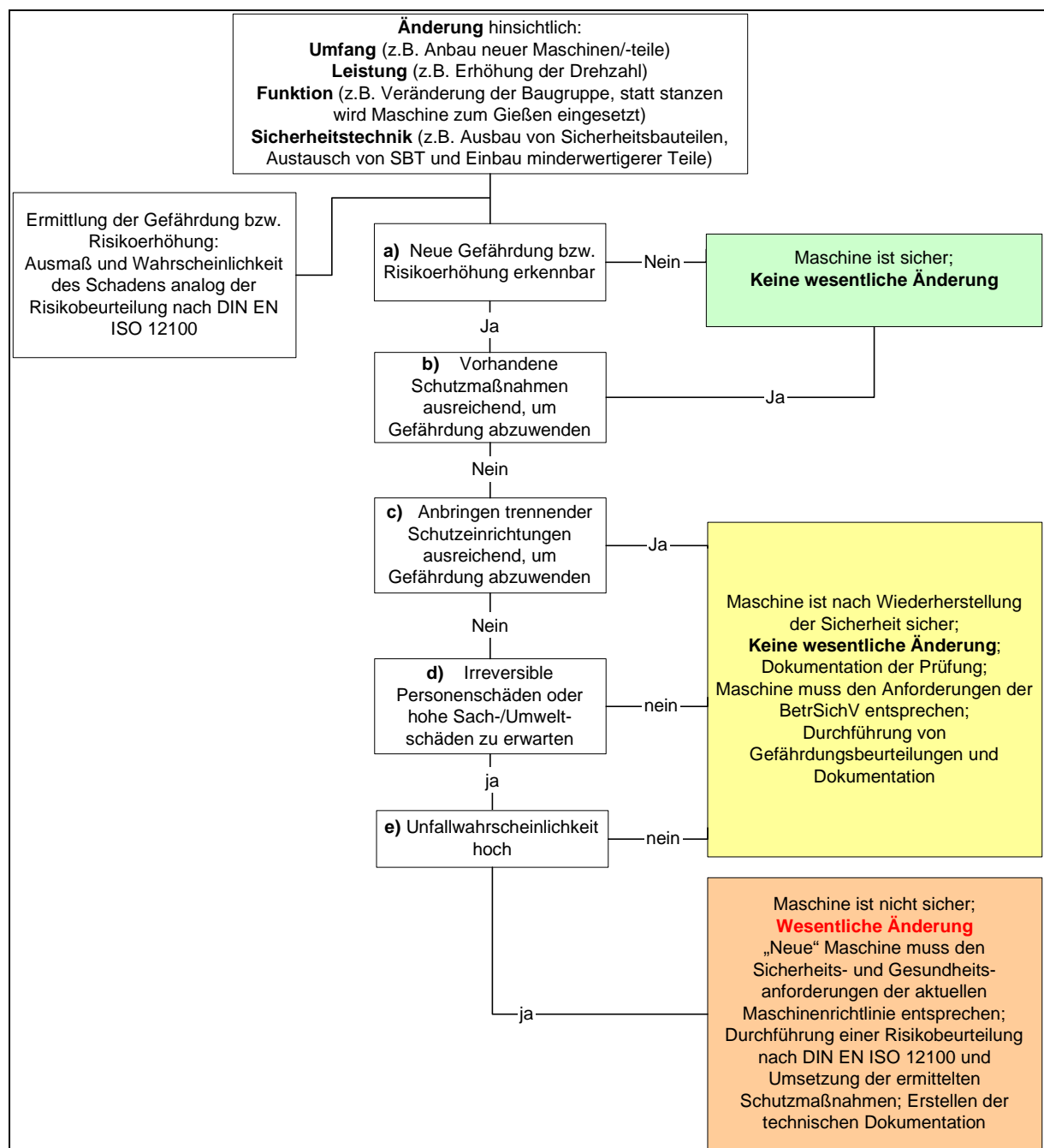


Abbildung 4: Entscheidungsbaum – wesentliche Änderung oder nicht

2.2 Betrieb der Anlage

Generell durch den Arbeitgeber zu beachten:

- Fachgerechte Planung der Durchführung von Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten
- Sicherstellung der Energieversorgung einschl. Hilfsenergien
- Berücksichtigung menschlicher Fehlhandlungen (unterlassener / falscher / unzulässiger Eingriff)
- Stoffpaarungen (miteinander reagierende Einsatz-, Betriebs- und Werkstoffe)
- Abweichung betrieblicher Parameter: p, T, F, Q, pH etc.

2.2.1 Die Gefährdungsbeurteilung

Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) fordert vom Arbeitgeber die Ermittlung der notwendigen Maßnahmen für die sichere Bereitstellung und Benutzung der Arbeitsmittel durch eine Gefährdungsbeurteilung nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG). Hierbei sind § 7 der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV, Anhänge 1 bis 5) und die allgemeinen Grundsätze des § 4 des ArbSchG zu berücksichtigen.

Bei der Gefährdungsbeurteilung nach der BetrSichV sind insbesondere die Gefährdungen zu berücksichtigen, die mit der Benutzung eines Arbeitsmittels selbst verbunden sind und die am Arbeitsplatz durch Wechselwirkungen der Arbeitsmittel untereinander oder mit Arbeitsstoffen oder der Arbeitsumgebung hervorgerufen werden.

Es handelt sich bei den Gefährdungsbeurteilungen also nicht um einen einmalig durchzuführenden und dann abgeschlossenen Prozess sondern um eine fortlaufende Aufgabe/Verpflichtung im Verantwortungsbereich des Arbeitgebers.

Die Technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 1111 „Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung“ beschreibt die Vorgehensweise zur Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen sowie zur Ableitung der notwendigen Maßnahmen für

- die Bereitstellung von Arbeitsmitteln,
- die Benutzung von Arbeitsmitteln und
- das Betreiben überwachungsbedürftiger Anlagen.

Die TRBS 1111 konkretisiert die BetrSichV hinsichtlich der Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen sowie der Ableitung von geeigneten Maßnahmen.

Der Ablauf einer Gefährdungsbeurteilung orientiert sich hierbei an folgenden Schritten:

- Informationen beschaffen
- Gefährdungen ermitteln
- Gefährdungen bewerten
- Maßnahmen festlegen
- Maßnahmen umsetzen
- Wirksamkeit der Maßnahmen überprüfen
- Dokumentation

Bei Anwendung der in diesen Sicherheitsregeln in Abschnitt 3 genannten Maßnahmen kann der Arbeitgeber insoweit die Vermutung der Einhaltung der Vorschriften der BetrSichV für sich geltend machen. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, hat er die gleichwertige Erfüllung der Verordnung schriftlich nachzuweisen.

Die mittels Gefährdungsbeurteilung ermittelten Maßnahmen sind gemäß einer vorgegebenen Rangfolge auf Realisierbarkeit zu prüfen:

1. Gefährdung vermeiden
2. Verbleibende Gefährdung möglichst gering halten
3. vor Gefährdung durch Einsatz technischer Maßnahmen schützen
4. Personen aus dem Gefahrenbereich fernhalten
5. Schulen und Unterweisen
6. vor Gefährdungen schützen durch Einsatz persönlicher Schutzausrüstung.

Die resultierenden Schutzmaßnahmen sind:

- Technische Maßnahmen (z. B. konstruktiv-technische Lösungen wie die Verkleidung von Antrieben),
- Organisatorische Maßnahmen (z. B. die Vorgehensweise nach festgelegten Prozeduren mit zugehöriger Aufzeichnung; die Durchführung von Prüfungen),
- Personenbezogene Maßnahmen (z. B. der Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung; Unterweisung)

In der Praxis zeigt sich häufig, dass eine Kombination verschiedener Maßnahmen eine einfache, schnelle und sichere Umsetzung der Maßnahmen bedeutet, ohne dass der Schutz der Beschäftigten nachteilig beeinflusst wird.

Nach der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung sind weiterhin folgende Unterlagen zu erstellen:

- Erstellung eines Prüfplanes mit Vorgaben zu wiederkehrenden Prüfungen, Prüfdurchführender, Prüfumfang und Dokumentation der Prüfergebnisse (siehe Muster im Anhang)
- Betriebsanweisungen und Arbeitsanweisungen auf der Grundlage von Betriebsanleitungen der Hersteller und Sicherheitsdatenblätter der gehandhabten Stoffe
- Nachvollziehbare Nachweise über die Funktionsprüfungen aller sicherheitsrelevanten Störmeldungen und Abschaltungen der Anlage (Substrat- und Gasbereich) einschließlich Dokumentation der Grenzwerte zur Inbetriebnahme
- Beschreibung des Alarm- und Meldesystems einschließlich Alarmplan, Feuerwehrplan und Brandschutzplan.

Der Einsatz von anderen Produkten/Gefahrstoffen oder wesentliche Änderungen der betrachteten Bereiche, örtlichen Gegebenheiten, Anlagen und Abläufe erfordern eine erneute Bewertung und ggf. zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen.

2.2.2 Explosionsschutzdokument

Kann nach den Bestimmungen der BetrSichV und der Gefahrstoffverordnung die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären nicht sicher verhindert werden, hat der Arbeitgeber ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. Hierin muss der Arbeitgeber beurteilen, ob durch die Bildung von g.e.A. am Arbeitsplatz bzw. in der Arbeitsumwelt eine Gefährdung für die Beschäftigten hervorgerufen werden kann. Die Ergebnisse der Beurteilung sowie die daraus abzuleitenden Sicherheitsmaßnahmen sind im Explosionsschutzdokument darzustellen.

Gemäß § 3 der Betriebssicherheitsverordnung sind bei der Beurteilung folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Die Eintrittswahrscheinlichkeit explosionsfähiger Atmosphäre bzw. die Dauer deren Existenz
- Die Existenz potentieller Zündquellen und deren Zündwahrscheinlichkeit
- Das mögliche Schadensausmaß von Explosionen

Mit dem Explosionsschutzdokument hat der Arbeitgeber nachzuweisen:

- dass die Explosionsgefährdung ermittelt und bewertet worden ist,
- in welchen Bereichen (Zonen) eine Explosionsgefährdung auftreten kann, differenziert nach der Art der gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre und deren Eintrittswahrscheinlichkeit (Zone 0 bis 2),
- mit welchen Maßnahmen eine Gefährdung vermieden bzw. auftretenden Gefährdungen begegnet werden soll
- nach welchen Kriterien Arbeitsmittel für explosionsgefährdete Bereiche auszuwählen sind
- welche organisatorischen Maßnahmen erforderlich sind.

Die Erstellung des Explosionsschutzdokumentes sollte in folgenden Schritten erfolgen:

- Ermittlung und Aufnahme der Arbeitsbereiche bzw. Arbeitsumwelt mit einer unvermeidbaren Explosionsgefährdung für das Personal (ggf. Ex Zonen festlegen)
- Beurteilung der Eintrittswahrscheinlichkeit explosionsfähiger Atmosphäre
- Ermittlung der Existenz potentieller Zündquellen und deren Zündwahrscheinlichkeit
- Beurteilung des Schadensausmaßes
- Festlegung der Schutzmaßnahmen (primär, sekundär, tertiär)
- Dokumentation der o. g. Arbeitsschritte in einem Explosionsschutzdokument samt Exzonenplan.

2.2.3 Betriebsanweisungen

Betriebsanweisungen sind verbindliche Anweisungen und Angaben, die der Betreiber bzw. Verwender von Maschinen, Anlagen, Arbeitsverfahren, Stoffen für seine Mitarbeiter und ggf. für beauftragte Dritte erstellen muss. Sie bedürfen der schriftlichen Form und sind in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache (vgl. § 14(1) GefStoffV), d.h. auch für ausländische Mitarbeiter, abzufassen. Sie sind den Mitarbeitern und ggf. den beauftragten Dritten nachweislich bekannt zu machen.

Die Erstellung von Betriebsanweisungen ist ferner in der Betriebssicherheitsverordnung, der Gefahrstoffverordnung, der Biostoffverordnung, der PSA-Benutzungsverordnung sowie in berufsgenossenschaftlichen Regelungen gefordert.

Die Betriebsanweisungen enthalten Erläuterungen und Hinweise über:

- Anwendungsbereich (z.B. Arbeitsbereiche, Arbeitsplatz, Tätigkeit, Arbeitsmittel, Gefahrstoffbezeichnung)
- Besonderen Gefahren für Mensch und Umwelt,
- Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln/Anweisungen,
- Verhalten im Gefahrfall (oder bei Störungen)
- Verhalten bei Unfällen / Erste Hilfe
- wenn sinnvoll: Wartung und Instandhaltung bzw. Sachgerechte Entsorgung

Die äußere Form und Struktur der Betriebsanweisungen sollte sich an den Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen nach § 14 GefStoffV und TRGS 555 orientieren. Eine einheitliche Gestaltung erleichtert die Handhabung und Übersicht.

Eine gute Untergliederung, übersichtliche Gestaltung und ausreichend kurze Darstellung der erforderlichen Informationen erhöht die Akzeptanz und Verständlichkeit.

Üblicherweise erfolgt mittels Farbgestaltung eine Unterscheidung der Betriebsanweisungen nach verschiedenen Kategorien (rechtliche Grundlage/Forderung, wie z.B. GefStoffV, BetrSichV, BioStoffV, PSA-BV, etc.) bzw. dem Typ.



BA Gefahrstoffe



BA Arbeitsmittel oder Tätigkeiten



BA Persönliche Schutzausrüstung (PSA)



BA Brandschutz



BA Biologische Arbeitsstoffe



BA Hygienemaßnahmen

Abbildung 5: Häufige Farbgestaltung von Betriebsanweisungen (Beispiele)

Geeignete Betriebsanweisungen dokumentieren nicht nur eine durchgeführte Gefährdungsbeurteilung, sondern sie dienen den Mitarbeitern als Gedankenstütze und den Vorgesetzten als wichtige Unterweisungsgrundlage. Betriebsanweisungen tragen bei sachgemäßer Erstellung und Handhabung wesentlich zu einem funktionierenden Arbeitsschutzsystem bei.

Die Kombination zwischen Explosionsschutzdokument und Betriebsanweisungen gehört zu den Grundlagen für den sicheren Betrieb einer Anlage. Sie sind die entscheidende Brücke zwischen den technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen einerseits und der betrieblichen Praxis andererseits. Nur Mitarbeiter/innen, die über die vorhandenen Arbeitsbedingungen und Gefahren am Arbeitsplatz informiert sind, können sich sicherheitsgerecht und gesundheitsbewusst verhalten.

2.2.4 Wartung/ Wartungsarbeiten

Die notwendigen Wartungen, Instandsetzungen (TRBS 1112 Teil 1) richten sich sowohl nach den Herstellerangaben des Generalunternehmers, Komponentenherstellers und Lieferanten sowie den notwendigen Fixierungen aus dem individuellen Betrieb und dem Standort der Anlage durch den Arbeitgeber/ Betreiber.

Bei Arbeiten sind individuelle Gefährdungen zu beurteilen bzw. Risiko- und Gefahrenanalysen in Abhängigkeit der Tätigkeiten zu beschreiben. Für bestimmte Arbeiten z.B. Arbeiten in Schächten, Schweißarbeiten empfiehlt es sich die „Unterweisung“ und „Arbeitsfreigabe“ mittels „Erlaubnisschein“ zu dokumentieren.

Unterweisungsnachweis		Formular-Nr. 11/11/10/0000000000	
	Ort: <input type="text"/> Datum: <input type="text"/> Uhrzeit: <input type="text"/>	Anlaß der Unterweisung: Wiederholungsunterweisung	
Inhalt der Unterweisung			
Grundlagen Arbeitssicherheit (AGS), Arbeitsschutzmaßnahmen (Anzeichen, Verbotsschilder, Gefahren, A-einseitig, Überschicht der Betriebsweisen (Excel-Liste)), Unterweisungen - Umgang mit Gefahrstoffen, Sicherheitsdatenblätter (SDS), Benutzung von Arbeitsmitteln (AM), Benutzung von Personenschutz (Ausrüstung) (PSA), Spezielle Betriebsvorschriften: BA, Arbeitsmittel, BA/PSA, Allgemeine...			
Unterwiesene			
Die nachfolgend aufgeführten Teilnehmer bestätigen durch ihre Unterschrift, dass sie an der Unterweisung teilgenommen und diese verstanden haben:			
Name	Vorname	Unterschrift	
Mittlerer Unterweisungsführer	Supervisor/Techniker	Unterschrift/Unterzeichnender	

Abbildung 6: Formular für Unterweisungsnachweis (Beispiel)

	Formblatt	FB 3.5.2			
	Erlaubnisschein / Arbeitsgenehmigung	Stand 12 / 07			
Nr.: _____ / _____	für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren in brand- und explosionsgefährdeten Bereichen				
beauftragte Person:	Name: _____ Name r. Unterschrift: _____				
2. Arbeitsort/Ort:					
3a. Brand- explosionsgefährdeter Bereich:	in Liniennr. von _____ in Teilzone nr. 10 (für ein explosionsgefährdetes Werk)				
3. Arbeitszeit/B. Tag ab/nach:					
4. Arbeitsverfahren:	Schweißen: _____ Schneiden: _____ sonstige: _____	andere Verfahren: _____			
5. Maßnahmen zur Vermeidung von Bränden:	<ul style="list-style-type: none"> - Ein Feuer ausgebrochen, benachbarte Flächen gegen die Gefahr geschützt werden - Entfernen von Hindernissen und Leckstellen wie z.B. Schweiß- und Leckstellen - Abdecken explosionsgefährdeter Stoffe oder Gegenstände mit geeigneten MMA nur ggf. durch Ankerung - Abdichten von Öffnungen, Fugen, Rissen, Durchdringungen, Bohrlöchern, Rinnen, Schächten und sonstige durch die Arbeit herbeizuführenden Stellen 				
6. Maßnahmen zur Vermeidung von Explosionen:	<ul style="list-style-type: none"> - Entfernen sämtlicher explosionsfähiger Stoffe und Gegenstände - auch Staubablagen und Behälter mit gefährlichen Inhalt - aus dem Bereich - Beseitigung von Gasansammlungen in Behältern und Anlagen (Dampfer, Kondensatoren) - Abdichten von kritischen Stellen, Apparaten, Rohrleitungen oder Anlagen mit explosionsfähigen Gasen oder Stoffen, die entzündbar oder explosionsfähig sind, ggf. durch Verbundung mit explosionsfähigen Maßnahmen - Technische Maßnahmen nach L&RL in Verbindung mit zeitlicher Überwachung 				
7. Bereitstellung von Feuerlöschmitteln:	Feuerlöscher mit: <input type="checkbox"/> Wasser <input type="checkbox"/> Pulver <input type="checkbox"/> CO ₂	in Löschdecken in geeigneter Weise in Wasserlöscher in wassergeräthlicher Form			
8. Überwachung der Ausführung:	Während der Arbeit durch: _____ Nach Beendigung der Arbeit durch: _____	Name: _____ Name: _____			
9. Ständige Anwesenheit:	<input type="checkbox"/> Ständige Anwesenheit <input type="checkbox"/> Aufsichtsperson MBE <input type="checkbox"/> Aufsichtsperson BMB				
10. Alarmierung:	Handy nr. / Nummer: _____	Alarmierung gerätekommuniziert			
11. Erlaubnis:	Die Arbeiten nach Punkt 5 dürfen erst begonnen werden, wenn die angegebenen Schutzmaßnahmen nach Punkt 5a und 5b eingehalten sind. Sollten sich die Durchführung der Arbeiten aus besonderen Gründen nicht durchführen lassen, sind die Anlagen (MBA, BMB) etc. zu entschärfen.				
Erlaubnis ausgestellt am: _____ Erlaubnis gültig bis: _____					
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 33%; padding: 5px; text-align: center;"> Unterschrift des beauftragten Verantwortlichen </td> <td style="border: 1px solid black; width: 33%; padding: 5px; text-align: center;"> Unterschrift des Aufsichtspersonen </td> <td style="border: 1px solid black; width: 33%; padding: 5px; text-align: center;"> Unterschrift des Ausführenden </td> </tr> </table>			Unterschrift des beauftragten Verantwortlichen	Unterschrift des Aufsichtspersonen	Unterschrift des Ausführenden
Unterschrift des beauftragten Verantwortlichen	Unterschrift des Aufsichtspersonen	Unterschrift des Ausführenden			

Abbildung 7: Formular für Erlaubnisschein (Beispiel)

2.2.5 Funktionskontrollen

Für einen sicheren Anlagenbetrieb ist es erforderlich, regelmäßig Funktionskontrollen an der Anlage durchzuführen und diese zu dokumentieren. Im Folgenden werden beispielhaft erforderliche Funktionskontrollen und die Intervalle der Durchführung dargestellt.³

Checkliste Biogasanlage

Anlagenfahrer

BGA

Dosierer	Tägl.	Wöch	Mon	Pumpencontainer	Tägl.	Wöch	Mon
Kontrolle auf Undichtigkeiten	x			Kontrolle Ölstand Substratpumpe Getriebe			x
Plausibilität Prozessleitsystem / Waage	x			Kontrolle Betriebsdruck Druckluft	x		
Geräusche / Laufruhe	x			Kontrolle Funktionalität Entschweiß, Gebläse	x		
Kontrolle Hydraulikaggregat (Ölstand)	x			Kontrolle Einstellung Entschwefelung	x		
Fettschmierung Dosierwalze			x	Kontrolle Druck Ausgleichsbehälter	x		
				Kontrolle Ölstand Kompressor		x	
				Kontrolle Kreiselpumpe	x		
Fermenter	Tägl.	Wöch	Mon	BHKW Container	Tägl.	Wöch	Mon
Kontrolle Füllstandsmessung (Seillängengeber)	x			Kontrolle Ölstand Ausgleichbehälter Motor	x		
Kontrolle Funktion Stützluftgebläse	x			Kontrolle Innenraum BHKW	x		
Kontrolle Wassertasse Überdruck/Unterdruckseite	x			Kontrolle Umfeld	x		
Kontrolle Wassertasse Frostschutz (Winter-25 °C)	x			Kontrolle Plausibilität Gasmessgerät - PLS		x	
Sichtkontrolle auf Dichtigkeit (Flüssigkeit)	x			Kontrolle Filter / Ablass /Ölwechsel		x	
Kontrolle Gasaustritt							
Sichtkontrolle Flüssigkeitsstände Schauglas	x			Separation	Tägl.	Wöch	Mon
Kontrolle Leichtigängigkeit Unterdruckglocke	x			Abschmierung Separator	x		
Sichtkontrolle auf Fremdkörper und Schmutz	x			Kontrolle Verschmutzung Siebe		x	
Öffnen der Überdrucktasse				Kontrolle Umfeld Separation	x		
Kontrolle auf Fremdkörper Schmutz u. Ablagerungen			x	Reinigung / Kontrolle Spaltsieb nach Bedarf			x
Kontrolle auf Leichtigängigkeit der Überdruckglocke			x	Kontrolle Ablauf zum Anmischbehälter	x		
Sichtkontrolle auf Befestigung des Gerätes			x				
Sichtkontrolle Fermenterinhalt	x			Kondensatschacht	Tägl.	Wöch	Mon
Kontrolle Rührwerkspositionen und Einstellungen	x			Sichtkontrolle im Kondensatschacht	x		x
Sichtkontrolle Fermenterumfeld	x			Kontrolle Kondensatablass Aktivkohlefilter	x		
Kontrolle Kondenswasserhahn Ferm - Nachgärer		x					
Kontrolle Fettdichtungen der Rührwerke		x		Betriebsdaten	Tägl.	Wöch	Mon
Nachgärer	Tägl.	Wöch	Mon	Erfassung Betriebstagebuch Vergärung	x		
Kontrolle Füllstandsmessung (Seillängengeber)	x			Erfassung Betriebstagebuch Motor	x		
Kontrolle Funktion Stützluftgebläse	x			Erfassung BLE Betriebstagebuch			
Kontrolle Wassertasse Überdruck/Unterdruckseite	x			Kontrolle TS Gehalt (Mittwoch und Samstag)		x	
Kontrolle Wassertasse Frostschutz (Winter-25°C)	x			Erfassung von Fehler im Dokubuch			
Sichtkontrolle auf Dichtigkeit (Flüssigkeit)	x			Kontrolle Fos/Tac (Samstag)		x	
Kontrolle Gasaustritt							
Sichtkontrolle Flüssigkeitsstände Schauglas	x			Trocknungsanlage	Tägl.	Wöch	Mon
Kontrolle Leichtigängigkeit Unterdruckglocke	x			Aufnahme Wärmemenge			
Sichtkontrolle auf Fremdkörper und Schmutz	x			Aufnahme Strombedarf Zahler Trocknung	x		
Öffnen der Überdrucktasse				Sichtkontrolle Trocknungsanlage	x		
Kontrolle auf Fremdkörper Schmutz u. Ablagerungen			x				
Kontrolle auf Leichtigängigkeit der Überdruckglocke			x	Güلتank / Zuckerrübenlager	Tägl.	Wöch	Mon
Sichtkontrolle auf Befestigung des Gerätes			x	Kontrolle Dichtigkeit			
Sichtkontrolle Nachgärerinhalt	x			Kontrolle Schneckenpumpe	x		
Kontrolle Fettdichtungen der Rührwerke		x		Kontrolle Schieber	x		
Sichtkontrolle Fermenterumfeld	x				x		
Kontrolle Kondenswasserhahn Ferm - Nachgärer		x		Regenauffangbecken	Tägl.	Wöch	Mon
Kontrolle Rührwerkspositionen und Einstellungen	x			Sichtkontrolle	x		
Anmischbehälter	Tägl.	Wöch	Mon	Sickersaftschächte	Tägl.	Wöch	Mon
Kontrolle Wassertasse Überdruck/Unterdruckseite	x			Abläufe Sickersäfte			
Kontrolle Wassertasse Frostschutz (Winter-25°C)	x			Sickersaftschacht	x		
Sichtkontrolle auf Dichtigkeit (Flüssigkeit)	x			Füllstand / Pumpsystem	x		
Kontrolle Gasaustritt					x		
Sichtkontrolle Flüssigkeitsstände Schauglas	x						
Kontrolle Leichtigängigkeit Unterdruckglocke	x						
Sichtkontrolle auf Fremdkörper und Schmutz	x						
Öffnen der Überdrucktasse							
Kontrolle auf Fremdkörper Schmutz u. Ablagerungen			x				
Kontrolle auf Leichtigängigkeit der Überdruckglocke			x				
Sichtkontrolle auf Befestigung des Gerätes			x				
Sichtkontrolle Anmischbehälter	x						
Kontrolle Rührwerk und Einstellung	x						
Sichtkontrolle Umfeld	x						
Sichtkontrolle Anmischbehälterinhalt	x						
Kontrolle Fettdichtungen der Rührwerke		x					

³ Quelle: Enagra Technik & Service GmbH & Co KG

3 Maßnahmen für sichere Anlagen

Für alle Bauwerke (Fundamente, Anfahrschutz, Gebäude, Räume, Behälter, Gasspeicher etc.) sind statische Nachweise vom Hersteller und ggf. des zuständigen Prüfstatikers vorzuhalten. In den Nachweisen muss die reale Ausführung wie z.B. Rührwerke, Durchbrüche, Leitbleche berücksichtigt werden.

Zum Schutz vor Anstoß und Beschädigung durch Fahrzeuge in gefährdeten Bereichen sind die Baugruppen der BGA und ihre Ausrüstungsteile z. B. durch Anfahrschutz, Abschränkung, Geschwindigkeitsbegrenzungen oder Einhaltung von individuellen Schutzabständen zu schützen.

Exponierte Rohrleitungen sind mit Sollbruchstellen auszurüsten.

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

Gärbehälter / Fermenter müssen mit jederzeit wirksamen Sicherheitseinrichtungen (Über-/Unterdrucksicherungen) versehen sein, die eine unzulässige Änderung des Innendrucks unabhängig von der Außentemperatur und z.B. Schaumbildung im Fermenter verhindern.

Bei Auswahl und Dimensionierung der Über-/Unterdrucksicherungen sind die statischen und dynamischen Druckverhältnisse des Gassystems, der Gasspeicher, der Substratentnahme und der Gasvolumenströme zu beachten.

Über-/Unterdrucksicherungen mit Flüssigkeitsverschluss sind weit verbreitet. 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. Dabei muss sichergestellt sein, dass die Sperrflüssigkeit weder beim Abblasen von Biogas noch beim Ein-saugen von Luft verloren geht. Die Grundsatzanforderung, dass nach dem Ansprechen die Über- /Unterdrucksicherung bei nachlassendem Über-Unterdruck wieder selbsttätig schließt, gilt sowohl bei mechanischen als auch bei hydraulischen Über-Unterdrucksicherungen.

Bei Auslegung, Montage und Betrieb sind grundsätzlich die Witterungsbedingungen zu berücksichtigen:

- bei Flüssigkeitssperre: Gefrieren / Verdunsten des Mediums
- bei mechanischen Sperren: Veränderung der Eigenschaften von Dicht- und Schmierstoffen.

Für eine zusätzliche Absicherung von Behältern mit starrer Abdeckung (z.B. Beton- / Stahl) empfiehlt sich die Montage von Druckentlastungsklappen bzw. Berstscheiben als redundante Sicherheitseinrichtungen. Deren Notwendigkeit ist abhängig von der Bauart des zu schützenden Behälters und der verwendeten Über-/Unterdrucksicherung.

Vor Ansprechen der Unterdrucksicherung (Luft- / Sauerstoffeinbruch) sollte eine sichere Abschaltung der Gasverbrauchseinrichtungen erfolgen – z.B. von einem Unterdruckschalter (PZA ...) – sowie eine Alarmierung / Warnung gewährleistet sein.

In Behältern mit Flüssigkeits- und Gasbeaufschlagung (z.B. Gärbehälter und gasdichte Lagerbehälter) muss sichergestellt sein, dass der Maximalfüllstand der Flüssigkeit nicht überschritten wird, damit die Gasleitungen und die Drucksicherungen nicht in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Unabhängig davon, ob ein freier Überlauf vorhanden ist, sollte eine sicherheitsgerichtete Überfüllsicherung (FAIL – SAFE) installiert werden, die auch bei der Bildung von Schaum (Prozessstörung, Schaumgärung) reagiert.

Alle beweglichen Teile, z.B. Pumpen, Verdichter sind z.B. durch Schwingungsdämpfer oder Kompensatoren mit Festpunkten vom Rohrleitungssystem zu entkoppeln.

Medienleitungen sind zu kennzeichnen (Medium, Fließrichtung).

Die Sicherheitsbeschilderung für alle Zugänge zu Schutzbereichen der BGA ist mindestens wie folgt auszuführen (BetrSichV, Anh. 4, 2.3):



P06 Zutritt für Unbefugte verboten



P02 Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten

Explosionsgefährdete Bereiche sind zusätzlich durch folgendes Schild zu kennzeichnen (BetrSichV Anh. 4, 2.4):



Kennzeichen W 21

Im Rahmen der anlagenbezogenen Gefährdungsbeurteilung werden ggf. weitere Kennzeichnungspflichten ermittelt (Kennzeichnung gemäß BGV A8).

Aus der Sicht des Arbeits- und Explosionsschutzes sollte das oberste Ziel sein, möglichst keine Bereiche mit gefährlicher Atmosphäre zu haben (primärer Schutz). Dies kann zum Beispiel durch technische Lüftung erfolgen.

Hinweis zur ausreichenden Dimensionierung der Be- oder Ablüftung am Beispiel CH₄:

$$\frac{V_{\text{max, CH}_4}}{V_{\text{Biogas}} + V_{\text{Luft der Be- und Entlüftung}}} = \ll 50 \% \text{ UEG CH}_4 \text{ in Luft}$$

Die effektivsten Methoden zum Bau und zum Betrieb einer sicheren Biogasanlage sind (Beispiele):

- a) Übergreifende Planung der BGA in Anlehnung an die HOAI- Leistungsphasen
- b) Vergabe an Fachfirmen, die in der Lage sind, Herstellererklärungen, Konformitätserklärungen und Fachunternehmererklärungen mit der Dokumentation und den Betriebsanweisungen der BGA dem Endkunden auszuhändigen
- c) Bauüberwachung mit der Koordination der Einzelgewerke
- d) Fremdüberwachung zur Kontrolle von Ausführungen in der Montagephase, die während der Inbetriebnahme oder der Tests nicht mehr gesehen werden können
- e) Sicherheitstechnische Prüfungen der BGA mindestens durch „Befähigte Personen“ im Sinne der BetrSichV vor Aufnahme des Probebetriebes und wiederkehrend alle 3 Jahre und einem ausgesuchten Umfang der Fachgebiete durch einen § 29a BIm-SchG – Sachverständigen auf Basis eines Sicherheitskonzeptes
- f) eine intensive, umfassende und wiederkehrende (mindestens alle 2 Jahre) aktienkundige Betreiber - Schulung und eine jährliche Schulung des Arbeitnehmers im Sinne der BetrSichV

Im Folgenden wird beispielhaft je Anlagenteil und Betriebszustand auf unterschiedliche Strategien für einen sicheren Betrieb eingegangen.

Grundlage für die Festlegung von Maßnahmen zum sicheren Anlagenbetrieb ist eine individuelle, auf die jeweilige Anlage angepasste Gefahrenanalyse. Diese liegt in der Verantwortung des Betreibers (Bestandteil der Betreiberpflichten) und muss bei Änderungen der Anlage aktualisiert werden. Die Eintrittswahrscheinlichkeit für die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre ergibt sich damit für jedes Anlagenteil vom Annahmebehälter über den Fermenter selbst bis hin zum Gasverbraucher/Notfackel und für jeden Betriebszustand (Normalbetrieb, Wartung, Störung) aus der vom Betreiber vorgenommenen Gefahrenanalyse.

Nur die intensive Auseinandersetzung mit der eigenen Anlage und den Gefahren der einzelnen Anlagenteile versetzt den Betreiber in die Lage, wirkungsvollen Personen- und Sachschutz vorzusehen und Mitarbeiter ausreichend zu informieren.

3.1 Annahmebereich

Im Annahmebereich werden die zu vergärenden Substrate bereitgestellt. Bei flüssigen wie auch festen Substraten kann es durch bakterielle Prozesse zu Sauerstoffzehrung kommen. Dies kann in schlecht belüfteten Bereichen zu Erstickungsgefahr führen.

Eintrags- und Befüllöffnungen sind gegen Hineinstürzen zu sichern. Befüllöffnungen sollten zur Hauptwindrichtung so angeordnet werden, dass Gase bzw. Stäube vom Bedienbereich weggeführt werden. Staubgefährdungen sind insbesondere durch Verwirbelungen bei Befüll- oder Entnahmearbeiten von besonders trockenen festen Substraten zu erwarten.

3.1.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb ist in Abhängigkeit der baulichen Ausführung des Annahmebereichs und der gelagerten Stoffe, mit geringer bis hoher Wahrscheinlichkeit mit Erstickungs-, Vergiftung und Explosionsgefahr zu rechnen. Insbesondere bei der Annahme von schwefelhaltigen Substraten, wie z.B. eiweißhaltigen Abfällen aus der Lebensmittelindustrie, kann es zur Bildung von H_2S kommen, welches in höheren Konzentrationen nicht wahrnehmbar ist und dann tödlich sein kann. Für jede Anlieferung muss der Betreiber somit die Eintrittswahrscheinlichkeit in seiner Gefahrenanalyse selbst festlegen und geeignete Gefahrenabwehrmaßnahmen treffen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Kennzeichnung
- natürliche und/oder technische Lüftung der Lagerstätten
- Raumlüftüberwachung
- regelmäßige Kontrollen der Lüftung, Ergebnisse werden im Betriebstagebuch festgehalten
- Silos, Tiefbunker, Gruben, Lagertanks etc. sind keine ständigen Arbeitsstätten

3.1.2 Wartung

Bei Wartungsarbeiten ist, in Abhängigkeit der baulichen Ausführung des Annahmebereichs und der gelagerten Stoffe, mit geringer bis hoher Wahrscheinlichkeit mit Erstickungs-, Vergiftungs- und Explosionsgefahr zu rechnen. Der Betreiber muss die Wahrscheinlichkeit, dass bei Wartungsarbeiten Gefahren insbesondere für das Personal auftreten, innerhalb seiner Gefahrenanalyse selbst festlegen und sich somit intensiv vor jeder Wartung damit befassen. Die Gefahren, die z.B. bei Anwesenheit schwefelhaltiger Co-Substrate (H_2S -Bildung, tödlich!) vorliegen, müssen für jedes Substrat mit festgelegt werden. Die Auswirkung einer unzureichenden Lüftung des Annahmebereichs wäre hoch, da bei Wartungsarbeiten in der Regel Personal anwesend ist.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Vor dem Betreten den Annahmebereich ausreichend belüften, reicht die natürliche Belüftung nicht aus, ist eine technische Lüftung hinzuzuziehen
- Silos, Tiefbunker, Gruben etc. sind vor dem Betreten mit einem Messgerät (mind. CH_4 , H_2S , O_2 und CO_2) zum Personenschutz frei zu messen
- zum Betreten sind Rettungsgeschirr und Atemschutz zu verwenden - Achtung keine Alleinarbeit, Sicherungspersonal muss vorhanden sein
- Regelmäßige Prüfungen und Optimierungen durch den Betreiber der Anlage. Die Ergebnisse werden schriftlich im Betriebstagebuch festgehalten.

3.1.3 Störung

Bei Störungen, z.B. Ausfall der Lüftung, ist, in Abhängigkeit der baulichen Ausführung des Annahmebereichs und der gelagerten Stoffe, mit geringer bis hoher Wahrscheinlichkeit mit Erstickungs-, Vergiftungs- und Explosionsgefahr zu rechnen. Wichtig ist, dass sich jeder Betreiber im Rahmen der Gefahrenanalyse mit seiner eigenen Anlage gut auskennt und z.B. die Auswirkungen eines Lüftungsausfalls selbst im Rahmen seiner Gefahrenanalyse abschätzt. Werden z.B. Substrate, die H₂S bilden können, angeliefert oder gelagert, so besteht bei Ausfall der Lüftung und bei Anwesenheit dieser Substrate eine besonders hohe Gefährdung (H₂S ist tödlich).

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Beseitigung der Störung unter Berücksichtigung der o.g. Gefahrenabwehrmaßnahmen zur Wartung.

3.2 Vorbehandlung

Eine Vorbehandlung kann eine chemische, physikalische oder biologische Behandlung sein.

Beim Umgang mit biologisch aktiven Einsatzstoffen, insbesondere der Mischung von Silage mit Rezirkulat, ist auf eine gute Be- und Entlüftung zu achten. Bei ungünstigen Bedingungen können innerhalb kurzer Zeit gefährliche Mengen CH_4 , CO_2 , H_2S , NH_3 , H_2 etc. freigesetzt werden. Im Folgenden wird nur auf die Gase CH_4 , CO_2 und H_2S eingegangen.

Achtung! Besondere Vorsicht ist beim Einsatz von verschiedenen Abfällen geboten. Es dürfen nur solche Substrate und Stoffe zusammen gelagert, behandelt oder eingebracht werden, die keine unkontrollierbaren Reaktionen verursachen.

Bei der Hygienisierung ist eine vermehrte Ausbreitung von an Aerosolen gebundenen organischen Schadstoffen z.B. Pilzen zu erwarten und mit einer Verbrühungsgefahr zu rechnen.

3.2.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb kann es bei der Vorbehandlung in Abhängigkeit von den eingesetzten Substraten zur Bildung von gefährlichen Gasen kommen (vgl. auch Ausführungen zur H_2S -Bildung unter 3.1.1). Die Wahrscheinlichkeit der Bildung einer g.e.A ist gegenüber der Gefahr, die durch Bildung gefährlicher Gase ausgeht, eher gering, sollte aber innerhalb der eigenen Gefahrenanalyse selbst vom Betreiber festgesetzt werden.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Kennzeichnung des Gefährdungsbereichs
- Neue Einsatzstoffe werden in kleinen Mengen unter kontrollierten Bedingungen vorbehandelt, um eine negative Reaktion auszuschließen
- Die Vorbehandlung sollte nur im Freien oder in gut be- oder entlüfteten Räumlichkeiten durchgeführt und ggf. mit einem Luftreinigungssystem verbunden werden
- Alternativ zur Vorbehandlung in offenen Systemen sind einige Vorbehandlungssysteme mit dem Gassystem koppelbar

3.2.2 Wartung

Bei der Wartung kann es in Abhängigkeit von den eingesetzten Substraten zur Bildung von gefährlichen Gasen kommen. Auch hier ist die Wahrscheinlichkeit der Bildung einer g.e.A gegenüber der Gefahr, die durch Bildung gefährlicher Gase ausgeht, eher gering, sollte aber innerhalb der eigenen Gefahrenanalyse selbst vom Betreiber festgesetzt werden.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Regelmäßige Prüfung und Optimierungen durch den Betreiber der Anlage. Die Ergebnisse werden schriftlich im Betriebstagebuch festgehalten
- Antriebe und Steuerungen der betroffenen Aggregate sind allpolig stromlos zu schalten und gegen unbefugtes Anfahren zu sichern
- Behälter und Gruben sind vor dem Betreten mit einem Gaswarngerät mit mindestens 4 Messkanälen (CH₄, O₂, H₂S und CO₂) zum Personenschutz frei zu messen.
- Eine ausreichende, ständige Belüftung während der Arbeiten ist sicherzustellen.
- Ggf. ist zum Betreten Rettungsgeschirr und Atemschutz zu verwenden.
 - Achtung keine Alleinarbeit, Sicherungspersonal muss vorhanden sein!
- Ggf. ist funkenarmes Werkzeug zu benutzen, nicht statisch aufladbare Kleidung sowie entsprechendes Atemschutzgerät zu tragen

3.2.3 Störung

Bei Störungen kann es in Abhängigkeit von den eingesetzten Substraten zur Bildung von gefährlichen Gasen kommen. Es ist besondere Vorsicht geboten und Gefahrenabwehrmaßnahmen sind zwingend vorzunehmen. Jede mögliche Gefahr ist vom Anlagenbetreiber innerhalb der Gefahrenanalyse selbst festzulegen, insbesondere ist die Art der Substrate mit zu berücksichtigen, um tödliche Unfälle durch z.B. H₂S-Bildung zu verhindern. Die Wahrscheinlichkeit der Bildung einer g.e.A gegenüber der Gefahr, die durch Bildung gefährlicher Gase ausgeht, ist eher gering, sollte aber innerhalb der eigenen Gefahrenanalyse selbst vom Betreiber festgesetzt werden.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Beseitigung der Störung unter Berücksichtigung der o.g. Gefahrenabwehrmaßnahmen zur Wartung.

3.3 Fermenter und andere gasdichte Prozessbehälter

Die Fermenter und Prozessbehälter einer BGA dienen dem biologischen, physikalischen und chemischen Aufschluss der Einsatzstoffe und der biologischen Umsetzung zu Biogas und Gärprodukt.

Sind Fermenter und Prozessbehälter, die mit einer Gasmembran abgedeckt sind, zum Wetterschutz zusätzlich eingehaust, z.B. mit einer Stahldachkonstruktion oder Tragluftfolie, sollte der Zwischenraum zur Vermeidung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre von Luft durchströmbar sein, bzw. technisch belüftet werden. Bei Tragluftfoliensystemen erfüllt das Gebläse auch die Funktion der technischen Belüftung. Ebenfalls dient es dazu, ein fehlendes Volumen durch eine absinkende Gasmembran sicher auszugleichen, ohne dass ein Unterdruck im Behälter entsteht und unkontrolliert Luft über die Unterdrucksicherung in den Behälter gelangt.

Über die Eintragungssysteme sollte kein Biogas entweichen können. Dies wird z.B. mit dem Pressschneckenverfahren, bei dem ein Restpfropfen in der Schnecke den Fermenter sicher nach außen abdichtet, oder einen ständig getauchten Eintrag erreicht. Rohr-, Kabel- und Wellendurchführungen sollten so ausgeführt sein, dass aus dem Fermenter oder Prozessbehälter kein Gas entweicht. Dies kann technisch durch eine Dichtung oder baulich durch die Positionierung der Durchführung unterhalb des Substratspiegels erzielt werden. Die Fermenter und Prozessbehälter sind mit einer Über- / Unterdrucksicherung sowie ggf. mit Berstscheiben auszurüsten. Es empfiehlt sich, in jedem Reaktor und Fermenter den Gasdruck und Füllstand zu überwachen.

Bei Anwendung der biologischen Entschwefelung im Gasraum über dem Substrat mittels Einblasen von Luft ist auf die korrekte Dimensionierung und Auslegung der Gebläse, deren Aufstellung und deren sicherheitstechnische Verschaltung (Unterbindung eines Biogastrückstromes) zu achten. Dies ist z.B. durch ein gasdichtes Rückschlagventil in der Zuluftleitung in unmittelbarer Behälternähe zu realisieren. Bei Systemen mit Bypassregelungen ist der Überschuss sicher nach außen abzuführen.

Beim Einsatz von Gasmembranen sollte rechnerisch nachgewiesen werden, dass die Methanpermeation so gering ist bzw. der Luftwechsel so hoch ist, dass außerhalb der Gasmembran (insbesondere im Zwischenraum der Traglufthaube) keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann. Eine Berechnung ist im „Merkblatt zur Überprüfung der Gasdichtigkeit von Biogastraglufthauben (so genannte Doppelmembran-Biogasspeicher) im Normalbetrieb“ des SVK Biogas vom 8. März 2011 dargestellt.

3.3.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb ist keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in den Fermentern und Prozessbehältern vorhanden, weil weder über die Unterdrucksicherung noch durch das Eintragssystem oder Durchführungen Luftsauerstoff eintreten kann. Dies kann durch den Arbeitgeber (Betreiber) durch die Erstellung und Befolgung einer Betriebsanweisung: Beschickung des Fermenters mit Substrat – Gasproduktion – Gasabnahme (Motor) sichergestellt werden.

Des Weiteren ist der Sauerstoffeintrag, z.B. durch die biologische Entschwefelung, so zu dimensionieren, dass bei Füllständen und Gasproduktion im Normalbetrieb niemals eine Sauerstoffkonzentration von z.B. über 3 Vol % in Anlehnung an das DVGW Arbeitsblatt G 260 (Stand Januar 2000) erreicht werden kann. Diese Überwachung kann z.B. mit einer sicherheitsgerichteten Rohgasanalyse (FAIL – SAFE) auf O₂ und / oder CH₄ erfolgen.

Im Normalbetrieb tritt außerhalb der Fermenter und Prozessbehälter keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auf, weil die Fermenter und Prozessbehälter gasdicht sind, die Überdrucksicherung nicht anspricht, Eintragssysteme und Durchführungen getaucht bzw. gasdicht ausgeführt sind, die Methankonzentration im Zwischenraum und an dessen Öffnungen sehr gering ist und in der Zuluftleitung der Entschwefelung als Rückstromsicherung ein gasdichtes Rückschlagventil verbaut ist.

Schaugläser sind gasdicht in den Fermenter und an der freien Atmosphäre (nicht in geschlossene Räume mündend) zu installieren.

Bei abweichender Ausführung oder Betriebsweise der BGA kann es im Normalbetrieb individuell zu gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären außerhalb des Fermenters oder Prozessbehälters kommen (bspw. bei ständiger Überproduktion von Biogas und Abblasen über die Überdrucksicherung), so dass vom Arbeitgeber eigenverantwortlich in Abhängigkeit von austretender Methanmenge, Örtlichkeit usw. Zonen zu deklarieren sind.

Darüber hinaus sollten die minimalen und maximalen Füllstände des Substrates sicherheitstechnisch (FAIL – SAFE) mit Folgehandlungen überwacht werden. Dadurch kann sowohl ein Überfüllen (Max mit der Folgehandlung z.B. „Abschaltung“ der Zuführungsleitung / Pumpe und AOSA) wie auch Unterschreiten des Füllstandes (Min mit der Folgehandlung z.B. „Abschaltung (allpolig)“ von nicht mit einer Kategorie gekennzeichneten (nicht ex-geschützen) Rührwerken, Antrieben der Einbringtechnik und AOSA) sicher vermieden werden. Eine kontinuierliche Füllstandsmessung ermöglicht die Erkennung von Füllstandsänderungen, die nicht auf Pumpvorgängen beruht.

Je nach gewählter Einbringtechnik und Ausführung (z.B. gasdicht, EX etc.) muss eine sichere und überwachte Abtauchung in das Gärsubstrat erfolgen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Regelmäßige Begehungen und Optimierungen durch den Betreiber der Anlage. Die Ergebnisse werden schriftlich im Betriebstagebuch festgehalten (auch Luftdosierung!)
- Regelmäßige Dichtigkeitsprüfungen durch den Betreiber der Anlage, z.B. gemäß DVGW G 469 A4 (Stand: 1987 oder 2010)
- Arbeitstägliche Sichtkontrolle der Durchführungen auf Dichtigkeit
- Regelmäßige Kontrolle und evtl. Nachfüllung der Dichtmittel
- Füllstandsüberwacht: bei Kontakt der Durchführungen, die durch Überstauung gedichtet werden, mit dem Gasraum erfolgt eine Alarmmeldung an das Betriebspersonal
- Füllstandsmessungen für den Gasbetrieb (gestaffelte An – und Abwahl der Gasnutzer und Anschaltung der AOSA)
- Füllstandsmessungen im Substratraum zur Abschaltung von Zuführsystemen / -pumpen, Abschaltung von Antrieben (Pumpen, Einbringtechnik etc.) und Anschaltung der AOSA
- Werden die Durchführungen, die durch Überstauung gedichtet werden, nicht getaucht betrieben und wird Gas im Fermenter produziert, ist durch regelmäßige Begehung und Messung die Gasdichtigkeit der Durchführung sicherzustellen.
- Mind. jährliche Funktionsprüfung der Füllstands – und Drucküberwachungen.

3.3.2 Wartung

Bei der Wartung der Rührwerke, Dichtungen etc. kann es notwendig sein, den jeweiligen Fermenter zu öffnen und zu betreten. Hierbei kann es durch brennbare Gase und Luftsauerstoff zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre kommen.

Zündquellen in Form von elektrostatischen Auf- und Entladungen, Feuer oder Wärme sind bei ordnungsgemäßer Wartung nicht vorhanden. Dazu muss Kleidung getragen werden, die sich nicht statisch auflädt und Werkzeug benutzt werden, das keine Funken verursachen kann. Die Auswirkung einer Zündung wäre hoch, da Personal örtlich anwesend ist. Sollte der Füllstand des Substrats bei Wartungsarbeiten die getauchten Einbauten wie Rührwerksdurchführungen und Eintragschnecke unterschreiten, sind die betroffenen Aggregate z.B. allpolig stromlos zu schalten.

Zonen um die möglichen Gasaustritte sind eigenverantwortlich vom Arbeitgeber oder in dessen Auftrag von befähigten Personen festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Vor Öffnen eines Fermenters sind die zugehörigen Aggregate abzuschalten und die Gasproduktion auf ein Minimum herunterzufahren. Der Inhalt des Gasraums wird entleert, d.h. dem BHKW oder anderen Verbrauchern zugeführt.
- Die Verbindung zwischen dem betroffenen Behälter und weiteren Behältern muss gasdicht abgesperrt werden (z.B. über eine Steckscheibe).
- Eine ausreichende, ständige Belüftung des Fermenters während der Arbeiten ist sicherzustellen.
- Bei den Arbeiten am geöffneten Fermenter sind geeignete Personenschutzmessgeräte in der erforderlichen Anzahl für die zu erwartenden Gaskomponenten (mind. 4-Kanalmessgerät CH₄, O₂, H₂S und CO₂) zu verwenden, ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen, sowie nicht statisch aufladbare Kleidung und entsprechendes Atemschutzgerät zu tragen.
- Dichtheitsprüfungen nach Beendigung der Arbeiten am Behälter sind z.B. mit schaubildenden Mitteln durchzuführen, falls Dichtungen geöffnet bzw. ausgetauscht wurden.
- Nach Wiederanfahren des Fermenters sind die regelmäßigen Begehungen mit Sichtkontrollen durch das Betriebspersonal wieder aufzunehmen.

- Die Fördereinrichtungen und Rührwerke werden erst bei getauchter Fermenterdurchführung wieder angefahren.
- Werden Durchführungen nicht getaucht betrieben und wird Gas im Fermenter produziert, wird durch regelmäßige Begehung und Messung die Gasdichtigkeit der Durchführung sichergestellt.

3.3.3 Störung

Bei Störungen (z.B. niedriger Substratfüllstand) kann über die dann nicht mehr abgetauchte Förderschnecke bzw. Rührwerksdurchführung bis zum Ansprechen der Unterdrucksicherung Sauerstoff (Luft) in den Fermenter gelangen bzw. (später) Gas austreten. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist eher gering, sollte aber vom Betreiber innerhalb der Gefahrenanalyse berücksichtigt werden. Die Geschwindigkeit der Substratentnahme kann z.B. durch den Anlagenbetreiber oder eine automatische Überwachung beeinflusst werden. Eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen, Feuer oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Wartung nicht vorhanden. Außerhalb des Fermenters wird das austretende Gas bis auf unbedenkliche Werte verdünnt. Die Auswirkung einer Zündung ist gering, da in der Regel kein Personal örtlich anwesend ist.

Die möglichen Zonen bei Störungen sind eigenverantwortlich vom Arbeitgeber oder in dessen Auftrag von befähigten Personen festzulegen.

Ferner sind Maßnahmen zu treffen, die das Aufschäumen von Substrat und Schwimmschichten vermeiden. Insbesondere sind Einrichtungen zu installieren (z.B. Wassereindüsung), die diesen Schaum von den Sicherheitsarmaturen (z.B. Über- und Unterdrucksicherung, Berstscheiben) entfernen können. Wasserleitungen sind gegen das Eindringen von Biogas zu sichern, z.B. durch gasdichte Absperrarmaturen.

Bei Störungen (z.B. starker Unter- oder Überdruck in den Behälter) kann über die Unter- und Überdrucksicherung oder technische Undichtigkeiten Sauerstoff in den Fermenter gelangen bzw. Gas austreten. Eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen, Feuer oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Wartung nicht vorhanden. Außerhalb des Fermenters wird das austretende Gas bis auf unbedenkliche Werte verdünnt. Die Auswirkung einer Zündung ist gering, da in der Regel kein Personal örtlich anwesend ist.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Regelmäßige Begehungen durch das Betriebspersonal, um die Funktion der einzelnen Komponenten zu überprüfen. Die Ergebnisse werden laufend protokolliert.
- Abschaltung z.B. der Nutzungsanlage, der Antriebe bei zu niedrigem Substratfüllstand im Fermenter.
- Abschaltung z.B. der Zuführpumpen bei zu hohem Substratstand.
- Abschaltung der Nutzungsanlage bei zu niedrigem Füllstand im Gasspeicherdach.
- Die verwendeten Bauteile werden geerdet, Potentialausgleich und Blitzschutzmaßnahmen werden regelmäßig überprüft.
- Werden die Rührwerksdurchführungen nicht getaucht betrieben und Gas im Fermenter produziert, ist durch regelmäßige Begehung und Messung die Gasdichtigkeit der Durchführung sicher zu stellen.
- Mechanische Sicherungen (z.B. Absperrschieber) bei Ausfall / Fehlfunktionen der Elektrotechnik im Abpumpbetrieb oder der Entnahme.

3.4 Gasspeicher

Wenn mehr Biogas produziert als verbraucht wird, dienen Gasspeicher der Zwischenlagerung von Gas bzw. dem optimalen Betrieb der installierten Gasverbraucher. Gasspeicher können sowohl in Fermentern und Prozessbehältern integriert (siehe Kapitel 3.3) als auch in Form separater Bauwerke ausgeführt sein.

Als separate Gasspeicher werden meist sog. Gasspeichersäcke / Gasspeicherkissen, die von einer Wetterschutzhülle umgeben sind, verwendet. Zur Vermeidung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären sollte der Zwischenraum bzw. der Lagerraum natürlich bzw. technisch diagonal belüftet werden. Für die Membran sollte analog zu Kapitel 3.3 rechnerisch nachgewiesen werden, dass die Methanpermeation keine explosionsfähigen Atmosphären verursachen kann.

Der Füllstand und / oder der Betriebsdruck sind zu überwachen.

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

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

- Reißfestigkeit: mind. 500 N/5 cm oder
- Zugfestigkeit: mind. 250 N/5 cm
- Gasdurchlässigkeit bezogen auf Methan: $\sim 1000 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar}$
- Temperaturbeständigkeit von $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ bis $+50 \text{ }^\circ\text{C}$ in Abhängigkeit des Aufstellortes und der Betriebsweise

Diese Ausführungen sind vom Hersteller gesondert nachzuweisen und vom Arbeitgeber aufzubewahren.

3.4.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb ist keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in den Gasspeichern vorhanden, weil weder über das Gassystem noch über die Unterdrucksicherung Luftsauerstoff eintreten kann. Somit herrscht im Normalbetrieb ein betriebsabhängiger Gas - Überdruck im Gasspeicher vor: $p_G > 0 \text{ mbar}$

Im Normalbetrieb treten außerhalb der Gasspeicher keine gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären auf, weil der Gasspeicher gasdicht ist, die Überdruck- bzw. Füllstandssicherung nicht anspricht und die Methankonzentration im Zwischenraum und an dessen Öffnungen sehr gering ist.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Regelmäßige Begehungen durch den Betreiber der Anlage. Die Ergebnisse werden schriftlich im Betriebstagebuch festgehalten
- Regelmäßige Dichtigkeitsprüfungen durch den Betreiber der Anlage, z.B. gemäß DVGW G 469 A4 (Stand 1987 oder 2010).
- Überwachung des betriebsabhängigen Gasüberdruckes mit einem Minimumgasdruckwächter (PZA-) (Minimumdruckgaswächter) $< p_G$ (Gasbetriebsdruck) und Folgehandlungen.

3.4.2 Wartung

Bei Wartungsmaßnahmen an Gasspeichern kann Biogas austreten. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist hoch. Eine Zündquelle in Form von Feuer oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Durchführung der Wartung nicht vorhanden. Die Auswirkung einer Zündung wäre hoch, da bei Wartungen in der Regel Personal in der Nähe ist und mit Beschädigungen der Anlage gerechnet werden muss.

Zonen sind eigenverantwortlich vom Arbeitgeber oder in dessen Auftrag von befähigten Personen festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Potentialausgleich, Einsatz bzw. Ausführung von/in leitfähigen Materialien entsprechend der TRBS 2153
- Vor Arbeitsbeginn sind alle Gaszu- und -ableitungen zu schließen. Der Gasspeicher ist ggf. zu entleeren
- Ggf. sind beim Öffnen alle betroffenen Bauteile zu befeuchten.
- Ggf. sind die Gasspeicher vor Arbeitsbeginn zu inertisieren, z.B. mit Stickstoff, Kohlendioxid oder Abgas.
- Bei Arbeiten am geöffneten Gasspeicher sind eine ausreichende Belüftung und die allpolige Abschaltung elektrischer Installationen sicherzustellen. Ferner sind geeignete Personenschutzmessgeräte in der erforderlichen Anzahl für die zu erwartenden Gaskomponenten (mind. 4-Kanalmessgerät CH₄, O₂, H₂S und CO₂) zu verwenden, ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen, sowie nicht statisch aufladbare Kleidung und entsprechendes Atemschutzgerät zu tragen.
- Nach dem Wiederanfahren sind die regelmäßigen Begehungen und Optimierungen durch das Betriebspersonal zu intensivieren. Die Ergebnisse sind im Betriebstagebuch zu protokollieren.

3.4.3 Störung

Bei Störungen kann durch Undichtigkeiten Luftsauerstoff in die Gasspeicher gelangen, bzw. Gas austreten. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist im Rahmen der Gefahrenanalyse festzulegen. Eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen, Feuer oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Durchführung des Betriebes und der Wartung nicht vorhanden.

Bei Störungen des Normalbetriebes durch Gaseintritt wird der betriebsabhängige Gas - Überdruck im Gasspeicher unterschritten: $p_G < 0$ mbar.

Die Auswirkung einer Zündung wäre gering, da in der Regel kein Personal anwesend ist. Die Auswirkung einer Zündung auf Anlagenteile ist eventuell hoch, da diese beschädigt werden könnten.

Die möglichen Zonen bei wahrscheinlichen Störungen sind vom Arbeitgeber eigenverantwortlich für diesen Betriebszustand festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Es ist eine ausreichende Lüftung aller Räume mit Gasspeichern sicherzustellen.
- Alle elektrischen Bauteile sind nicht direkt im Gasstrom einzubauen (z.B. Trennung durch Tauchhülsen) oder entsprechend der festgelegten Zone(n) auszulegen.
- Überwachung des betriebsabhängigen Gasüberdrucks mit einem Minimumgasdruckwächter (PZA) $> p_G$ und den möglichen Folgehandlungen: Optische und akustische Warnung und z.B. allpolige Abschaltung aller nicht mit einer Kategorie gekennzeichneten (nicht ex-geschützten) elektrischen Betriebsmittel.

3.5 Gärproduktlager/ Gärrestelager

Gärproduktlager werden als offene, mit Emissionsminderungsdach versehene oder als gasdichte Behälter hergestellt. Das Gärproduktlager ist in erster Linie ein Zwischenlager für das ausgegorene Substrat. Darüber hinaus kann es, wenn es gasdicht ausgeführt ist, auch zur Erzeugung und Zwischenspeicherung von Biogas-Restmengen dienen. Ein gasdichtes Gärrestelager ist sicherheitstechnisch wie ein Fermenter zu behandeln (siehe Kapitel 3.3).

Für Ab- und Umpumpvorgänge und deren Überwachungen gelten die Ausführungen unter 3.3.2.

Für die Vorgänge beim Abpumpen (sog. Kampagne) sind individuelle Gefährdungsbeurteilungen zu erstellen, die an die tatsächlichen Arbeiten und technischen Ausführungen vor Ort zwingend angepasst werden müssen: Explosionsschutz, Arbeitsschutz etc.

3.5.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb ist in und um offene Gärrestelager keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre zu erwarten. Es ist jedoch Vorsicht geboten, da sich bei ungünstiger Witterung oder Pumpbetrieb z.B. CH₄, CO₂, H₂S im Gärrestelager ansammeln kann und Ersticken- bzw. Vergiftungs- und Brandgefahr besteht.

Als Gefahrenabwehrmaßnahmen bei offenen Gärrestelagern werden durchgeführt:

- Regelmäßige Begehungen durch den Betreiber der Anlage zur Feststellung des bestimmungsgemäßen Betriebes. Die Ergebnisse werden schriftlich im Betriebstagebuch festgehalten

Bei Gärproduktlagern mit emissionsmindernden Abdeckungen ist zu beachten, dass eine geregelte Durchlüftung des Raums oberhalb des Flüssigkeitspegels nicht gegeben ist und somit die Bildung einer g.e.A. und weitere Emissionen, die von Restausgasungen herrühren, nicht auszuschließen sind. Es sind mindestens die gleichen Gefahrenabwehrmaßnahmen wie bei offenen Gärproduktlagern sowie anlagenbezogene Gefahrenabwehrmaßnahmen für Bau und Betrieb vorzunehmen

Gasdichte Gärrestelager sind analog zu Kapitel 3.3.1 zu betrachten.

3.5.2 Wartung

In und um offene Gärproduktlager herrscht üblicherweise keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre. Es ist jedoch Vorsicht geboten, da sich bei ungünstiger Witterung oder Pumpbetrieb z.B. CH₄, CO₂, H₂S im Gärrestelager ansammeln kann und Erstickungs- bzw. Vergiftungs- und Brandgefahr besteht.

Als Gefahrenabwehrmaßnahmen bei offenen Gärrestelagern werden durchgeführt:

- Regelmäßige Begehungen durch den Betreiber der Anlage. Die Ergebnisse werden schriftlich im Betriebstagebuch festgehalten
- Wartungen sind außerhalb des Gärrestelagers durchzuführen, d.h. Pumpen etc. sind aus dem Gärrestelager herauszunehmen und außerhalb zu warten.
- Ist eine Wartung innerhalb des Gärproduktlagers notwendig, ist dieses vor der Wartung möglichst zu entleeren. Ferner sind geeignete Personenschutzmessgeräte in der erforderlichen Anzahl für die zu erwartenden Gaskomponenten (mind. 4-Kanalmessgerät CH₄, O₂, H₂S und CO₂) zu verwenden, ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen, sowie nicht statisch aufladbare Kleidung zu tragen. Eine ausreichende Lüftung ist sicherzustellen.

Bei Gärproduktlagern mit emissionsmindernden Abdeckungen ist zu beachten, dass eine geregelte Durchlüftung des Raums oberhalb des Flüssigkeitspegels nicht gegeben ist und somit die Bildung einer g.e.A. und weitere Emissionen, die von Restausgasungen herrühren, nicht auszuschließen sind. Es sind mindestens die gleichen Gefahrenabwehrmaßnahmen wie bei offenen Gärproduktlagern sowie anlagenbezogene Gefahrenabwehrmaßnahmen für Bau und Betrieb vorzunehmen.

Gasdichte Gärrestelager sind analog zu Kapitel 3.3.1 zu betrachten.

3.5.3 Störung

Bei Störungen, z.B. Ausfall der Gärproduktpumpe, ist in und um offene Gärrestelager keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre zu erwarten. Es ist jedoch Vorsicht geboten, da sich bei ungünstiger Witterung oder Pumpbetrieb z.B. CH₄, CO₂, H₂S im Gärrestelager ansammeln kann und Erstickungs- bzw. Vergiftungs- und Brandgefahr besteht.

Als Gefahrenabwehrmaßnahmen werden durchgeführt:

- Regelmäßige Begehungen durch den Betreiber der Anlage. Die Ergebnisse werden schriftlich im Betriebstagebuch festgehalten

Bei Gärproduktlagern mit emissionsmindernden Abdeckungen ist zu beachten, dass eine geregelte Durchlüftung des Raums, oberhalb des Flüssigkeitspegels nicht gegeben ist und somit die Bildung einer g.e.A. und weitere Emissionen, die von Restausgasungen herrühren, nicht auszuschließen sind. Es sind mindestens die gleichen Gefahrenabwehrmaßnahmen wie bei offenen Gärproduktlagern sowie anlagenbezogene Gefahrenabwehrmaßnahmen für Bau und Betrieb vorzunehmen.

Gasdichte Gärrestelager sind analog zu Kapitel 3.3.1 zu betrachten.

3.6 Gasrohrleitungssystem

Die Gasrohrleitungen verbinden die Fermenter mit den Gasspeichern, der Biogasaufbereitung, den Gasverdichtern und mit den Gasverbrauchern.

3.6.1 Normalbetrieb

Zur „Verhinderung von und Schutz gegen Explosionen“ gemäß RL 99/92 EG und der BetrSichV muss der Arbeitgeber die „Verhinderung der Bildung explosionsfähiger Atmosphären“ umsetzen. Für den Arbeitsschutz (Austritt von Schadgasen) kann analog vorgefahren werden.

Dies muss sowohl innerhalb wie auch außerhalb der Gasrohrleitungen durchgeführt werden.

a) innerhalb:

Realisierung eines Gleichgewichtes zwischen der Gasentnahme und Gasproduktion mit dem Ziel, dass kein Sauerstoff in das Rohrleitungssystem eindringen kann.

b) außerhalb:

wie a) und gasdichte Ausführung aller gasführenden Rohre und Bauteile mit Festlegung von wiederkehrenden Prüfungen in Abhängigkeit der Betriebszustände der Anlage.

Auf eine Zoneneinteilung für den Normalbetrieb für das Innere der Gasrohrleitungen kann verzichtet werden, wenn eine Saugdrucküberwachung am Eintritt der Gasverdichterstation ausgeführt wird.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Redundante Überwachung des Mindestdruckes (PZA) am Eintritt der Gasverdichterstation (GVS) mit Notabschaltung (FAIL-SAFE)
- Gasdruckalarmierung und -registrierung auf den Fermentern sowie Steuerung
- Betriebsmäßiges Abschalten aller Gasverbraucher weit oberhalb der OEG, jedoch Unterschreitung eines definierten Mindestmethangehaltes mittels kontinuierlicher Rohgasüberwachung auf CH₄ und/oder O₂ unter anderem mit der Folgehandlung „Schließen“ der Gasversorgung außerhalb der Gebäude der Gasverbraucher.
- Keine zugänglichen, lösbaren Verbindungen, die außen liegen und nicht überwacht werden können
- Dichtigkeitsprüfungen des Rohrleitungssystems, z.B. mit Schaum bildenden Mitteln nach DVGW G 469 (Stand 1987 oder 2010)
- Regelmäßige Begehungen und Wartung mit Sichtkontrollen der Rohrleitungen und Protokollierung der Rohgaswerte
- Zusätzliche Sicherheitsbelehrung des Betriebspersonals

Bei Wartungsmaßnahmen an den Gasrohrleitungen kann Biogas austreten. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist hoch. Eine Zündquelle in Form von Feuer oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Durchführung der Wartung nicht vorhanden. Ist das Rohrleitungssystem in nicht leitfähigen Werkstoffen ausgeführt, ist eine Zündquelle in Form von statischen Auf- oder Entladungen möglich, wenn eine gefährliche explosionsfähige Gasatmosphäre vorliegt. Die Auswirkung einer Zündung wäre hoch, da bei Wartungen in der Regel Personal in der Nähe ist und mit Beschädigungen der gesamten Anlage gerechnet werden muss.

Zonen sind eigenverantwortlich vom Arbeitgeber oder in dessen Auftrag von befähigten Personen festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Bei Arbeiten an geöffneten Leitungen ist eine ausreichende Belüftung sicherzustellen. Ferner sind geeignete Personenschutzmessgeräte in der erforderlichen Anzahl für die zu erwartenden Gaskomponenten (mind. 4-Kanalmessgerät CH₄, O₂, H₂S und CO₂) zu verwenden, ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen, sowie nicht statisch aufladbare Kleidung zu tragen.
- Potentialausgleich, Einsatz bzw. Ausführung von/in leitfähigen Materialien entsprechend der TRBS 2153
- Ggf. sind beim Öffnen alle betroffenen Bauteile zu befeuchten.
- Ggf. sind die betreffenden Leitungen vor Arbeitsbeginn zu inertisieren, z.B. mit Stickstoff, Kohlendioxid oder Abgas und der Betriebsdruck ist dem Normaldruck anzupassen.
- Nach Wiederinbetriebnahme von Gasrohrleitungen sind die regelmäßigen Begehungen durch das Betriebspersonal zu intensivieren. Die Ergebnisse sind im Betriebstagebuch zu protokollieren.
- Bei Montagearbeiten bzw. Änderungen am Rohrleitungssystem ist vor der Wiederinbetriebnahme eine Druckprüfung nach DVGW G 469 (Stand: 1987 oder 2011) durchzuführen.

3.6.2 Wartung

Bei Wartungsmaßnahmen an den Gasrohrleitungen kann Biogas austreten. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist hoch. Eine Zündquelle in Form von Feuer oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Durchführung der Wartung nicht vorhanden. Ist das Rohrleitungssystem in nicht leitfähigen Werkstoffen ausgeführt, ist eine Zündquelle in Form von statischen Auf- oder Entladungen möglich, wenn eine gefährliche explosionsfähige Gasatmosphäre vorliegt. Die Auswirkung einer Zündung wäre hoch, da bei Wartungen in der Regel Personal in der Nähe ist und mit Beschädigungen der gesamten Anlage gerechnet werden muss.

Zonen sind eigenverantwortlich vom Arbeitgeber oder in dessen Auftrag von befähigten Personen festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Bei Arbeiten an geöffneten Leitungen ist eine ausreichende Belüftung sicherzustellen. Ferner sind geeignete Personenschutzmessgeräte in der erforderlichen Anzahl für die zu erwartenden Gaskomponenten (mind. 4-Kanalmessgerät CH₄, O₂, H₂S und CO₂) zu verwenden, ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen, sowie nicht statisch aufladbare Kleidung zu tragen.
- Potentialausgleich, Einsatz bzw. Ausführung von/in leitfähigen Materialien entsprechend der TRBS 2153
- Ggf. sind beim Öffnen alle betroffenen Bauteile zu befeuchten.
- Ggf. sind die betreffenden Leitungen vor Arbeitsbeginn zu inertisieren, z.B. mit Stickstoff, Kohlendioxid oder Abgas und der Betriebsdruck ist dem Normaldruck anzupassen.
- Nach Wiederinbetriebnahme von Gasrohrleitungen sind die regelmäßigen Begehungen durch das Betriebspersonal zu intensivieren. Die Ergebnisse sind im Betriebstagebuch zu protokollieren.
- Bei Montagearbeiten bzw. Änderungen am Rohrleitungssystem ist vor der Wiederinbetriebnahme eine Druckprüfung nach DVGW G 469 (Stand: 1987 oder 2011) durchzuführen.

3.6.3 Störung

Bei Abweichungen vom Normalbetrieb (Störungen) kann, bedingt durch fehlerhafte Übersaugung der Fermenter oder Gasspeicher ein Unterdruck im Rohrleitungssystem auftreten. Liegt außerdem eine Undichtigkeit vor, so kann Sauerstoff in das Rohrleitungssystem eindringen. Ein Sauerstoffeinbruch kann ferner auch durch eine Luftansaugung über fehlende Wasservorlagen in Siphons, Kondensatabscheidern oder durch die Unterdrucksicherung eintreten.

Andererseits besteht die Gefahr, dass bei undichten Gasrohrleitungen Gas austritt. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist in der Regel gering, wenn Gasdichtigkeitsprüfungen in Abhängigkeit des Betriebes durchgeführt werden und die Gasentnahme der Gasproduktion angeglichen wird. Eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen, Feuer oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Durchführung des Betriebes und der Wartung nicht vorhanden.

Die Auswirkung einer Zündung wäre gering, da in der Regel kein Personal anwesend ist. Die Auswirkung einer Zündung auf Anlagenteile ist eventuell hoch, da diese beschädigt werden könnten.

Die Zonen bei möglichen Störungen sind vom Arbeitgeber eigenverantwortlich innerhalb der Gefahrenanalyse für diesen Betriebszustand festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Es ist eine ausreichende Lüftung aller Räume mit gasführenden Leitungen sicherzustellen
- Sicherheitsgerichtete Temperaturüberwachung des Biogasstromes (auf der Druckseite der Verdichter)
- Alle elektrischen Bauteile sind nicht direkt im Gasstrom eingebaut (z.B. Trennung durch Tauchhülsen) oder entsprechend der festgelegten Zone(n) auszulegen

3.7 Gasverdichter / Rohgasüberwachung - Rohgasanalysen

In der Gasverdichterstation (GVS) wird das Biogas verdichtet, damit es zu den Verbrauchern transportiert werden kann und den notwendigen Druck hat. Die GVS sollte im Wesentlichen aus Gebläsen, redundanter Überwachung des Mindestdruckes und/oder Gasanalyse (mindestens CH₄ und O₂) und den verbindenden Rohrleitungen und Armaturen bestehen.

Durch die Überwachung des Mindestdruckes sowie einer zusätzlichen Flammenüberwachung durch einen Gasfeuerungsautomaten bei den Gasbrennern / Fackeln und durch die Gemischregelung und CH₄-Überwachung, gesteuert über das Gasmotorenmanagement im BHKW (jeder einzelne Gasmotor), wird sichergestellt, dass die maschinentechnische Anlage im Normalbetrieb weit oberhalb der oberen Explosionsgrenze betrieben wird.

Alternativ dazu kann eine sicherheitstechnisch verschaltete Gasanalyse den Betrieb der Anlage oberhalb der oberen Explosionsgrenze sicherstellen. Bei Unterschreitung der Methankonzentrationen (z.B. < 30 Vol %) oder Überschreitung der Sauerstoffkonzentration (z.B. > 6 Vol %) muss die Gasverdichterstation abgeschaltet und die Schnellschlussventile außerhalb der Gasverdichterstation geschlossen werden. Mit der Unterbrechung der Gaszufuhr stellen sich automatisch auch alle angeschlossenen Gasverbrauchseinrichtungen ab und schließen ihrerseits die betreffenden Schnellschlussventile (Federkraft schließend).

Die sicherheitstechnischen und verfahrenstechnischen Daten und Alarme sollten auf einen Anlagenalarmdrucker (oder ähnlichem) und einem Bildschirm eines Telecontrolsystems ggf. mit Remote- Funktionen (Data- Logger bzw. Speicher) visualisiert und mindestens arbeitstäglich überwacht werden. Bei Störungen sollte zusätzlich mittels eines automatischen Telefon-Wahlgerätes das jeweilige Bereitschaftspersonal benachrichtigt werden.

3.7.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb kann in der GVS keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen. Zusätzlich wird die Anlage vorher automatisch abgestellt (siehe oben). Daher ist eine Zoneneinteilung für das Innere der Gasleitungen und die GVS anhand dieser Sicherheitsmaßnahmen nicht erforderlich.

Wird das, durch das Gasanalysegerät geleitete Biogas, nach außen in die freie Atmosphäre und nicht in das Rohrleitungssystem abgeführt, ist der Gasaustritt sicher in Abhängigkeit der maximalen Fördermenge der Gaspumpe auszuführen. Dieser Bereich ist dann ggf. in Abhängigkeit der maximalen Gasfördermenge als Zone im Normalbetrieb zu kennzeichnen.



Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- In den Rohrleitungen müssen Flammendurchschlagsicherungen installiert sein, die ein Durchschlagen von Flammen verhindern, wenn nicht sicher auf einen Sauerstoffgehalt (z.B. < 6 Vol %) im Rohgas überwacht werden kann und Zündquellen vorhanden sind.
- Alle sicherheitstechnischen relevanten Alarmer, Verriegelungen und Verschaltungen sollten fehlersicher (FAIL - SAFE) ausgeführt sein.
- Betriebsmäßiges Abschalten aller Gasverbraucher weit oberhalb der OEG.
- Redundante Überwachung des Mindestdruckes am Eintritt der GVS mit Notabschaltung (FAIL-SAFE).
- Kontinuierliche Raumluftüberwachung (mit Kategorie versehen):
Permanente sicherheitstechnische Überwachung der Methankonzentration in der Raumluft der GVS. Bei Voralarm wird die Zwangsbelüftung des Raumes zugeschaltet. Spätestens bei Hauptalarm erfolgt eine sicherheitstechnische Abschaltung der Gaszufuhr außerhalb des Gebäudes unter Weiterbetrieb (Volllast) der Ventilatoren und allpolige Spannungsfreischaltung aller nicht mit einer Kategorie gekennzeichneten elektrischen Betriebsmittel.
Der Abluftventilator muss mindestens der Gerätekategorie KAT 2 entsprechen.
- AOSA außen an der GVS für Betriebsstörungen, insb. vor Erreichen von Explosionsbedingungen, zusätzliche Weiterleitung an die Rufbereitschaft bei Betriebsstörungen, insb. vor Erreichen von Explosionsbedingungen.
- Anlagenbedingt können die v.g. Auslösehandlungen bei einem gemeinsamen Alarm von z.B. 20 % UEG notwendig werden.
- Ausführung aller im Gasweg eingesetzter Armaturen und Rohrleitungen in der Druckstufe PN 6 oder höher.
- Dichtheitsprüfungen (Druckprüfungen) der gasführenden Anlagenteile nach z.B. DVGW G 469 (Stand 1987 oder 2010)
- Wenn die GVS bzw. die Raumluftüberwachung nicht in Betrieb ist, ist vor Öffnen der Eingangstüren die Atmosphäre durch die Lüftungsöffnungen mittels mobilem Gasprüfgerät auf Ex-Gefahr (CH₄ und O₂) sowie Erstickungsgefahr (CO₂) und Vergiftungsgefahr (H₂S) zu kontrollieren
- Die Kalibrierung der Raumluftüberwachung mit dem Test der Folgehandlungen sollte mindestens ¼ - jährlich erfolgen.

3.7.2 Wartung

Je nach notwendiger Tätigkeit muss das Gassystem (Rohrleitungen, Filter, Flammensperren etc.) geöffnet werden. Hierbei kann Biogas aus dem Rohrleitungssystem entweichen (Überdruckbereich).

Zonen sind eigenverantwortlich vom Arbeitgeber oder in dessen Auftrag von befähigten Personen innerhalb der Gefahrenanalyse festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Eine ausreichende Lüftung ist sicherzustellen.
- Überwachung des Arbeitsbereiches mit Ex-Warngerät (4-Kanalmessgerät zum Personenschutz: CH₄, O₂, H₂S und CO₂) → vgl. GUV-R 127, Punkt 5.4 ff
- Die Wartungsanweisungen der Hersteller zur Öffnung des Gassystems, z.B. Wechsel von Filtern, Tauchhülsen etc., sind zu befolgen.
- Durchführung der Wartungen bei elektrisch sowie mechanisch ausgeschalteter und verriegelter Anlagentechnik.
- Gasseitige Absperrung und Verriegelung (gasdichte Absperrmöglichkeit) vor dem Eintritt in die GVS bzw. Schließen von gasdichten Absperrrichtungen vor und hinter dem zu wartenden Anlagenteil.
- Vor Öffnen einer Rohrleitung ist die GVS in dem betroffenen Bereich ggf. allpolig spannungsfrei zu schalten (keine elektrotechnischen Bauteile in der GVS, die nicht für die festgelegte(n) Zone(n) auszulegen sind, verwenden).
- Durchführung der Wartungen nur durch geschultes „befähigtes“ Personal
- Ferner ist ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen und nicht statisch aufladbare Kleidung zu tragen.
- Ggf. sind die betreffenden Biogasleitungen vor Arbeitsbeginn zu inertisieren z.B. mit Stickstoff oder Kohlendioxid.
- Nach Wiederanfahren der Gasverdichter sind die regelmäßigen Begehungen und Sichtprüfungen durch den Betreiber der Anlage zu intensivieren, um die Funktion der einzelnen Komponenten zu überprüfen. Die Ergebnisse (u.a. auch die Methankonzentration) werden protokolliert bzw. werden regelmäßig schriftlich im Betriebstagebuch festgehalten.
- Bei Wartungen am Gasanalysensystem können besondere Maßnahmen zum Anlagenschutz der BGA notwendig werden, die individuell vom Arbeitgeber (Ausführenden) zu fixieren sind.

3.7.3 Störung

Bei unbemerkter Förderung gefährlicher explosionsfähiger Gasgemische in die GVS ist eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen, Feuer oder Wärme nur gegeben, wenn eine zweite Störung in einem elektrischen Betriebsmittel oder fehlerhaften Bauteilen im Gasraum vorhanden ist. Die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Eintretens zweier Störungen ist sehr gering. Die Auswirkung einer Zündung auf Personen ist gering, da in der Regel kein Personal örtlich anwesend ist, wenn dieses Ereignis eintritt. Die Auswirkung einer Zündung auf Anlagenteile ist hoch, da diese beschädigt werden würden.

Bei Undichtigkeiten des Rohrleitungssystems kann es sowohl auf der Seite vor dem Gasverdichter („Saugseite“) oder auf der Seite nach dem Gasverdichter („Druckseite“) zu Gasaustritt in der GVS kommen. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist gering.

Die Zonen bei möglichen Störungen sind vom Arbeitgeber eigenverantwortlich innerhalb der Gefahrenanalyse für diesen Betriebszustand festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Betriebsmäßiges Abschalten aller Gasverbraucher weit oberhalb der OEG und Schließen einer gasdichten Absperrarmatur vor dem Gebäude / den Gebäuden
- Regelmäßige Dichtheitsprüfungen der Anlagenteile, z.B. nach DVGW G 469 (Stand 1987 oder 2010)
- Gasdichte Ausführung der Anlage im Bau und regelmäßige Überwachung im Betrieb
- Sicherheitsgerichtete Temperaturüberwachung des Biogasstromes (auf der Druckseite der Verdichter) in Abhängigkeit der verwendeten Baumaterialien insb. für Dichtungen etc.
- Kontinuierliche Raumluftüberwachung (mit Kategorie gekennzeichnet):
Permanente sicherheitstechnische Überwachung der Methankonzentration in der Raumluft der GVS. Bei Voralarm wird die Zwangsbelüftung des Raumes zugeschaltet. Spätestens bei Hauptalarm erfolgt eine sicherheitstechnische Abschaltung der Gaszufuhr außerhalb des Gebäudes unter Weiterbetrieb (Volllast) der Ventilatoren und allpolige Spannungsfreischaltung aller nicht mit einer Kategorie gekennzeichneten elektrischen Betriebsmittel.
Eine Warnung vor der möglichen gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre hat optisch und akustisch außerhalb des Gebäudes zu erfolgen.
Der Abluftventilator muss mindestens der Gerätekategorie- KAT 2 entsprechen.
- Technische Lüftung in der GVS zur ständigen Belüftung, für den Fehlerfall und bei Reparaturen am geöffneten Gassystem
- AOSA außen an der GVS für Betriebsstörungen, insb. vor Erreichen von Explosionsbedingungen, zusätzliche Weiterleitung an die Rufbereitschaft bei Betriebsstörungen, insb. vor Erreichen von Explosionsbedingungen.

3.8 Gasaufbereitung

In den meisten Fällen ist es notwendig, das produzierte Biogas aufzubereiten, um den Erfordernissen der Anlagensicherheit und der Gasnutzung gerecht zu werden. In der Regel erfolgt mindestens eine Abscheidung von Kondensat. In der Regel erfolgt zudem die Entschwefelung des Biogases. Soll Biogas in Erdgasnetze eingespeist werden, sind zusätzliche Aufbereitungsschritte erforderlich.

Grundsätzlich können die Ausführungen in Abschnitt XY hier angewandt werden.

Das zugehörige DVGW - Regelwerk ist stets zu beachten.

3.8.1 Kondensatabtrennung / Gastrocknung / Gaskühlung

Kondensatschächte sollten außerhalb von Gebäuden ausgeführt werden und müssen mindestens den Normalbetrieb für die gastechnische Auslegung sowie Störungen bei Ausfall der Gasabnehmer mit ausreichender Sicherheit berücksichtigen.

Die Kondensatabscheidung erfolgt am Tiefpunkt des Gasrohrleitungssystems der BGA. Das anfallende Kondensat wird im Kondensatschacht gesammelt und über Pumpen der Verwertung oder Beseitigung zugeführt. Die Pumpen und Füllstandsmessgeräte stellen je nach Standort, Antriebsart und Bauart der Wasservorlage des Kondensatschachtes ein bestimmtes Risiko dar, dem ggf. mit der Auswahl der entsprechenden mit einer Kategorie gekennzeichneten elektrischen Betriebsmittel zu begegnen ist.

Das Rohrleitungssystem im Kondensatschacht sollte komplett für die Druckstufe PN 6 ausgelegt sein. Ist dies nicht der Fall, sind für den Fall einer Explosion folgende Maßnahmen zu treffen:

- à Der KS muss innerhalb der Umzäunung der BGA mit einem Schließsystem zu öffnen sein. Ggf. ist hierzu eine besondere Vorrichtung vorzusehen.
- à Es muss eine natürliche Be- und Entlüftung mit Regenhaube und Insektenschutzgitter über die überstehende Abdeckung des Schachtsdeckels vorhanden sein.
- à Vor dem Öffnen des Schachtes hat eine Freimessung und Zulüftung zu erfolgen. Das gleiche gilt analog für geschlossene Wasservorlagen, jedoch dürfen diese nur durch eingewiesenes fachkundiges Personal geöffnet werden.
- à Die nicht mit einer natürlichen Lüftung versehenen Wasservorlagen müssen vor dem Öffnen zwangsbelüftet und vor dem Öffnen frei gemessen werden.
- à Entsprechendes Werkzeug und Material soll entsprechend der TRBS 2153 verwendet werden.

3.8.1.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb kann sich im Kondensatschacht mit offener Wasservorlage nach fehlerhafter Auslegung der Siphons, der Abtauchungen oder der Abdichtungen eine g.e.A. einstellen. Eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen oder Wärme ist im Normalbetrieb nicht vorhanden. Ggf. zu installierende Betriebsmittel müssen die entsprechende Kategorie für die Zone nach Bauart des Kondensatschachtes aufweisen. Wasservorlagen und Siphons mit Sperrflüssigkeit sind so auszuführen, dass die Sperrflüssigkeit beim Überschreiten des maximalen Betriebsdruckes und bei Störabschaltungen aller Gasverbraucher nicht auslaufen und verloren gehen kann, sondern selbsttätig wieder zurückfließt. Die Vorrichtungen müssen planmäßig nachgefüllt werden können.

Um Gasaustritt sicher zu vermeiden, muss bei Sperrflüssigkeitsvorlagen, die als Kondensatabscheider dienen, eine Füllhöhe gegeben sein, die um ein Vielfaches höher als der Betriebsdruck ist (Umrechnungswert: 1 cm WS entspricht 1 mbar).

Die genaue Bauausführung auch für den Normalbetrieb hängt u.a. von den Gasmenngen bei der Störabschaltung, den Rohrlängen, dem Rohrdurchmesser und dem Gasbetriebsdruck ab.

Dabei ist zu beachten, dass bei Störabschaltungen von mehreren parallelen Gasverbrauchern sich oft ein wesentlich vom Betriebsdruck abweichender anlagenspezifischer „Spitzenabschaltdruck“ einstellt, der zur Bemessung der erforderlichen Höhe der Sperrflüssigkeit zu berechnen oder empirisch zu ermitteln ist.

Zonen sind vom Arbeitgeber auf der Grundlage seiner Gefährdungsbeurteilung unter Beachtung der Bau- und Betriebsweise innerhalb der Gefahrenanalyse festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- ausreichende natürliche Querlüftung des Kondensatschachtes
- Überwachung des Kondensatniveaus im KS (FAIL–SAFE)
- Durchführung der Kabel in den KS gasdicht und ggf. mit Verschraubungen, die einer Kategorie zugeordnet sind.
- Arbeitstägliche Begehungen der Anlage mit Sichtkontrollen und Protokollierung der Rohgaswerte
- Zusätzliche Sicherheitsbelehrung des Betriebspersonals
- Keine zugänglichen, lösbaren Verbindungen, die außen liegen und nicht überwacht werden können
- Jährliche Dichtigkeitsprüfungen (Druckprüfungen) des Rohrleitungssystems nach DVGW mit schaubildenden Mitteln bei ausgeschaltetem Verdichter durch Betriebsdruck des Systems.
- Regelmäßige Wartung mit Sichtkontrollen der Fermenter und der Rohrleitungen
- Ausführung des Rohrleitungssystems und der Armaturen vorzugsweise in der Druckstufe PN 6 und höher, mindestens jedoch PN 1.

3.8.1.2 Wartung

Bei Wartungsmaßnahmen im KS, bei denen der Deckel geöffnet werden muss, z.B. Prüfung der Niveaugeber oder Pumpenwartung, kann Biogas angetroffen werden. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist hoch. Eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen, Feuer oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Wartung nicht vorhanden. Die Auswirkung einer Zündung wäre hoch, da Personal in der Nähe ist.

Zonen sind eigenverantwortlich vom Arbeitgeber oder in dessen Auftrag von befähigten Personen innerhalb der Gefahrenanalyse festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Es ist für ausreichende Belüftung des Schachtes zu sorgen.
- Ggf. sind beim Öffnen alle betroffenen Bauteile zu befeuchten.
- Überwachung des Arbeitsbereiches während der gesamten Dauer der Schachtöffnung mit Ex-Warngerät (4-Kanalmessgerät zum Personenschutz: CH₄, O₂, H₂S und CO₂) → vgl. GUV-R 127, Punkt 5.4 ff
- Bei den Arbeiten ist ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen und nicht statisch aufladbare Kleidung zu tragen. Eine ausreichende Belüftung ist sicherzustellen (siehe BGR 500, Stand April 2008, Kap. 2.3.1)
- Potentialausgleich, Einsatz von leitfähigen Materialien entsprechend der TRBS 2153.
- Ggf. sind die betreffenden Leitungen vor Arbeitsbeginn zu inertisieren z.B. mit Stickstoff oder Kohlendioxid.
- Nach Wiederanfahren der Gasrohrleitung sind die regelmäßigen Begehungen und Optimierungen der BGA durch das Betriebspersonal zu intensivieren (vgl. Betriebsanweisung). Die Ergebnisse werden laufend protokolliert.

3.8.1.3 Störung

Bei Störungen kann durch Undichtigkeiten oder Störabschaltungen der Gasverbrauchseinrichtungen Methan bzw. Biogas austreten. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist gering. Eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen, Feuer oder Wärme ist nicht vorhanden. In dem KS könnte nur durch falsch installierte elektrische Bauteile eine Zündung erfolgen. Die Auswirkung einer Zündung ist gering, da in der Regel kein Personal anwesend ist.

Die Zonen bei möglichen Störungen sind vom Arbeitgeber eigenverantwortlich innerhalb der Gefahrenanalyse für diesen Betriebszustand festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Auswahl der E-Bauteile gemäß der vorgenannten Zoneneinteilung und Bauweise des KS
- Überwachung des Arbeitsbereiches während der gesamten Dauer der Schachtöffnung mit Ex-Warngerät (4-Kanalmessgerät zum Personenschutz: CH₄, O₂, H₂S und CO₂) → vgl. GUV-R 127, Punkt 5.4 ff
- Bei den Arbeiten ist ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen und nicht statisch aufladbare Kleidung zu tragen. Eine ausreichende Belüftung ist sicherzustellen (siehe BGR 500, Stand April 2008, Kap. 2.3.1)
- Überprüfung der Funktion der Wasservorlage nach jeder Störabschaltung eines Gasverbrauchers

3.8.2 Entschwefelung

Wird Biogas mittels Luftdosierung entschwefelt, besteht die Gefahr der Bildung einer g.e.A. durch Überschreitung des max. Sauerstoffgehaltes (wesentlich kleiner als 11,6 Vol.-% Sauerstoff; vgl. Abbildung 1) im Biogas.

Wird Biogas mittels eisenhaltiger Stoffe oder Aktivkohle entschwefelt, besteht die Gefahr der Selbsterhitzung (exotherme Reaktion).

Um dies zu vermeiden, sind die Sicherheitshinweise der Hersteller zu beachten.

Aktivkohle und weitere Verfahren müssen anlagenspezifisch betrachtet werden.

3.8.2.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb kann im gasberührten Reaktionsraum keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen, da im Gasrohrleitungssystem das Erreichen von 100 % OEG ausgeschlossen ist. Eine Zündquelle ist im Inneren des Reaktionsbehälters nicht vorhanden.

Im Normalbetrieb kann weder ein unkontrollierter Luftzutritt, noch ein Biogasaustritt erfolgen. Das Entstehen einer gefährlichen, explosionsfähigen Atmosphäre kann damit ausgeschlossen werden. Eine Zündquelle in Form von Wärme oder Feuer sowie statischer Auf- bzw. Entladung ist ausgeschlossen. Eine Zündung hätte geringe Auswirkungen, da im Normalbetrieb kein Personal örtlich anwesend ist.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Druck- / Dichtheitsprüfungen des Rohrleitungssystems, z.B. nach Arbeitsblatt DVGW G 469 (Stand 1987 oder 2010)
- Regelung der Luftzufuhr mit einer Maximalbegrenzung in Abhängigkeit des Gasvolumenstrom
- Überwachung des Sauerstoffgehaltes im Gas

3.8.2.2 Wartung

Wenn der Reaktionsraum z.B. für Wartungsmaßnahmen geöffnet werden muss, kann durch Sauerstoffeintritt oder Austritt von Biogas eine g.e.A. entstehen. Eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Durchführung der Wartung (Vermeidung von wirksamen Zündquellen) nicht vorhanden. Die Auswirkung einer Zündung wäre hoch, da Personal örtlich anwesend ist.

Zonen sind eigenverantwortlich vom Arbeitgeber oder in dessen Auftrag von befähigten Personen innerhalb der Gefahrenanalyse festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Wartung durch befähigtes Personal
- Absperrern des Gasein- bzw. Gasaustritts vor und nach der Entschwefelungsanlage vor Beginn der Wartungsmaßnahme
- Sicherheitsbeschilderung an den Absperrklappen
- Überwachung des Arbeitsbereiches während der gesamten Dauer der Arbeiten mit Ex-Warngerät (4-Kanalmessgerät zum Personenschutz: CH₄, O₂, H₂S und CO₂) → vgl. GUV-R 127, Punkt 5.4 ff
- Erstellung und Befolgung einer Betriebsanweisung

Beim An- / Abfahren der Anlage mit Biogas wird im Behälter und den Rohrleitungen der Explosionsbereich kurzfristig vollständig durchfahren. Eine Zündquelle im Behälterinneren ist nicht vorhanden. Eine Zündung hätte auf örtlich nicht anwesendes Personal ge-

ringe Auswirkungen, es muss mit größeren Beschädigungen an Behälter und Rohrleitungen gerechnet werden.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- An- und Abfahrvorgänge sollten ausschließlich durch schriftlich angewiesenes befähigtes Personal durchgeführt werden.

3.8.2.3 Störung

Bei Undichtigkeiten an den Armaturen oder Leitungen kann Biogas austreten und mit der Umgebungsluft eine gefährliche explosive Atmosphäre bilden.

Die Zonen bei möglichen Störungen sind vom Arbeitgeber eigenverantwortlich innerhalb der Gefahrenanalyse für diesen Betriebszustand festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Einsatz einer Raumluftüberwachung, sofern Entschwefelungsbehälter in geschlossenen Räumen aufgestellt werden. Die davon abhängenden Sicherheitsfunktionen beinhalten jedenfalls eine AOSA und sind ansonsten anlagenspezifisch zu ermitteln.

3.8.3 Biomethanherstellung

Die Herstellung von Biomethan durch Abtrennung der Begleitgase dient der Brennwert-erhöhung des Biogases. Dies ist zur Einspeisung von Biogas in Erdgasnetze oder für Fahrzeugantriebe notwendig.

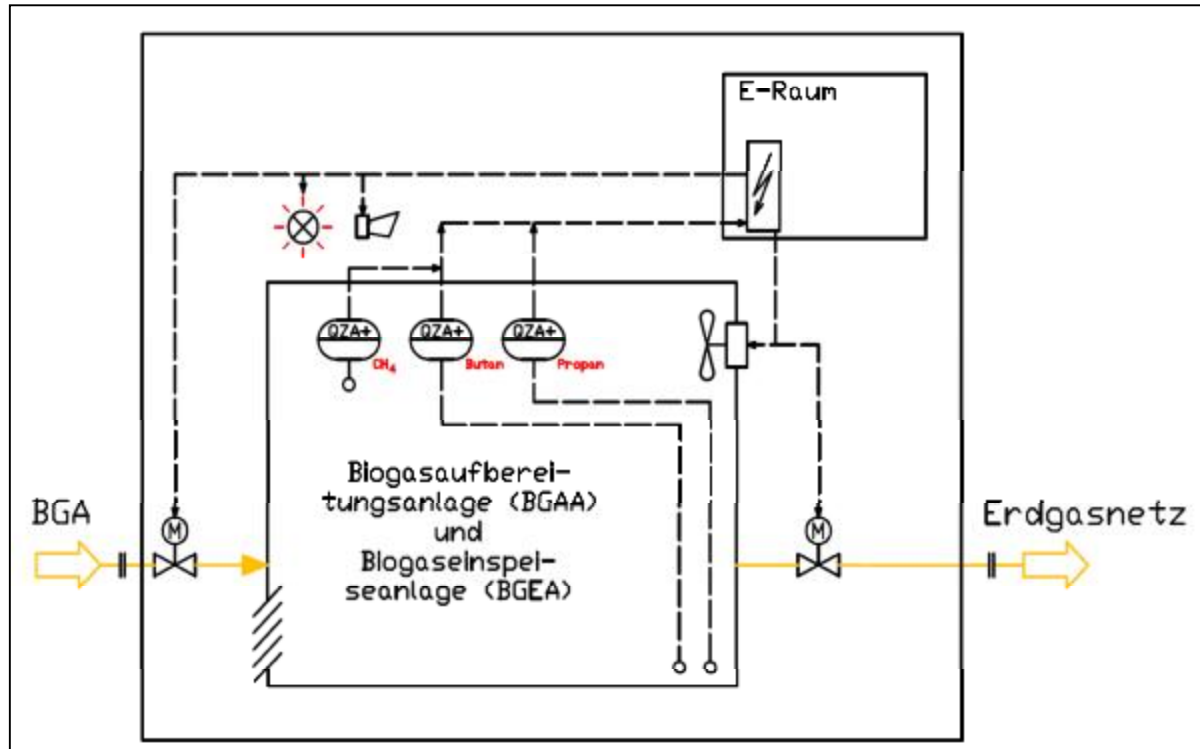


Abbildung 8: Beispielhafte schematische Darstellung der sicherheitstechnischen Verschaltung einer Biogasaufbereitungs- und -einspeiseanlage. Quelle: DAS-IB GmbH

3.8.3.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb kann keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen. Die Anlage wird vor Erreichen der jeweiligen OEG bzw. UEG sicher automatisch abgestellt. Das Innere der Gasleitungen und des Maschinenraumes werden jeweils keiner Zone zugeordnet.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- kontinuierliche Rohgasüberwachung vor Eintritt in die Aufbereitungsanlage auf Sauerstoff oder Methan und Überdrucküberwachung
- Diese Überwachungen müssen unter anderem FAIL-SAFE auf die eingangsseitige Schnellschlussarmatur wirken.
- Ausführung aller im Gasweg eingesetzten Armaturen und Rohrleitungen in der Druckstufe PN 6 oder höher.
- Die Biogasleitung steht ständig unter Überdruck, so dass der Sauerstoff- bzw. Lufteintrag unmöglich ist.
- Jährliche Dichtheitsprüfungen (Druckprüfungen) sowie nach jeder Wartungstätigkeit des Rohrleitungssystem, z.B. nach DVGW G 469 (Stand 1987 oder 2010)
- Das Ansprechen der Raumluftüberwachung führt zum Schließen der jeweiligen Schnellschlussarmaturen außerhalb der Aufbereitungsanlage und Auslösung der AOSA

- Permanente sicherheitstechnische Überwachung der Methankonzentration in der Raumluft des Maschinenraumes. Bei Voralarm wird die Zwangsbelüftung des Raumes zugeschaltet. Spätestens bei Hauptalarm erfolgt eine sicherheitstechnische Abschaltung der Gaszufuhr außerhalb des Gebäudes unter Weiterbetrieb (Vollast) der Ventilatoren und allpolige Spannungsfreischaltung aller nicht mit einer Kategorie gekennzeichneten elektrischen Betriebsmittel.
Anlagenbedingt kann die Abschaltung auch bei Überschreitung eines Grenzwertes z.B. 20 % UEG erfolgen.
Der Abluftventilator muss mindestens der Gerätekategorie KAT 2 entsprechen.

3.8.3.2 Wartung

Bei Arbeiten im Maschinenraum, bei denen Gasleitungen geöffnet werden, könnte Gas austreten und im Maschinenraum mit Luft eine g.e.A. bilden.

Eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen, Feuer oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Durchführung der Wartung nicht zu erwarten. Die Auswirkung einer Zündung wäre hoch, da Personal in unmittelbarer Nähe ist und die Anlagentechnik beschädigt wird.

Zonen sind eigenverantwortlich vom Arbeitgeber oder in dessen Auftrag von befähigten Personen innerhalb der Gefahrenanalyse festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Eine besondere Betriebsanweisung ist für die vorgesehenen Arbeiten im Vorwege zu erstellen.
- Durchführung der Wartungen bei außerhalb des Maschinenraums abgesperrter und verriegelter Gaszuführung.
- Überwachung des Arbeitsbereiches während der gesamten Dauer der Arbeiten mit Ex-Warngerät (4-Kanalmessgerät zum Personenschutz: CH₄, O₂, H₂S und CO₂) → vgl. GUV-R 127, Punkt 5.4 ff
- Bei den Arbeiten ist ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen und nicht statisch aufladbare Kleidung zu tragen. Eine ausreichende Belüftung ist sicherzustellen (siehe BGR 500, Stand April 2008, Kap. 2.3.1)
- Sofern die Möglichkeit der Entstehung einer g.e.A. beim Öffnen einer Gasrohrleitung nicht sicher ausgeschlossen werden kann, ist der Maschinenraum allpolig spannungsfrei zu schalten.
- Bedarfsweise sind die betreffenden Gasleitungen vor Arbeitsbeginn mit Stickstoff oder Kohlendioxid zu inertisieren.
- Die Wartungsanleitungen des Herstellers sind zu befolgen.
- Durchführung der Wartungen nur durch befähigtes Personal.
- Regelmäßige Dichtheitsprüfungen (Druckprüfungen) des Rohrleitungssystem, z.B. nach DVGW G 469 A4 (Stand 1987 oder 2010)
- Nach Wiederanfahren sind die regelmäßigen Begehungen durch das Betriebspersonal zu intensivieren. Die Ergebnisse sind im Betriebstagebuch zu protokollieren.

Beim Wiederanfahren der Biogasaufbereitungsanlage nach Wartungs- oder Umbaumaßnahmen, bei denen Sauerstoff in die Rohrleitung bis zur Biogasaufbereitungsanlage gelangt ist, kann eine g.e.A. auftreten.

Die Wahrscheinlichkeit dafür ist gering, sollte jedoch innerhalb der Gefahrenanalyse selbst vom Betreiber festgelegt werden. Die Ableitung der g.e.A. erfolgt über eine temporär anzuschließende Ausblasleitung (z.B. Probenahmeanschluss). Der Außenbereich ist in Abhängigkeit von der austretenden Gasmenge abzusperren. Eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen, Feuer oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Durchführung der Wartung nicht vorhanden. Die Auswirkung einer Zündung wäre hoch, da Personal in unmittelbarer Nähe anwesend ist und es bei einer Zündung zu einer Beschädigung der Anlagenteile kommen würde.

Zonen sind eigenverantwortlich vom Arbeitgeber oder in dessen Auftrag von befähigten Personen innerhalb der Gefahrenanalyse festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Während des Abblasens dürfen sich keine Personen in der Nähe der Austrittsöffnung aufhalten.
- Es ist mit einem Gasanalysegerät an einem Probeentnahmestutzen das austretende Gemisch zu kontrollieren.
- Erst wenn sichergestellt ist, dass das Innere der gesamten Rohrleitungsstrecke aus Biogas (mit einem Sauerstoffgehalt weit unterhalb der Explosionsgrenze) besteht, kann die Biogasaufbereitungsanlage wieder in Betrieb gesetzt werden.

3.8.3.3 Störung

Bei Undichtigkeiten oder bei nicht ordnungsgemäßigem Betrieb kann es zu Gasaustritt im Maschinenraum kommen. Die Wahrscheinlichkeit der Entstehung einer g.e.A. ist gering, wenn die Luftwechselrate innerhalb des Maschinenraumes so dimensioniert ist, dass die Konzentration selbst bei größeren Undichtigkeiten sicher unterhalb der UEG gehalten werden kann. Hierbei ist die max. austretende Gasmenge (worst case) zu berücksichtigen. Die Auswirkung einer Zündung wäre gering, da in der Regel kein Personal örtlich anwesend ist. Die Maschinenteknik kann in dem Bereich jedoch zerstört werden. Würde eine Zündung jedoch durch eine Person ausgelöst, wäre die Auswirkung hoch.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Gasdichte Ausführung der Anlage
- Arbeitstägliche Begehungen des Maschinenraums mit Sichtkontrollen der Rohrleitungsverbindungen und Messstutzen
- Jährliche Dichtheitsprüfungen (Druckprüfungen) des Rohrleitungssystem, z.B. nach DVGW G 469 A4 (Stand 1987 oder 2010)
- Überwachung des Arbeitsbereiches während der gesamten Dauer der Arbeiten mit Ex-Warngerät (4-Kanalmessgerät zum Personenschutz: CH₄, O₂, H₂S und CO₂) → vgl. GUV-R 127, Punkt 5.4 ff
- Bei den Arbeiten ist ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen und nicht statisch aufladbare Kleidung zu tragen. Eine ausreichende Belüftung ist sicherzustellen (siehe BGR 500, Stand April 2008, Kap. 2.3.1)

- Permanente sicherheitstechnische Überwachung der Methankonzentration in der Raumluft des Maschinenraumes. Bei Voralarm wird die Zwangsbelüftung des Raumes zugeschaltet. Spätestens bei Hauptalarm erfolgt eine sicherheitstechnische Abschaltung der Gaszufuhr außerhalb des Gebäudes unter Weiterbetrieb (Volllast) der Ventilatoren und allpolige Spannungsfreischaltung aller nicht mit einer Kategorie gekennzeichneten elektrischen Betriebsmittel.
Anlagenbedingt kann die Abschaltung auch bei Überschreitung eines Grenzwertes z.B. 20 % UEG erfolgen.
Der Abluftventilator muss mindestens der Gerätekategorie KAT 2 entsprechen.
- Betreten des Gasmotorenraums sollte nur nach Kontrolle der Überwachungseinrichtungen bzw. Warnmeldungen erfolgen
- Das Ansprechen der Raumluftüberwachung führt zum Schließen der jeweiligen Schnellschlussarmaturen außerhalb der Aufbereitungsanlage und Auslösung der AOSA
- Minimum- und Maximumdrucküberwachung des Gasstromes

3.9 Blockheizkraftwerk (Gasmotor und Zündstrahlmotor)

In einem Blockheizkraftwerk (BHKW) wird das Biogas kontrolliert verbrannt und energetisch verwertet. Die elektrische Energie wird z.B. in das EVU - Netz eingespeist. Die thermische Energie (Motorwärme und Abgaswärme) kann in Form von Heizwasser oder Dampf internen oder externen Prozessen zugeführt werden.

Für BHKW-Anlagen sind separate Aufstellräume vorzusehen.

Die wesentlichen Bauteile sind: Gasstraße, Gasregelstrecke, Verbrennungsmotor, Generator, Wärmetauscher, Schaltanlage, Überwachungseinrichtungen, Lüftung und Raumluftüberwachung (je Modul bzw. Aufstellraum).

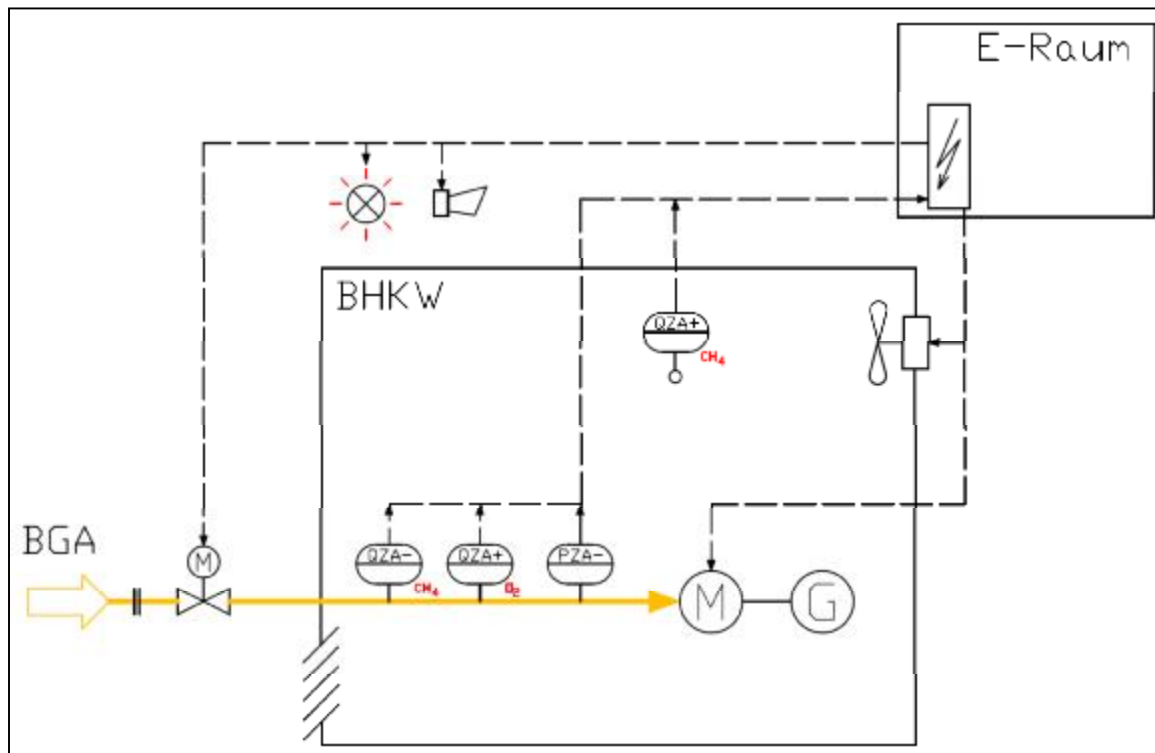


Abbildung 9: Beispielhafte Schematische Darstellung der sicherheitstechnischen Verschaltung eines BHKW. Quelle: DAS – IB GmbH

3.9.1 Normalbetrieb

In den Gas führenden Rohrleitungen zwischen einer Biogasanlage und einem BHKW, das von einem Gas-Ottomotor angetrieben wird, kann systembedingt keine g.e.A. unbemerkt entstehen.

Achtung: In den gasführenden Rohrleitungen zwischen einer Biogasanlage und einem BHKW, das von einem Zündstrahlmotor angetrieben wird, kann systembedingt die unbemerkte Entstehung einer g.e.A. nicht ausgeschlossen werden. Zündstrahlmotore können fallende Heizwerte des Biogases durch einen höheren Zündölverbrauch ausgleichen und können folglich auch g.e.A. verbrennen.

Dieser Gefahr ist durch eine sicherheitsgerichtete Betriebsweise zu begegnen.

Zonen sind vom Arbeitgeber eigenverantwortlich innerhalb der Gefahrenanalyse festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Bei Gas-Ottomotoren:
Gemischregelung und CH₄-Überwachung in der BHKW-Schaltanlage. Zusätzlich führt eine sinkende Gasqualität automatisch zur Abschaltung des BHKW-Motors. Das BHKW schaltet unterhalb z.B. von 40 Vol % CH₄ gesteuert über das Motormanagementsystem ab und schließt die Schnellschlußventile in der Gasstraße und ggf. zusätzlich außerhalb des Gebäudes. Somit erfolgen alle Abschaltungen weit oberhalb der OEG von 15 Vol %.
- Bei Zündstrahlmotoren:
Installation von Flammendurchschlagsicherungen oder Flammensperren in der Gasstraße und / oder sicherheitstechnische Überwachung des Rohgases auf CH₄ und / oder O₂ z.B. mittels kontinuierlichem Rohgasanalysensystem.
- Ausführung aller im Gasweg eingesetzten Armaturen und Rohrleitungen in der Druckstufe PN 6 oder höher.
- Die Biogasleitung steht ständig unter Überdruck, so dass der Sauerstoff- bzw. Lufteintrag unmöglich ist. Zudem wird der Gasregelstrecke nur „fettes“ Biogas zugeleitet.
- Dichtheitsprüfung der gasführenden Anlagenteile, z.B. nach DVGW G 469 A4 (Stand 1987 oder 2010).
- Überwachung Mindestdruck (PZA_L) in der Gasregelstrecke mit sicherheitstechnischer Verschaltung (Gasaustrittsgeschwindigkeit > Flammenrückzündungsgeschwindigkeit).
- Ausführung einer automatischen Gasdichtheitsprüfung / Dichtheitskontrolle nach EN 746-2 (1997) vor jedem Motorstart ab 1.200 kW Feuerungsleistung.
- Alle abschaltenden Störungen führen zum Schließen der jeweiligen Schnellschlussarmatur außerhalb des Gebäudes.
- Permanente sicherheitstechnische Überwachung der Methankonzentration in der Raumluft des Maschinenraumes. Bei Voralarm wird die Zwangsbelüftung des Raumes zugeschaltet. Spätestens bei Hauptalarm erfolgt eine sicherheitstechnische Abschaltung der Gaszufuhr außerhalb des Gebäudes unter Weiterbetrieb (Volllast) der Ventilatoren und allpolige Spannungsfreischaltung aller nicht mit einer Kategorie gekennzeichneten elektrischen Betriebsmittel.
Anlagenbedingt kann die Abschaltung auch bei Überschreitung eines Grenzwertes z.B. 20 % UEG erfolgen.
Der Abluftventilator muss mindestens der Gerätekategorie KAT 2 entsprechen.
- Das Ansprechen der Raumluftüberwachung führt zur Auslösung der AOSA
- Die Zündung setzt zeitversetzt nach dem Öffnen der Gasventile ein, um Fehlzündungen durch Spülung der Brennräume (Zylinder) zu vermeiden.
- Durch ein Nachzünden der Brennräume nach dem Schließen der Gasventile wird verhindert, dass sich Restgase im Abgassystem befinden oder z.B. „Spülen“ des Abgastaktes mit einem Fremdluftgebläse.

3.9.2 Wartung

Bei Arbeiten im Maschinenraum, bei denen Gasleitungen geöffnet werden, könnte Gas austreten und im Maschinenraum mit Luft eine g.e.A. bilden.

Zonen sind eigenverantwortlich vom Arbeitgeber oder in dessen Auftrag von befähigten Personen innerhalb der Gefahrenanalyse festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Durchführung der Wartungen bei außerhalb des Maschinenraums abgesperrter und verriegelter Gasleitung. Ggf. kann auch die Handarmatur am Austritt der Gasverdichterstation geschlossen und gesichert werden.
- Die notwendige Abkühlung der heißen Bauteile z.B. Turbolader ist abzuwarten.
- Überwachung des Arbeitsbereiches während der gesamten Dauer der Arbeiten mit Ex-Warngerät (4-Kanalmessgerät zum Personenschutz: CH₄, O₂, H₂S und CO₂) → vgl. GUV-R 127, Punkt 5.4 ff
- Bei den Arbeiten ist ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen und nicht statisch aufladbare Kleidung zu tragen. Eine ausreichende Belüftung ist sicherzustellen (siehe BGR 500, Stand April 2008, Kap. 2.3.1)
- Bedarfsweise sind die betreffenden Gasleitungen vor Arbeitsbeginn mit Stickstoff oder Kohlendioxid zu inertisieren.
- Die Wartungsanweisungen des Herstellers zur Öffnung und zum Schließen des Gasystems, z.B. Wechsel von Filtern, Tauchhülsen etc., sind strikt zu befolgen.
- Durchführung der Wartungen durch geschultes Personal.
- Regelmäßige Dichtheitsprüfungen (Druckprüfungen) des Rohrleitungssystem, z.B. nach DVGW G 469 A4 (Stand 1987 oder 2010).
- Nach Wiederanfahren sind die regelmäßigen Begehungen durchzuführen. Die Ergebnisse sind im Betriebstagebuch zu protokollieren.

3.9.3 Störung

Bei Störungen der Verbrennungsführung im Motor (Rückzündung in den Ansaugtrakt bzw. unverbranntes Biogas im Abgastrakt) kann das ab dem Gasmischer vorhandene zündfähige Gemisch gezündet werden und die Flamme in die Gasleitung und das Abgassystem durchschlagen. Diese Störung hat der Hersteller des Gasmotors in seiner Risiko- und Gefahrenanalyse zu berücksichtigen. Eine Rückzündung in die Biogasleitung ist fast immer auszuschließen, da durch den Anlagenbetrieb und die sicherheitstechnischen Überwachungen in der Regel keine zündfähige Biogasmischung (Sauerstoffgehalt < 3 Vol %) gefördert wird. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist gering.

Die Zonen bei möglichen Störungen sind vom Arbeitgeber eigenverantwortlich innerhalb der Gefahrenanalyse für diesen Betriebszustand festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Überwachung des Mindestdruckes (PZA) in der Rohrleitung mit sicherheitstechnischer Verschaltung (Gasaustrittsgeschwindigkeit > Flammenrückzündungsgeschwindigkeit)
- Die Zündung erfolgt zeitversetzt zum Öffnen der Gasventile, um Fehlzündungen durch Spülung der Brennräume (Zylinder) zu vermeiden.
- Durch ein Nachzünden der Brennräume nach dem Schließen der Gasventile wird verhindert, dass sich Restgase im Abgassystem befinden.
- Ausführung aller im Gasweg eingesetzten Armaturen und Rohrleitungen sind in der Druckstufe PN 6 oder höher ausgeführt.

Störung Rohrleitungssystem:

Bei Undichtigkeiten des Rohrleitungssystems oder bei nicht ordnungsgemäßem Betrieb kann es zu Gasaustritt im Maschinenraum kommen. Die Wahrscheinlichkeit der Entstehung einer g.e.A. ist gering, da die Luftwechselrate innerhalb des Maschinenraumes ausreichend dimensioniert ist, so dass selbst bei größeren Undichtigkeiten die Konzentration sicher unterhalb von der UEG gehalten wird.

Die Zonen bei möglichen Störungen sind vom Arbeitgeber eigenverantwortlich innerhalb der Gefahrenanalyse für diesen Betriebszustand festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Gasdichte Ausführung der Anlage
- Tägliche Begehungen des Maschinenraums mit Sichtkontrollen der Rohrleitungsverbindungen und Messstutzen
- Sicherheitstechnische Abschaltung (FAIL-SAFE) bei Auslösung der Raumluftüberwachung
- Dichtheitsprüfungen (Druckprüfungen) des Rohrleitungssystem, z.B. nach DVGW G 469 A4 (Stand 1987 oder 2010)
- Bei Wiederinbetriebnahme und Öffnen der Gasleitungen ist der Maschinenraum zu belüften und mit Ex-Warngerät (4-Kanalmessgerät zum Personenschutz: CH₄, O₂, H₂S und CO₂) frei zumessen.
- Betrieb mit ständig überwachter Belüftung des Maschinenraumes
- Sicherer Betrieb oberhalb der Explosionsgrenze, überwacht durch die Gemischregelung des Gasmotors

- Permanente sicherheitstechnische Überwachung der Methankonzentration in der Raumluft des Maschinenraumes. Bei Voralarm wird die Zwangsbelüftung des Raumes zugeschaltet. Spätestens bei Hauptalarm erfolgt eine sicherheitstechnische Abschaltung der Gaszufuhr außerhalb des Gebäudes unter Weiterbetrieb (Volllast) der Ventilatoren und allpolige Spannungsfreischaltung aller nicht mit einer Kategorie gekennzeichneten elektrischen Betriebsmittel.
Anlagenbedingt kann die Abschaltung auch bei Überschreitung eines Grenzwertes z.B. 20 % UEG erfolgen.
Der Abluftventilator muss mindestens der Gerätekategorie KAT 2 entsprechen.
- In der Betriebsanweisung sollte festgehalten werden, dass das Personal nur nach Kontrolle der Überwachungseinrichtungen bzw. Warnmeldungen (z.B. Datalogger und Störungstableau im separaten E-Schaltraum) den Gasmotorenraum betreten, Störungen beseitigen und Arbeiten an der Maschinentechnik durchführen darf.
- AOSA an der Außenseite des Maschinenraums / -gebäudes bei Betriebsstörungen, insbesondere dem Ansprechen der Raumluftüberwachung.
- Überwachung des Mindestdruckes (PZA_) des Gasstromes.

3.10 Notfackel

Das „kalte Abblasen“ von unverbranntem Biogas ist nicht der bestimmungsgemäße Betrieb einer Notfackel.

Überschüssiges Biogas, welches nicht zwischengespeichert oder genutzt werden kann oder welches bei Wartungen oder Störungen von Gasverbrauchern entsteht, sollte aus Gründen der Sicherheit und des Umweltschutzes in einer Notfackel thermisch oxidiert und unschädlich gemacht werden.

Schutzabstände zu benachbarten Baueinheiten ergeben sich aus der installierten Feuerungsleistung und der Ausführung dieser Notfackel, z.B. offene oder verdeckte Verbrennung.

3.10.1 Notfackelbetrieb

Im Notfackelbetrieb kann keine g.e.A. entstehen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Überwachung der Gaszusammensetzung .
- Zünd- und Flammenüberwachung mittels zugelassenem Gasfeuerungsautomaten z.B. nach EN 746 oder EN 676.
- Unterschreitung der Feuerungsleistung (z.B. durch sinkende Gasmenge oder -qualität) führt zu einer Temperaturabsenkung in der Verbrennungsanlage, die zum Abschalten der Verbrennungsanlage und zum Schließen einer Schnellschlußarmatur in der jeweiligen Gasstraße führt.
- Überwachung des Mindestdruckes (PZA_) in der Rohrleitung mit sicherheitstechnischer Verschaltung (Gasaustrittsgeschwindigkeit > Flammenrückzündungsgeschwindigkeit) und / oder Installation einer Flammendurchschlagsicherung oder einer gleichwertigen Vorrichtung, wenn es keine Sauerstoffüberwachung im Rohgas gibt.
- Ausführung aller im Gasweg eingesetzter Armaturen und Rohrleitungen in der Druckstufe PN 6 und höher.
- Alle Störungen an der Verbrennungsanlage führen auch zum Schließen der jeweiligen Schnellschlussarmaturen.
- Dichtheitsprüfungen (Druckprüfungen) des Rohrleitungssystems nach DVGW G 469 (Stand 1987 und 2010).
- Nach jedem „Abfahren“ der Verbrennungsanlage werden die Zuluftklappen in Stellung „AUF“ gefahren, um mit der Kaminzugwirkung oder Unterstützung eines Verbrennungsluftventilators die Brennkammer zu spülen.
- Max. Anfahrstoffmenge nach EN 746-2 d.h. < 350 kW

3.10.2 Wartung

Beim Wiederaufstarten der Notfackel nach Wartungs- oder Umbaumaßnahmen, bei denen Sauerstoff in die Rohrleitung gelangt ist, kann mittels „kaltem Abblasen“ ein explosives Gasgemisch aus der Notfackel austreten. Außerhalb der Rohrleitung wird das austretende Gas bis auf unbedenkliche Werte verdünnt. Eine Zündquelle in Form von statischen Auf- und Entladungen, Feuer oder Wärme ist bei ordnungsgemäßer Wartung nicht vorhanden. Die Auswirkung einer Zündung wäre gering, da Personal nicht in unmittelbarer Nähe ist und durch die Verpuffung ins Freie keine Schäden an der Anlage zu erwarten sind.

Zonen sind vom Arbeitgeber eigenverantwortlich innerhalb der Gefahrenanalyse festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Während des Abblasens dürfen sich keine Personen in der Nähe der Notfackelmündung aufhalten
- Wartungen an der Notfackel werden nur bei geschlossenem Schnellschlussschieber (Sicherheitsarmatur) in der Gasstraße durchgeführt. Der entsprechende Schieber ist mechanisch bzw. elektrisch zu sichern.
- Überwachung des Arbeitsbereiches während der gesamten Dauer der Arbeiten mit Ex-Warngerät (4-Kanalmessgerät zum Personenschutz: CH₄, O₂, H₂S und CO₂) → vgl. GUV-R 127, Punkt 5.4 ff
- Bei den Arbeiten ist ggf. funkenarmes Werkzeug zu benutzen und nicht statisch aufladbare Kleidung zu tragen. Eine ausreichende Belüftung ist sicherzustellen (siehe BGR 500, Stand April 2008, Kap. 2.3.1)
- Ggf. sind Leitungen vor dem Öffnen zu inertisieren

3.10.3 Störung

Bei einer Störung der Notfackel wird die Einheit, genauso wie beim sog. „kalten Abblasen“, als eine Gasüberdruckentlastung betrachtet.

Die möglichen Zonen sind vom Arbeitgeber eigenverantwortlich innerhalb der Gefahrenanalyse für diesen Betriebszustand festzulegen.

Mögliche Gefahrenabwehrmaßnahmen:

- Eine Schnellschlussarmatur (federkraftschließend) verhindert in Verbindung mit der Flammenüberwachung ein Ausströmen von unverbranntem Gas.
- Überwachung des Mindestdruckes (PZA₋) des Gasstromes in der Gasstraße.
- Nach einer begrenzten Anzahl automatischer Zündwiederholungen (z.B. 5) mit dem (Pilot-) Brenner wird die BCU (burner control unit) / der Gasfeuerungsautomat sicherheitstechnisch verriegelt, bzw. geht auf „Störung“ und die Gaszufuhr wird unterbrochen.

4 Prüfpflichten

Siehe folgende Seiten.

Übersicht der Prüfpflichten (Vorschlag) nach Betriebssicherheitsverordnung - jährliche Prüfung -**Prüfplan für Arbeitsmittel nach BetrSichV durch befähigte Personen bzw. ZÜS der Biogasanlage (Name und Standort der Biogasanlage)**

Bezeichnung des Arbeitsmittels	letzte Prüfung	Mängel festgestellt		Mängel sofort beseitigt		Prüfergebnisse, Hinweise, Bemerkungen ggf. siehe Eintrag im Betriebsbuch	Name der Prüforganisation Befähigte Person	Kenntnisnahme durch Geschäftsleitung
	nächste Prüfung	ja	nein	ja	nein			
1. BHKW- komplett, Sichtkontrolle	16.07.2006		X			Keine Abweichung zur Betriebsanweisung		
	17.07.2006							
2. Nachweis über die Funktionsproben aller sicherheitsrelevanter Abschaltungen der BHKW- Anlage einschließlich Dokumentation Funktionsmatrix der Grenzwerte für z. B.: * Sicherheitstemperaturbegrenzer * Gasunterdruck * Gasüberdruck * Gaswarnanlage * Rauchmelder * Dichtheit der Magnetventile * Luftstromüberwachung * Not- Aus- System	16.07.2006		X			Keine Abweichung zur Betriebsanweisung	z. B. BHKW- Hersteller	
	16.07.2007							
3. Substratpumpen, Sicht-	16.07.2006		X			Keine Abweichung		

Bezeichnung des Arbeitsmittels	letzte Prüfung	Mängel festgestellt		Mängel sofort beseitigt		Prüfergebnisse, Hinweise, Bemerkungen ggf. siehe Eintrag im Betriebsbuch	Name der Prüforganisation Befähigte Person	Kenntnisnahme durch Geschäftsleitung
	nächste Prüfung	ja	nein	ja	nein			
kontrolle/Funktionskontrolle	16.07.2007					zur Betriebsanweisung		
4. Gasspeicher Sichtkontrolle/Funktionskontrolle	16.07.2006		X			Keine Abweichung zur Betriebsanweisung		
	16.07.2007							
5. Gasverdichter Sichtkontrolle/Funktionskontrolle	16.07.2006		X			Keine Abweichung zur Betriebsanweisung		
	16.07.2007							
6. Notfackel Sichtkontrolle/Funktionskontrolle	16.07.2006		X			Keine Abweichung zur Betriebsanweisung		
	16.07.2007							
7. Funktionskontrolle der wasserrechtlich relevanten Komponenten	16.07.2006		X			Keine Abweichung zur Betriebsanweisung		
	16.07.2007							
8. Feststoffbeschicker, Sichtkontrolle Funktionskontrolle	16.07.2006		X			Keine Abweichung zur Betriebsanweisung		
	16.07.2007							
9. Funktionskontrolle der Rückströmsicherung in der Luftdosierleitung zur Entschwefelung in den Gärbehältern	16.07.2006		X			Keine Abweichung zur Betriebsanweisung		
	16.07.2007							

Bezeichnung des Arbeitsmittels	letzte Prüfung	Mängel festgestellt		Mängel sofort beseitigt		Prüfergebnisse, Hinweise, Bemerkungen ggf. siehe Eintrag im Betriebsbuch	Name der Prüforganisation Befähigte Person	Kenntnisnahme durch Geschäftsleitung
	nächste Prüfung	ja	nein	ja	nein			
10. Sichtkontrolle ex- Zone Gärbehälter, Gasspeicher, Kondensatschacht	16.07.2006	X		X				
	16.07.2007							
11. Sichtkontrolle der ex-geschützten Betriebsmittel entsprechend Betriebsmittelliste vom.....								
12. Sichtkontrolle Über-, Unterdrucksicherung	16.07.2006	X		X				
	16.07.2007							
13. Sichtkontrolle Kondensatschacht mit Tauchpumpe	16.07.2006		X					
	16.07.2007							
14. Funktionskontrolle der Füllstandsüberwachung, Drucküberwachung und Gasqualitätsüberwachung								
15. Funktionskontrolle der								

Bezeichnung des Arbeitsmittels	letzte Prüfung	Mängel festgestellt		Mängel sofort beseitigt		Prüfergebnisse, Hinweise, Bemerkungen ggf. siehe Eintrag im Betriebsbuch	Name der Prüforganisation Befähigte Person	Kenntnisnahme durch Geschäftsleitung
	nächste Prüfung	ja	nein	ja	nein			
lüftungstechnischen Einrichtungen								
16. Kontrolle der PSA								
17. Kontrolle der Sicherheitskennzeichnung								
18. Kontrolle Explosionschutzdokument, ex-Zonenplan, Feuerwehrtplan, Alarmplan, Fluchtwege und Notfallpläne								

Übersicht der Prüfpflichten nach Betriebssicherheitsverordnung - 3-jährige Prüfung -**Prüfplan für Arbeitsmittel nach BetrSichV durch befähigte Personen bzw. ZÜS der Biogasanlage (Name und Standort der Biogasanlage)**

Bezeichnung des Arbeitsmittels	letzte Prüfung	Mängel festgestellt		Mängel sofort beseitigt		Prüfergebnisse, Hinweise, Bemerkungen ggf. siehe Eintrag im Betriebsbuch	Name der Prüforganisation Befähigte Person	Kenntnisnahme durch Geschäftsleitung
	nächste Prüfung	ja	nein	ja	nein			
1. Dichtheitsprüfung Gasspeicher Sichtkontrolle/ Funktionskontrolle	16.07.2006							
	16.07.2009							
2. Wiederkehrende Prüfung von Anlagen in explosions- gefährdeten Bereichen entsprechend BetrSichV § 15 (15)	16.07.2006							
	16.07.2009							

Bezeichnung des Arbeitsmittels	letzte Prüfung	Mängel festgestellt		Mängel sofort beseitigt		Prüfergebnisse, Hinweise, Bemerkungen ggf. siehe Eintrag im Betriebsbuch	Name der Prüforganisation Befähigte Person	Kenntnisnahme durch Geschäftsleitung
	nächste Prüfung	ja	nein	ja	nein			
1. Dichtheitsprüfung Gasspeicher Sichtkontrolle/ Funktionskontrolle	16.07.2006							
	16.07.2009							
2. Wiederkehrende Prüfung von Anlagen in explosi- onsgefährdeten Berei- chen entsprechend BetrSichV § 15 (15)	16.07.2006							
	16.07.2007							

Übersicht der Prüfpflichten nach Betriebssicherheitsverordnung - 5-jährige Prüfung -

Prüfplan für Arbeitsmittel nach BetrSichV durch befähigte Personen bzw. ZÜS der Biogasanlage (Name und Standort der Biogasanlage)

Bezeichnung des Arbeitsmittels	letzte Prüfung	Mängel festgestellt		Mängel sofort beseitigt		Prüfergebnisse, Hinweise, Bemerkungen ggf. siehe Eintrag im Betriebsbuch	Name der Prüforganisation Befähigte Person	Kenntnisnahme durch Geschäftsleitung
	nächste Prüfung	ja	nein	ja	nein			
1. Wiederkehrende sicherheitstechnische Prüfung gem. § 29a BImSchG (Anordnung durch Behörde ?)	16.07.2006						Sachverständiger gem. §29a BImSchG	
	16.07.2011							
2. Wiederkehrende wasserrechtliche Prüfung gem. WHG/VAwS (Anordnung durch Behörde ?)	16.07.2006						Sachverständiger gem. §22 VAwS	
	16.07.2011							

5 Zu berücksichtigende Vorschriften und Regelwerke

Länderpapiere sind nicht berücksichtigt

(Konformitätsbescheinigungen / Konformitätserklärungen)

		Element	Prüfung	Vorschrift oder Grundlage	Beispiel	Bemerkung
Allgemeines, Arbeitsschutz		Fixierung des Normalbetriebes / Anlagenparameter		BetrSichV und TRBS 2152, 97/23/EG bei p > 0,5bar Betriebsdruck, 2009/105/EG einfache Druckbehälter		GU / Betreiber
		Risikoanalyse, Betriebsanleitung		Maschinenrichtlinie Druckgeräterichtlinie		Anlagenerrichter
		Herstellerdokumentation: Beschreibung der BGA „wie gebaut“, u.a. mit: R&I - Verfahrensfleißbild, Stückliste, Aufstellplan, Rohrleitungsplan Inbetriebnahme- und Funktionsprotokolle von Bauteilen und Baugruppen, Konformitätserklärungen		BetrSichV		GU
		Gefährdungsbeurteilung		§ 5 ArbSchG, § 7 GefahrstoffV, § 11 BiostoffV, § 3 BetrSichV, TRBS 1111	bestimmungsgemäßer Betrieb und nicht bestimmungsgemäßer Betrieb, An- und Abfahrbetrieb, Reparatur- und Wartungsarbeiten	Betreiber / Hersteller sollte helfen
		Explosionsschutzdokument		§ 6 BetrSichV	Mit Ex-Zonenplan	Betreiber
		Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe		BioStoffV, TRBA 500 (Hygiene), TRBA 230 (Landwirtschaftliche Nutztierhaltung) TRBA 214 (Biologische Abfallbehandlung)z.B. besondere Inputmaterialien		Betreiber
		Betriebsanweisung		BetrSichV, GefStoffV, ArbSchG, BioStoffV	bestimmungsgemäßer Betrieb und nicht bestimmungsgemäßer Betrieb, An- und Abfahrbetrieb, Reparatur- und Wartungsarbeiten	Betreiber

		Element	Prüfung	Vorschrift oder Grundlage	Beispiel	Bemerkung
		Prüf- und Wartungsplan		Betriebsanleitungen und Gefährdungsbeurteilung		Betreiber, Hersteller sollte unterstützend tätig sein Benennung der zu beauftragenden Person
		Fixierungen für den Betrieb: SichTech Betreuung - befähigte Person - Fortbildungen	Fixierung und Vollzug von erstmaligen und wiederkehrenden Prüfungen nach Genehmigungsbescheid und / oder BetrSichV / WHG	TRBS 1203 / TI 4	Schulung der Beschäftigten	Betreiber
		Hinweise / Warnung vor der Gefährdung durch die toxischen Eigenschaften der Biogase		BetrSichV / GefahrstoffV / ArbSchutzG / Sozialgesetzbuch	CH ₄ , O ₂ , H ₂ S, CO ₂	Betreiber unter Berücksichtigung der Gefahrenanalyse bzw. Betriebsanleitung
		PSA / Personalschutzausrüstung		BetrSichV GefStoffV BioStoffV ArbSchutzG		Betreiber
		Sicherheitskennzeichnung: Medienleitungen, Warn- und Hinweisschilder etc.		BetrSichV, BGV A8, DIN 2403		Hersteller / GU
Explosionsschutz		Ex-Zoneneinteilung - Kategorien		99/92 // 94/9/EG	Ex-Zonenplan, Explosionsschutzdokument	Arbeitgeber / GU
				Betriebssicherheitsverordnung // 11. GPGSV		
				TRBSen		
		Explosionsschutzdokument mit Gefährdungsbeurteilung auf Basis der Risiko- & Gefahrenanalyse und des definierten Normalbetriebes nach TRBS 2152		BetrSichV, TRBS 2152		Arbeitgeber

		Element	Prüfung	Vorschrift oder Grundlage	Beispiel	Bemerkung
		Geräte, Schutzsysteme sowie Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG	Prüfung vor Inbetriebnahme und wiederkehrende Prüfung	§§ 14 und 15 BetrSichV	Befähigte Person nach TRBS 1203	Betreiber
Elektrotechnik: Kabel, Leitungen und Betriebsmittel	Gesamtanlage	Potentialausgleich, Erdung, Innerer und Äußerer Blitzschutz	BGV A3 (VBG 4)	EN 62305 / DIN V VDE 0185-305-2 TRBS 2152 Teil 3		
				DIN VDE 0100 Elektroausführungen / Installationen		Hersteller / GU
				DIN VDE 0165 Elektrischer Ex Schutz (Ausführung)		Hersteller / GU
				EN 60079 Elektroanlagen in ex Bereichen		Hersteller / GU
				ENV 61024-1 (Überspannungsschutz)		
		Ausführung der Sicherheitstechnik		EN 954-1 (Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen), EN 13463 (Geräte und Schutzsysteme), EN 13478 (Geräte und Schutzsysteme), VDI 2180, ISO 13850, EN 61310 (Sicherheit von Maschinen), EN 60204 (Sicherheit von Maschinen und Elektr. Ausrüstung), EN ISO 13849 (Sicherheit von Maschinen Sicherheitsbez. Teile von Steuerungen), DIN EN 61511 für die Ausführung der sicherheitstechnischen Verschaltungen und Folgehandlungen	SIL-Klassifizierung, FAIL – SAFE	GU

		Element	Prüfung	Vorschrift oder Grundlage	Beispiel	Bemerkung
Brandschutz		grundsätzlich		DIN EN 13501-1 (Brandverhalten) DIN EN 13501-2 (Feuerwiderstandsfähigkeit)		
		Feuerwehrplan		DIN 14095		Betreiber unter Einbindung der zuständigen Feuerwehr / Behörde
		Brandschutzordnung		DIN 14096		Betreiber unter Einbindung der zuständigen Feuerwehr / Behörde
		Schutzwände / Brandschutz / Materialien		DIN 4102	Wärmedämmung normal entflammbar B2 DIN 4102, Wärmedämmung im Bereich von 1 m um Öffnungen schwerentflammbar B1 DIN4102	
		Ausrüstung mit Feuerlöscher		BGR 133		
Umweltschutz		Anlage nach BImSchG		TA Luft Abgas Motor		
		Ölanlage, Auffangwannen		WHG		Hersteller / GU
Anlagentechnik, Komponenten		Dokumentation von Zukaufteilen und der Gesamtanlage (EG-Konformitätserklärungen)		mindestens CE - evtl. Angabe der Gerätekategorien für die gewählten Zonen, 11.ProdSV "ExVO"	BHKW, Rührwerke, Lüftungsanlage, Schaltanlage, Folien-gasspeicher, Gas-Regelstrecke, Flammenrück-schlagsicherung, Verdichter, Pumpen, Gaswarnanlage, Brandmelder	Hersteller und GU

		Element	Prüfung	Vorschrift oder Grundlage	Beispiel	Bemerkung
		Dokumentation von Zukaufteilen und der Gesamtanlage incl. z.B. sicherheitstechnischer Wechselwirkungen, Gefährdungsbeurteilungen		mindestens CE – Erklärungen für die Einzelkomponenten sowie sicherheitstechnische Wechselwirkungen evtl. Geräte Kategorien für die Zonen, 11.ProdSV "ExVO"	Berechnung der Über-Unterdrucksicherung und zeichnerische Darstellung, Nachweis zur Füllstandsüberwachung für Fermenter, Lagerbehälter, Gasspeicher u.s.w., Nachweis zur Funktionsfähigkeit der Not-Fackel (z.B. Energieversorgung bei Stromausfall), Dimensionierung der Lüftungsanlage BHKW, Dimensionierung des Gebläses für die Entschwefelung mit Luftsauerstoff einschließlich Schutzmassnahmen zur Einhaltung des Grenzwertes, Nachweis über die Funktionsproben aller sicherheitsrelevanter Abschaltungen der Anlage (Substrat und Gasbereich) einschl. Dokumentation der Grenzwerte, Kondensatschacht mit Darstellung der Tauchtiefen der Gasaustrittsleitungen in der Vorlageflüssigkeit	Schnittstellenbetrachtungen
Behälter und Lager		Statiken / Betongüten (Zementsorte) / Expositionsklasse / Überwachungsklasse		Nachweise z.B. DIN 1045		Hersteller
		Einstiegöffnungen		min DN 800 oder 800x600		Hersteller / GU
		Statik für Fundament und Behälter mit allen Einbauteilen und Öffnungen				Hersteller
		Schwimmschichtenzerstörung		Angaben für den späteren Betrieb		Hersteller / GU
		Schaumzerstörung		Angaben für den späteren Betrieb insb. vor den Sicherheitseinrichtungen		Hersteller / GU

		Element	Prüfung	Vorschrift oder Grundlage	Beispiel	Bemerkung	
		Schaugläser mit Spüleinrichtungen		Nachweis techn. Dichtigkeit		Hersteller / GU	
		Durchführungen (ET, Seile, etc.)		Nachweis techn. Dichtigkeit		Hersteller	
		Überfüllsicherungen		Funktion / Folgehandlungen	Allgemeine baurechtliche Zulassung	Hersteller / Betreiber	
		Leckerkennung		Funktion		Hersteller	
			Dichtigkeitsprüfungen	Gas und Wasser z.B. nach DVGW, DWA – Merkblatt, DIN 11622		Hersteller / GU	
Rohrleitung + Behälter (Tanks)	Gas	Rohrleitungen	DVGW - Regelwerke	Material, Druckstufe PN 6, Verlegung, Druckprüfverfahren nach G 469 ("Dichtigkeitsprüfung)		Hersteller / GU	
				BGR 500 (Arbeiten an Gasleitungen)			
			z.B. G 472	Nachweis Medienbeständigkeit			
			3.1 Zeugnis	EN 10204			
		Rohrleitungen		Schweißzeugnis DIN EN 729-3			
	Wasser			DVGW - Regelwerke	Material, Druckstufe PN 6, Verlegung, Druckprüfverfahren ("Dichtigkeitsprüfung)		Hersteller / GU
			PE	DIN 8075, DVS 2207-1			
	Substrat			TRwS - DVGW - Regelwerke	Material, Druckstufe PN , Verlegung, Druckprüfverfahren in Anlehnung an DIN EN 1610 ("Dichtigkeitsprüfung)		Hersteller / GU
			PE	DIN 8075, DVS 2207-1			
				Nachweis Medienbeständigkeit			
	Öl	Tank, Leckerkennung	DVGW - Regelwerke	Fachbetrieb nach WHG		Hersteller / GU	

		Element	Prüfung	Vorschrift oder Grundlage	Beispiel	Bemerkung	
		Rohrleitungen, Auffangwannen / Leckerkennung		Material, Druckstufe PN 6, Verlegung, Druckprüfverfahren ("Dichtigkeitsprüfung)			
		Überfüllsicherung		Funktion / Folgehandlungen	Allgemeine baurechtliche Zulassung	Falls erforderlich	
		dpw - Leckerkennung		Nachweis Medienbeständigkeit	Allgemeine baurechtliche Zulassung		
Rohrleitung + Behälter (Tanks)	Abgas		DVGW - Regelwerke	Material, Druckstufe PN 6, Verlegung, Druckprüfverfahren ("Dichtigkeitsprüfung)		Hersteller / GU	
			3.1	EN 10204			
				Nachweis Medienbeständigkeit			
	Allgemein	Wandanschlüsse / Durchführungen / Festpunkte		Statik: Scherkräfte, Längskräfte (z.B. aufgrund Delta T), Kompensatoren (?),		Hersteller / GU	
		Angabe der verwendeten Dichtungen (Material, Druck und Temperaturbeständigkeit)				Hersteller / GU	
		Kennzeichnung		DIN 2403		Hersteller / GU	
	Korrosionsschutz mit Hersteller-nachweise		Abhängig vom Medieninhalt z.B. Substrat, Biogas, Öle, Heizwasser,	Geräte, Schutzsysteme sowie Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG		Hersteller / GU	
		Druckgeräte im Sinne der Richtlinie 97/23/EG oder 2009/105/EG (z. B.: AWT Druckluft, Hydrophor)	Prüfung vor Inbetriebnahme und wiederkehrende Prüfung		§§ 14 und 15 BetrSichV	Befähigte Person nach TRBS 1203 oder ZÜS	Betreiber
	oberirdische Rohrleitungen	Verlegung			DVS 2210-1		Hersteller / GU
		Schweißungen			DVS 2207-1 DIN EN ISO 5817		Hersteller / GU
	Unterirdische Rohrleitungen	Verlegung					Hersteller / GU
		Schweißungen			DIN EN ISO 5817		Hersteller / GU

		Element	Prüfung	Vorschrift oder Grundlage	Beispiel	Bemerkung
Gasspeicher	Fermenterfolie		Dichtheitsprüfung	z.B. DVGW G 469 Druckprüfungen A oder DWA Merkblatt für Gasspeicher		GU
		Datenblatt / Herstellererklärung	+Reißfestigkeit: mind. 500 N/5 cm oder Zugfestigkeit: mind. 250 N/5 cm			Hersteller / GU
			+Gasdurchlässigkeit $\leq 1000 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \times \text{d} \times \text{bar})$			Hersteller / GU
			+Temperaturbeständigkeit $-30^\circ\text{C} < T < +50^\circ\text{C}$			Hersteller / GU
			Berechnung der wirksamen Über- und Unterdruckeinrichtungen: Drücke, Medium und Menge			Hersteller / GU
			+ Schutzabstände und Schutzwände			Hersteller / GU
			Angabe (Prinzipskizze) über die Befestigungsart des Folien-gasspeichers (z.B. Seeger-Verschluss) sowie der Druckbeaufschlagung und -überwachung mit Folgehandlungen			Hersteller / GU
			+ Stützluftgebläse: Auslegung und Überwachungen (Betr. u. Rückstrom)			Hersteller / GU
			+ Luftdosierung vom Biogas (< 6,0 %, d. h. $\text{O}_2 < 1,2 \text{ Vol } \%$) / Überwachungen			Hersteller / GU
Rührwerke / Ein- und Austragssysteme / Feststoffdosierung / Flüssigkeitsdosierungen		Gasdichtigkeit / Überwachungen		Herstellerausführung / Kontrolle im Betrieb (Tauchung im Normalbetrieb und Wartungen / Absenkung)		Hersteller / Betreiber
						Hersteller / GU

		Element	Prüfung	Vorschrift oder Grundlage	Beispiel	Bemerkung
Kondensat-schacht		Ausführungszeich-nung(en) mit Überwa-chungs- und Betriebsein-richtungen	Überwachungen mit Folgehandlungen der Wassersäule und Kontrollen			Hersteller / Betreiber
			Betriebsanweisung zur Begehung			Betreiber
Gruben	Gas / Kondensat	Ausführungszeichnung / Begehungen / Gefahren-analyse	Bildung von CO2, CH4, H2S, ..			Betreiber
BHKW	Gasstrecke		Bauteile und Über-wachungen nach DVGW und .. / Ent-lüftung der Zwischen-raumüberwachung falls zwei Gasventile			Hersteller
	Gasfeuerung			DVGW TRGI 2008 (G600)		
Fackel	Gasfeuerung			DVGW TRGI 2008		
				EN 746		Hersteller / GU
GVS / BHKW / Rohgasanalyse-systeme in Ge-	Gas / Lüftung					
			MIN - / MAX - Druck-schalter mit Angabe der Folgehandlungen	BetrSichV		
			Raumluftüberwa-chung(en): Ort, Funktion, Grenzwerte - > Folgeschaltungen			Hersteller / GU

		Element	Prüfung	Vorschrift oder Grundlage	Beispiel	Bemerkung
häusern			Auslegung der Lüftung im Havariefall (Gasleitungsbruch - max. Leistung der Gasverdichter bzw. Gaspumpe). Ggf. Überwachung der funktionsfähigen Lüftungen, natürliche / Zwangs - Querlüftung ?			Hersteller / GU
Gaseinspeisung				DVGW VP 265-1		

Inbetriebnahme:

Funktionsprüfungen durch den Hersteller / Inbetriebnehmer mit allen Tests und Angabe von Grenzwerten für die „Sicherheitstechnischen Verschaltungen“.
 Erstellung und Zeichnung von Einweisungsprotokollen über den bestimmungsgemäßen (ordnungsgemäßen) und sicheren Betrieb der Anlage.
 Fixierung und Dokumentation der Leistungsfahrt mit vertraglich geregelten Leistungsnachweisen unter der Berücksichtigung der fixierten Bewertungskenngrößen (z.B. Wirkungsgrade unter der Berücksichtigung der lokalen Bedingungen).

Sonstiges						
		Element	Prüfung	Vorschrift oder Grundlage	Beispiel	Bemerkung
		Festigkeit / Schraubverbindungen		DIN EN 78		Hersteller
		Angabe: Hauptgasschieber / Klappen		DIN 14095	u.a. im Havariefall für zust. Feuerwehr / Rettungskräfte etc.	Betreiber
		Angabe zentraler NOT - AUS (Ausf. FAIL - SAFE) - > Anlage fährt in einen sicheren Zustand und verbleibt in diesem		DIN 14095	u.a. im Havariefall für zust. Feuerwehr / Rettungskräfte etc.	GU / Betreiber
		Datenblatt mit allen sicherheitstechnischen Grenzwerten und Folgeschaltungen			Wirk- oder Funktionsmatrix, Grundlage der sicherheitstechnischen Prüfung	GU
		Datenaufzeichnung PLT und USV			Auslegung und Intervalle der Datensicherung	GU
		Schaltanlagenraum			Wärmeabführung / Klima für Betriebsmittel (Feuchte, Temperatur)	
		Absicherung aller Entnahmeleitungen (Gas, Substrat, Öl etc.)				GU / Betreiber

Anhang

6 Glossar

6.1.1 Begriffe

Allgemein anerkannte Regeln der Technik (a.a.R.T.):

Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG

Die schriftlich festgelegten Regeln, die bei ordnungsgemäßer Anwendung dazu dienen können, eine oder mehrere spezifische Gefährdungen zu kontrollieren.

Anlagen: (Quelle: BImSchG):

Sind Betriebsstätten und sonstige ortsfeste Einrichtungen, Maschinen, Geräte und sonstige nicht ortveränderliche technische Einrichtungen sowie Fahrzeuge, soweit sie nicht der Vorschrift des § 38 des BImSchG unterliegen, und Grundstücke, auf denen Stoffe gelagert oder abgelagert oder Arbeiten durchgeführt werden, die Emissionen verursachen können, ausgenommen öffentliche Verkehrswege.

Arbeitgeber: (Quelle: ArbSchG)

Arbeitgeber im Sinne dieses Gesetzes sind natürliche und juristische Personen und rechtsfähige Personengesellschaften, die Personen nach Absatz 2 beschäftigen.

Arbeitsmittel: (Quelle: BetrSichV):

Sind Werkzeuge, Geräte, Maschinen oder Anlagen. Sie setzen sich aus mehreren Funktionseinheiten zusammen, die zueinander in Wechselwirkung stehen und deren sicherer Betrieb wesentlich von diesen Wechselwirkungen bestimmt wird. Hierzu gehören insbesondere überwachungsbedürftige Anlagen im Sinne des § 2 Abs. 7 des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes.

Arbeitsplatzgrenzwert: (Quelle: GefStoffV):

AGW Ist der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffs in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bis zu welcher Konzentration eines Stoffs akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Beschäftigten im Allgemeinen nicht zu erwarten sind.

Bereitstellung (ehemals: Inverkehrbringen; Quelle: ProdSG)

Ist auf dem Markt jede entgeltliche oder unentgeltliche Abgabe eines Produkts zum Vertrieb, zum Verbrauch oder zur Verwendung auf dem Markt der Europäischen Union im Rahmen einer Geschäftstätigkeit.

Bestimmungsgemäße Verwendung: (Quelle: 11. ProdSV)

Bestimmungsgemäße Verwendung ist die Verwendung von Geräten, Schutzsystemen und Vorrichtungen im Sinne des § 1 Abs. 1 Nr. 2 entsprechend der Gerätegruppe und -kategorie und unter Beachtung aller Herstellerangaben, die für den sicheren Betrieb notwendig sind.

Betriebsanleitung:

In der Betriebsanleitung dokumentieren der Hersteller oder seine beauftragten Dritten den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage einschließlich der zu beachtenden Sicherheitshinweise.

Anhang

Betriebshandbuch:

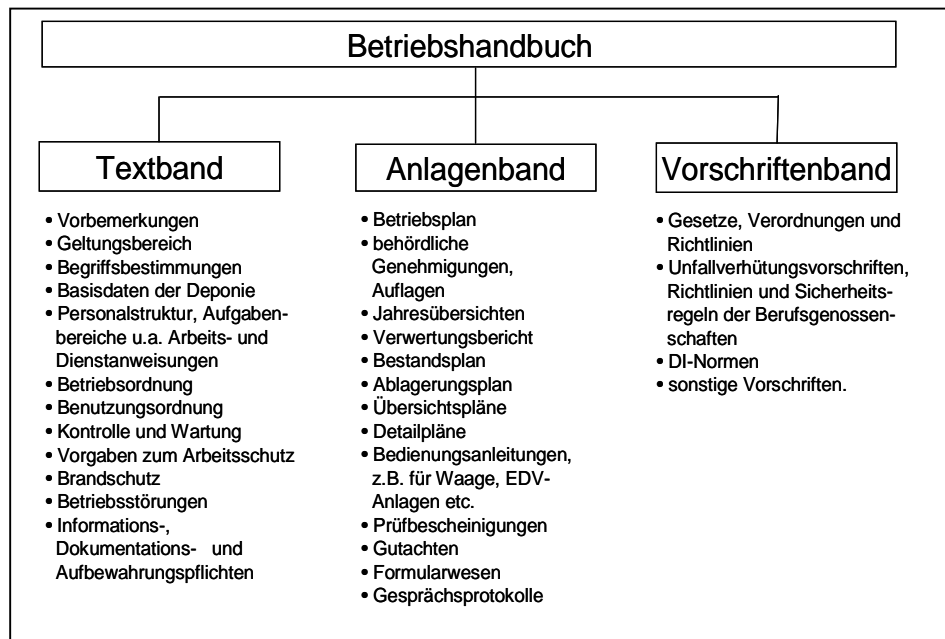


Abb. 1: Betriebshandbuch (Beispielhafter Aufbau; Quelle: DAS – IB GmbH)

Betriebsstoffe: Stoffe, die ohne selbst in die Produkte direkt einzugehen, zur Durchführung des Anlagenbetriebes benötigt werden, z.B. Schmiermittel, Reparaturmaterial.

Betriebstagebuch: Im Betriebstagebuch dokumentiert der Arbeitgeber oder seine beauftragten Dritten die eingesetzten Stoffe (z.B. Substrate) sowie wesentliche Betriebsparameter, Wartungsintervalle und Funktions- sowie Sicherheitstest der Anlage.

Betriebszustände

- **Anfahrbetrieb**
- **Inbetriebnahme**
- **Normalbetrieb**
- **Störung**
- **Wartung**

Biogasanlage: Anlage zur Erzeugung, Lagerung und Verwertung von Biogas unter Einschluss aller dem Betrieb dienenden Einrichtungen und Bauten. Die Erzeugung von Biogas erfolgt aus der Vergärung organischer Stoffe.

Anhang

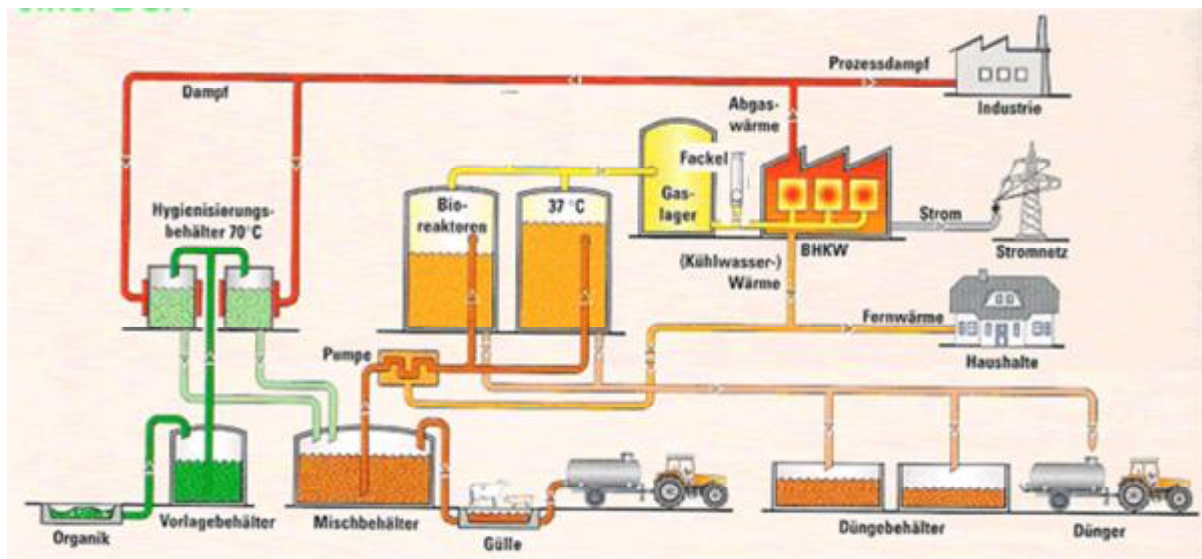


Abb. 2: Beispiel einer Biogasanlage (Quelle: DAS - IB GmbH)

ANLAGENTECHNIK

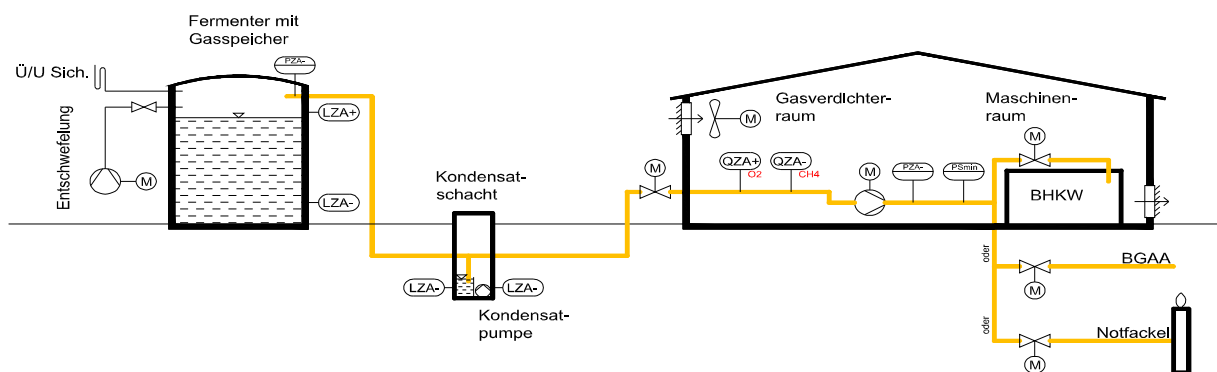


Abb. 3: Funktionsschema einer Biogasanlage (vereinfacht)

Biogasaufbereitungsanlage:

Anlage zur Konditionierung des Biogases

Bioabfälle: (Quelle: BioAbfV)

Abfälle tierischer oder pflanzlicher Herkunft zur Verwertung, die durch Mikroorganismen, bodenbürtige Lebewesen oder Enzyme abgebaut werden können. Bodenmaterial ohne wesentliche Anteile an Bioabfällen gehört nicht zu den Bioabfällen. Pflanzenreste, die auf forst- oder landwirtschaftlich genutzten Flächen anfallen und auf diesen verbleiben, sind keine Bioabfälle.

Anhang

Biogastraglufthaube:

Aufsatz auf Gärbehälter (Fermenter), in dem das Biogas gesammelt und abgezogen wird. Biogastraglufthauben sind in der Regel funktionale Komplettsysteme im Wesentlichen bestehend aus: Wetterschutzhaube, Biogasspeichermembran, Befestigungs- und Stützsystem, Füllstandanzeigen für den Gasspeicher sowie Unter-/Überdrucksicherungen.

Biologische Arbeitsstoffe

Sind Mikroorganismen, die beim Menschen Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen können.

Blockheizkraftwerk

Aggregat zur Umwandlung chemisch gebundener Energie in Elektro- und Wärmeenergie auf der Basis eines Motors und eines daran gekoppelten Generators.

Brennbarer Stoff (Quelle TRBS 2152/TRGS 720)

Ist ein Stoff in Form von Gas, Dampf, Flüssigkeit, Feststoff oder Gemischen davon, der bei Entzündung eine exotherme Reaktion mit Luft eingehen kann.

Einsatzstoffe:

Substrate, die für die Vergärung bestimmt sind.

Einsatzstofflager:

Ort an dem die Substrate für die Vergärung vorgehalten werden. Fahrsilo, Schüttgutsilo, Lagertank, usw.

Emissionen: (Quelle BImSchG)

Emissionen im Sinne dieses Gesetzes sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnlichen Erscheinungen.

Entschwefelung:

Chemisch- physikalisches, biologisches oder kombiniertes Verfahren zur Senkung des Schwefelwasserstoffgehaltes in Biogas.

Explosion: (Quelle: TRBS 2152 – TRGS 720)

Explosion im Sinne dieser technischen Regel ist eine plötzliche Oxidationsreaktion mit Anstieg der Temperatur, des Druckes oder beides gleichzeitig

Explosionsbereich: (Quelle TRBS 2152)

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.

Explosionsfähige Atmosphäre: (Quelle: TRBS 2152)

Ist ein Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben unter atmosphärischen Bedingungen (Gesamtdrucke von 0,8 bar bis 1,1 bar und Gemischtemperaturen von - 20 °C bis + 60 °C), in dem sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Entzündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt.

Explosionsfähiges Gemisch: (Quelle: TRBS 2152)

Ist ein Gemisch aus brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben, in dem sich ein Verbrennungsvorgang nach erfolgter Zündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt.

Anhang

Explosionsgefährdete Bereiche: (Quelle: TRBS 2152)

Räumliche Bereiche, in denen auf Grund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann.



Kennzeichen W 21



P06



P02

Explosionsgrenzen

- **Untere**
Wenn die Konzentration von Biogas in der Luft einen Mindestwert überschreitet (untere Explosionsgrenze UEG) ist eine Explosion möglich.
- **Obere**
Eine Explosion ist nicht mehr möglich, wenn die Konzentration einen maximalen Wert (obere Explosionsgrenze OEG) überschritten hat.

Explosionsschutz (Quelle: TRBS 2152)

- **Allgemein**
Gesamtheit aller Maßnahmen, die zur Vermeidung von Explosionen sowie zur Vermeidung bzw. Verringerung von Schäden, die durch Explosionen entstehen können, durchgeführt werden.
- **Primär im Sinne von GefStoffV § 11 (2) 1.**
Gefährliche Mengen oder Konzentrationen von Gefahrstoffen, die zu Brand- oder Explosionsgefährdungen führen können, sind zu vermeiden.
Maßnahmen zur Verhinderung einer explosionsfähigen Atmosphäre.
- **Sekundär im Sinne von GefStoffV § 11 (2) 2.**
Zündquellen, die Brände oder Explosionen auslösen können, sind zu vermeiden.
Maßnahmen zur Verhinderung von vorhandenen oder entstehenden Zündquellen.
- **Tertiär im Sinne von GefStoffV § 11 (2) 3.**
Schädliche Auswirkungen von Bränden oder Explosionen auf die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten und anderer Personen sind zu verringern.
Maßnahmen zur Vermeidung von durch Explosionen entstandene Schäden.

Explosionsschutzdokument:

Der Arbeitgeber erstellt nach BetrSichV das Explosionsschutzdokument seiner Anlage unter der Berücksichtigung seiner Anlagenausführung und seines Betriebes und schreibt es fort. In dem Dokument sind unter anderem die Anforderungen und Umsetzung an den Explosionsschutz zu dokumentieren.

Gärbehälter: Behälter, in dem der mikrobiologische Abbau des Substrates bei gleichzeitiger Gasbildung stattfindet.

Gärprodukt (Gärrest):

Flüssiger oder fester Rückstand der Biogasgewinnung, der organische und anorganische Bestandteile enthält.

Gasaufbereitung:

Einrichtungen zur Entwässerung, Reinigung und/ oder Aufkonzentrierung von Biogas.

Anhang

Gasdom, Gasblase, Gasspeicherdach:

Aufsatz auf Gärbehälter (Fermenter), in dem das Biogas gesammelt und abgezogen wird.

Gaslagerraum:

Raum oder Bereich, in dem der Gasspeicher untergebracht ist.

Gasspeicher:

Gasdichter Behälter oder Foliensack, in dem das Biogas zwischengespeichert wird.

gefährdeter Bereich: (Quelle: TRBS 1112 Teil 1)

Bereiche, in denen auf Grund der örtlichen Gegebenheiten, ihrer Einrichtungen oder der in ihnen befindlichen bzw. eingebrachten Stoffe, Zubereitungen oder Verunreinigungen im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten zusätzliche Explosionsgefahren entstehen können.

Gefährdungsbeurteilung: (Quelle: TRBS 1111)

Der Arbeitgeber hat die notwendigen Maßnahmen für die sichere Bereitstellung und Benutzung der Arbeitsmittel auf der Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes in Verbindung mit § 3 Betriebsicherheitsverordnung zu ermitteln. Dabei sind auch überwachungsbedürftige Anlagen zu berücksichtigen, die als Arbeitsmittel von Beschäftigten bei der Arbeit benutzt werden.

Gefährdungsermittlung: Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG

Das Verfahren zur Ermittlung, Auflistung und Charakterisierung von Gefährdungen.

Gefahrenbereich (Quelle: Maschinenrichtlinie)

Bereich in einer Maschine und/oder in ihrem Umkreis, in dem die Sicherheit oder die Gesundheit einer Person gefährdet ist.

gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g.e.A.) Quelle: BetrSichV

ist eine explosionsfähige Atmosphäre, die in einer solchen Menge (Gefahr drohend) auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung des Schutzes von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten oder Dritter erforderlich werden. g.e.A. - vergleiche TRBS 2152-1 (Bundesanzeiger: 2. Juni 2006) z.B. > 10 l zusammenhängende explosionsfähige Atmosphäre in geschlossenen Räumen

gefährliche Stoffe (Quelle: StörfallV)

Stoffe, Gemische oder Zubereitungen, die im Anhang I der Störfallverordnung aufgeführt sind oder die die dort festgelegten Kriterien erfüllen und die als Rohstoff, Endprodukt, Nebenprodukt, Rückstand oder Zwischenprodukt vorhanden sind, einschließlich derjenigen, bei denen vernünftigerweise davon auszugehen ist, dass sie bei einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs anfallen.

Gefahrstoffe (Quelle: GefStoffV)

Sind gefährliche Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die explosionsfähig sind, die aus der Herstellung entstanden sind, auf Grund ihrer physikalisch-chemischen, chemischen oder toxischen Eigenschaften die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten gefährden können, sowie alle Stoffe, denen ein Arbeitsplatzgrenzwert zugewiesen worden ist.

Geräte**(Quelle: 11. Verordnung zum ProdSG)**

Als Geräte gelten Maschinen, Betriebsmittel, stationäre oder ortsbewegliche Vorrichtungen, Steuerungs- und Ausrüstungsteile sowie Warn- und Vorbeu-

Anhang

gungssysteme, die einzeln oder kombiniert Energien erzeugen oder übertragen, speichern, messen, regeln, umwandeln oder verbrauchen oder zur Verarbeitung von Werkstoffen bestimmt sind und die eigene potentielle Zündquellen aufweisen und dadurch eine Explosion verursachen können.

Kategorie: (Quelle: BetrSichV, Anhang 4 B)

Unter Kategorie 1,2 oder 3 ist die Gerätekategorie gemeint. Nachdem der Betreiber in der Risikoanalyse eine Einteilung der Betriebs- und Anlagenbereiche in Explosionsschutzzonen vorgenommen hat, werden die in diesen Bereichen eingesetzten Betriebsmittel ausgewählt. Diese Betriebsmittel müssen den in der folgenden Tabelle entsprechenden Gerätekategorien entsprechen.

Komponenten: (Quelle: 11. Verordnung zum ProdSG)

Als Komponenten gelten Bauteile, die für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen erforderlich sind, ohne jedoch selbst eine autonome Funktion zu erfüllen.

Kondensat: Im Fermenter entstandenes Biogas ist wasserdampfgesättigt und muss vor der weiteren Verwendung entwässert werden. Die gezielte Kondensation erfolgt über eine ausreichend angelegte Erdleitung in einen Kondensatabscheider oder über eine Trocknung des Biogases.

Maschine: (Quelle: 11. Verordnung zum ProdSG)

Eine mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt ist.

Persönliche Schutzausrüstung: (Quelle: PSA – Benutzungsverordnung)

Ausrüstung, die dazu bestimmt ist, von den Beschäftigten benutzt oder getragen zu werden, um sich gegen eine Gefährdung für Ihre Sicherheit und Gesundheit zu schützen, sowie jede mit demselben Ziel verwendete und mit der persönlichen Schutzausrüstung verbundene Zusatzausrüstung.

z.B. Messgerät zum Personenschutz: CH₄ (ex), H₂S (ex und toxisch), O₂, CO₂ (toxisch) ggf. auch H₂ und NH₃, Lüfter, Handschuhe, Stiefel, Helm etc.

Prüfart (Quelle: TRBS 1201)

„Prüfarten“ werden unterschieden nach der Methode und dem Verfahren der Durchführung.

Prüfarten sind z.B. Ordnungsprüfungen und technische Prüfungen

Prüfungen: (Quelle TRBS 1201)

Ist die Ermittlung des Istzustandes

- eines Arbeitsmittels,
- einer überwachungsbedürftigen Anlage oder
- eines Arbeitsplatzes in explosionsgefährdeten Bereichen nach Anhang 4 Abschnitt A Nr. 3.8 BetrSichV,
- der Vergleich des Istzustandes mit dem Sollzustand sowie
- die Bewertung der Abweichung des Istzustandes vom Sollzustand.

Istzustand umfasst den durch die Prüfung festgestellten Zustand des Prüfgegenstandes.

Sollzustand ist bei Arbeitsmitteln der durch die Gefährdungsbeurteilung festgelegte sichere Zustand für die weitere Benutzung und bei überwachungsbedürftigen Anlagen der durch die sicherheitstechnische Bewertung festgelegte ordnungsgemäße Zustand für den weiteren Betrieb.

Referenzsystem: (Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG)

Anhang

Ein System, das sich in der Praxis bewährt hat, ein akzeptables Sicherheitsniveau gewährleistet und es ermöglicht, im Wege eines Vergleichs die Vertretbarkeit der von einem zu bewertenden System ausgehenden Risiken zu evaluieren.

Risiko: **Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG**

Die Kombination der Eintrittswahrscheinlichkeit von (durch Gefährdungen verursachten) Unfällen und Zwischenfällen, die zu einem Schaden führen, und des Ausmaßes dieses Schadens.

Risikoabschätzung: Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG

Das Verfahren, das der Festlegung eines Maßstabs zur Bestimmung der analysierten Risiken dient und aus folgenden Schritten besteht: Abschätzung der Häufigkeit, Konsequenzanalyse und Integration.

Risikoanalyse: Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG

Sie systematische Auswertung aller verfügbaren Informationen zur Identifizierung von Gefährdungen und Abschätzung von Risiken.

Risikobewertung: Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG

Der aus Risikoanalyse und Risikoevaluierung bestehende Gesamtprozess.

Risikoevaluierung: Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG

Das auf der Risikoanalyse beruhendes Verfahren zur Feststellung, ob das Risiko auf ein vertretbares Niveau gesenkt wurde.

Risikomanagement: Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG

Die systematische Anwendung von Managementstrategien, -verfahren und -praktiken bei der Analyse, Evaluierung und Kontrolle von Risiken.

Schnittstellen: Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG

Alle Interaktionspunkte innerhalb des Lebenszyklus eines Systems oder Teilsystems, einschließlich Betrieb und Instandhaltung, an denen die verschiedenen Akteure im Rahmen des Risikomanagements zusammenarbeiten.

Anhang

Schutzabstände:

Bereiche um Gasspeicher zum Schutz des Gasspeichers und dessen Ausrüstung.

Sicherheitsanforderungen:

Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG

Die (qualitativen oder quantitativen) Sicherheitsmerkmale eines Systems und dessen Betriebs (einschließlich Betriebsvorschriften), die zur Erfüllung gesetzlicher oder unternehmensspezifischer Sicherheitsziele erforderlich sind.

Sicherheitsbauteil: Quelle: Richtlinie 2006/42/EG)

Ist ein Bauteil, das zur Gewährleistung einer Sicherheitsfunktion dient, was gesondert in Verkehr gebracht wird, dessen Ausfall und/oder Fehlfunktion die Sicherheit von Personen gefährdet und das für das Funktionieren der Maschine nicht erforderlich ist oder durch für das Funktionieren der Maschine übliche Bauteile ersetzt werden kann.

Sicherheitsmaßnahmen:

Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG

Eine Reihe von Maßnahmen, die entweder die Häufigkeit des Auftretens einer Gefährdung verringert oder ihre Folgen mildert, so dass ein vertretbares Risikoniveau erreicht und/oder aufrechterhalten werden kann.

Stand der Technik (SdT):

Ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen in Luft, Wasser und Boden, zur Gewährleistung der Anlagensicherheit, zur Gewährleistung einer umweltverträglichen Abfallentsorgung oder sonst zur Vermeidung oder Verminderung von Auswirkungen auf die Umwelt zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt gesichert erscheinen lässt.

Störfall: (Quelle: StörfallV)

Ist ein Ereignis, wie z.B. eine Emission, ein Brand oder eine Explosion größeren Ausmaßes, das sich aus einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs ergibt, das unmittelbar oder später innerhalb oder außerhalb des Betriebsbereiches oder der Anlage zu einer ernsthaften Gefahr oder zu Sachschäden führt und bei dem ein oder mehrere gefährliche Stoffe beteiligt sind.

Technische Prüfung (Quelle: TRBS 1201)

Bei der technischen Prüfung werden die sicherheitstechnisch relevanten Merkmale eines Prüfgegenstandes auf Zustand, Vorhandensein und ggf. Funktion am Objekt selbst mit geeigneten Verfahren geprüft. Hierzu gehören z. B.

- äußere oder innere Sichtprüfung,
- Funktions- und Wirksamkeitsprüfung,
- Prüfung mit Mess- und Prüfmitteln,
- labortechnische Untersuchung,
- zerstörungsfreie Prüfung und
- Prüfung mit datentechnisch verknüpften Messsystemen (z. B. Online-Überwachung).

Anhang

Technisches System:

(Quelle: Verordnung EG Nr. 352/2009 „Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG)

Das Bauteil oder die Baugruppe, einschließlich Planung, Realisierung und Begleitdokumentation. Die Entwicklung eines technischen Systems beginnt mit der Festlegung der Anforderungen an das System und endet mit seiner Zulassung. Auch wenn dabei die relevanten Schnittstellen zum menschlichen Verhalten berücksichtigt werden, sind das Personal und dessen Handlungen nicht Bestandteil eines technischen Systems. Der Wartungsprozess wird in den Wartungshandbüchern beschrieben, ist aber selbst nicht Bestandteil des technischen Systems.

Unvollständige Maschine (Quelle: BetrSichV)

Ist eine Gesamtheit, die fast eine Maschine bildet, für sich genommen aber keine bestimmte Funktion erfüllen kann. Eine unvollständige Maschine ist nur dazu bestimmt, in andere Maschinen oder in andere unvollständige Maschinen oder Ausrüstungen eingebaut oder mit ihnen zusammengefügt zu werden.

Überwachungsbedürftige Anlage (Quelle: TRBS 1201)

1. Als überwachungsbedürftige Anlage im Sinne des § 1 Abs. 2, Satz 1 Nr. 3 BetrSichV – im weiteren als „Ex-Anlage“ bezeichnet – wird die Gesamtheit aller Geräte, Schutzsysteme oder Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtung im Sinne des Artikel 1 der Richtlinie 94/9/EG und deren funktionale Zusammenschaltung bezeichnet.

2. Zu der „Ex-Anlage“ gehören auch die in den explosionsgefährdeten Bereichen befindlichen Einrichtungen (z. B. zur Inertisierung), Bauwerksteile und andere verwendete Arbeitsmittel, soweit deren Eigenschaften und ihre Wechselwirkungen untereinander im Hinblick auf die Explosionsgefährdungen von Bedeutung sind.

3. Neben den Geräten, Schutzsystemen und Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen nach Nr. 1 umfasst die „Ex-Anlage“ auch die für den Explosionsschutz bedeutsamen Verbindungselemente. Darüber hinaus sind auch die Einrichtungen und Verbindungselemente außerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche erfasst, sofern diese für den explosions sicheren Betrieb von Arbeitsmitteln innerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche erforderlich sind oder zum explosions sicheren Betrieb der Arbeitsmittel beitragen.

4. Die Gesamtanlage im Sinne des § 15 Abs. 1 BetrSichV umfasst hinsichtlich der Explosionsgefährdung alle eigenständigen „Ex-Anlagen“ nach Nr. 1 bis 3, die sich in einem räumlich zusammenhängenden explosionsgefährdeten Bereich befinden, sowie die zugehörigen Funktionseinheiten mit den für den Explosionsschutz bedeutsamen Wechselwirkungen.

Zone:

Räumlich abgegrenzter Bereich, in dem die Eintrittswahrscheinlichkeit einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre betrachtet und definiert wurde.

Anhang

6.1.2 Abkürzungen

AGW:	Arbeitsplatzgrenzwert (Quelle GefStoffV)
AOSA:	(Quelle: Sicherheitsregel für Biogasanlagen DAS-IB GmbH, LFG- & Biogas-Technology, Stand März 2011) Akustische und Optische Signal Anlage dient zur Signalisierung von Störungen oder potentiell gefährlichen oder kritischen Anlagenzuständen.
ATEX	
BetrSichV:	(Quelle: BetrSichV) Betriebssicherheitsverordnung
BGA:	Biogasanlage
BGAA:	(Quelle: Sicherheitsregel für Biogasanlagen DAS-IB GmbH, LFG- & Biogas-Technology, Stand März 2011) Biogasaufbereitungsanlage zur Konditionierung von Biogas aus einer BGA
BGEA:	Biogaseinspeiseanlage zur Einspeisung von aufgebereitetem Biogas aus einer BGAA in das Erdgasnetz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchG:	Bundesimmissionsschutzgesetz
BioAbfV:	(Quelle: BioAbfV) Bioabfallverordnung
CH₄:	(Quelle: Biogas-Messprogramm II - 61 Biogasanlagen im Vergleich, Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe) Methan
CO₂:	(Quelle: Biogas-Messprogramm II - 61 Biogasanlagen im Vergleich, Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe) Kohlendioxid
DVGW:	(Quelle: DVGW G 472) Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
DGRL	
EMV	
g.e.A.:	gefährliche explosionsfähige Atmosphäre
GefStoffV:	(Quelle: GefStoffV) Gefahrstoffverordnung
H₂S:	Schwefelwasserstoff
NH₃:	Ammoniak
NH₄:	Ammonium
OEG:	O bere E xplosions g renze, entspricht 16,5 / 15 Vol % Methan in einem Luft – CO ₂ – N ₂ – Gemisch, bei (0,8 – 1,1) bar und – 20°C - + 60°C
PE:	Polyethylen
PL:	Performance Level
ppm:	parts per million
PVC:	Polyvinylchlorid
SdT:	Stand der Technik
SIL:	Safety Integration Level
TI:	Technische Informationen
TRBS:	(Quelle: TRBS 2152) Technische Regeln für Betriebssicherheit
UEG:	U ntere E xplosions g renze. 100 % UEG entspricht 4,4 / 5 Vol % Methan in einem Luft – CO ₂ – N ₂ – Gemisch, bei (0,8 – 1,1) bar und – 20°C - + 60°C
UV:	Ultraviolett
Vol.-%:	Volumenprozent

Anhang

7 Literaturverzeichnis

- 1 11. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (ProdSV)
Bundesregierung, Stand 08. November 2011
- 2 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
Bundesregierung, Stand 5. Februar 2009
- 3 Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
Bundesregierung, Stand 26. November 2011
- 4 Bioabfallverordnung (BioAbfV)
Bundesregierung, Stand 09. November 2010
- 5 Biogas-Messprogramm II - 61 Biogasanlagen im Vergleich
Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe, Stand 2009
- 6 Biostoffverordnung (BiostoffV)
Bundesregierung, Stand 18. Dezember 2008
- 7 DVGW G 469 "Druckprüfverfahren Gastransport / Gasverteilung"
Stand 1987 oder 2010
DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.,
Stand Juni 2010
- 8 DVGW G 472 "Gasleitungen bis 10 bar Betriebsdruck aus Polyethylen
(PE 80, PE 100 und PE-Xa) - Errichtung"
DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.,
Stand August 2000
- 9 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
Bundesregierung, Stand 26. November 2010
- 10 Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)
Bundesregierung, Stand 07. März 2011
- 11 Leitfaden Biogas - Von der Gewinnung zu Nutzung
Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe, Stand 2010
- 12 Richtlinie 2006/42/EG über Maschinen
Europäisches Parlament, Stand 17. Mai 2006
- 13 Sicherheitsregeln für Biogasanlagen (Fermentationsanlagen) auf Basis der BetrSichV
Das - IB GmbH, LFG- & Biogas - Technology, Stand März 2011
- 14 Störfallverordnung - 12. BImSchV
Bundesregierung, Stand 26. November 2010
- 15 TA Lärm "Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm"
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit,
Stand 26. August 1998
- 16 TA Luft "Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft"
BM für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Stand 24. Juli 2002
- 17 Technische Information 4 - Sicherheitsregeln für Biogasanlagen
Bundesverband der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft (LSV),
Stand Oktober 2008
- 18 TRBA 214 "Abfallbehandlungsanlagen einschließlich Sortieranlagen in der Abfallwirt-
schaft
Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Stand April 2007
- 19 TRBA 230 "Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in der
Land- und Forstwirtschaft und vergleichbaren Tätigkeiten"
Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Stand November 2007
- 20 TRBA 500 "Allgemeine Hygienemaßnahmen"
Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Stand Juni 1999
- 21 TRBS 1111 "Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung"
Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Stand 15. September 2006
- 22 TRBS 2152 - TRGS 720 "Gefährliche explosionsfähige Atmosphären - Allgemeines"

Anhang

- 23 Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Stand 15. September 2006
TRBS 2152 Teil 1 - TRGS 721 "Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Beurteilung der Explosionsgefährdung"
- 24 Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Stand 02. Juni 2006
TRBS 2152 Teil 2 - TRGS 722 "Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre"
- 25 Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Stand 02. Juni 2006
TRBS 2152 Teil 3 "Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre"
- 26 Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Stand 20. November 2009
Wasserhaushaltsgesetz – WHG
- 27 Bundesregierung, Stand 11. August 2010
PSA-Benutzungsverordnung - PSA-BV
- 28 Bundesregierung, Stand 04. Dezember 1996
Merkblatt zur Überprüfung der Gasdichtigkeit von Biogastraglufthauben im Normalbetrieb
SVK Biogas Sachverständigenkreis , Stand 11. März 2011
- 29 TRBS 1112 Teil 1 "Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten - Beurteilung und Schutzmaßnahmen"
Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Stand März 2010
- 30 Qualitätskriterien und Güterichtlinien (RAL-GZ 245) - Gärprodukt fest
Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.
- 31 Qualitätskriterien und Güterichtlinien (RAL-GZ 245) - Gärprodukt flüssig
Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.
- 32 Erläuterungen zur Berechnung der vorhandenen Masse von hochentzündlichem Biogas zur Prüfung der Anwendung der StörfallV
Umweltbundesamt, <http://www.umweltbundesamt.de/nachhaltige-produktion-anlagensicherheit/anlagen/stvo-seveso-richtlinie.html>
- 33 Vollzugshilfe zur Störfall-Verordnung vom März 2004
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Stand März 2004
- 34 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)
Bundesregierung, Stand 26. September 2002
- 35 Verordnung EG Nr. 352/2009 "Über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG"
Kommission des Europäischen Parlaments und des Rates, Stand 24. April 2009
- 36 DIN EN 1127-1:1997 Explosionsschutz Teil 1: Grundlagen und Methodik
DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Stand März 1997
- 37 BAM – Buch wg. EX – Gemische..
- 38 Biogas- und Deponiegashandbuch von DAS – IB GmbH (Lehrgangsbuch: ISBN-Nr.: 978-3-938775-09-7, 10. Auflage, April 2011)
- 39 EN 954 – FAIL – SAFE Definitionen 1998, Ersatz: EN 13849-1 allgemeiner (II07) u. EN 60204-1 (VI07)

Anhang

Verfasser:

SVK Biogas (Sachverständigenkreis Biogas), www.svk-biogas.de

zusammengesetzt aus:

Kurt Awater	Ingenieurbüro awater
Armin Bojahr	Gesellschaft für Umwelttechnik Bojahr mbH & Co. KG
Torsten Fischer	Krieg & Fischer Ingenieure GmbH
Dr. Sarah Gehrig	Dr. Gehrig Management- & Technologieberatung GmbH
Frank Herter	
Martin Paproth	Paproth Ingenieurdienstleistungen
Reinhold Schoon	SBS Sachverständigenbüro
Wolfgang Horst Stachowitz	DAS – IB GmbH