

### 4.1.3a Maßnahmen zur Anlagensicherheit inkl. Explosionschutz

Neben den folgenden Maßnahmen sind auch die in Abschnitt 4.1.4 enthalten Angaben relevant, um die Anlagensicherheit zu gewährleisten.

Die Erweiterung der Biogasanlage erfolgt nach dem Stand der Technik unter Beachtung der *Sicherheitsregeln für Biogasanlagen* (TI 4) der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft, Ausgabe Dezember 2015, sowie in Übereinstimmung mit den Vorgaben der TRAS 120. Falls die Bestimmungen nicht eingehalten werden können, sind gleichwertige Ersatzmaßnahmen zu definieren mit einem gleichwertigen sicherheitstechnischem Schutzniveau zu berücksichtigen. Da es sich bei einer Biogasanlage um ein komplexes Gebilde mit vielen bewegten Teilen handelt, ist das Auftreten von Störungen nicht völlig auszuschließen. Aus diesem Grund ist es bereits bei der Planung erforderlich, sich mögliche Störungen bewusst zu machen und diesen vorzubeugen.

Im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) wird unter einer „Störung“ die Abweichung vom sog. „bestimmungsgemäßen Betrieb“ einer Anlage mit negativen Auswirkungen auf die Nachbarschaft bzw. die Allgemeinheit verstanden. Bezogen auf eine Biogasanlage handelt es sich dabei häufig um Geruchs- bzw. Schallemissionen. In den Antragsunterlagen werden die Emissionen einer Biogasanlage ausführlich dargestellt und Minderungsmaßnahmen aufgezeigt, allerdings stets für den bestimmungsgemäßen Betrieb (Normalbetrieb). Nachfolgend werden mögliche Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb den jeweils vorgesehenen vorbeugenden Maßnahmen gegenübergestellt.

### Art und Ursache von möglichen Störungen

Bei der Betriebsunterbrechung einer Biogasanlage sind im Wesentlichen zwei Fälle zu unterscheiden:

- Ausfall der Gasproduktion
- Ausfall der Gasverwertung

Grundsätzlich hängen diese beiden Störungen eng miteinander zusammen. Produziert eine Biogasanlage kein Gas mehr, kann auch keine Gasverwertung in den BHKW mehr stattfinden. Im Gegenzug führt ein längerer BHKW-Stillstand mit verbundener Unterbrechung der Wärmeversorgung zum Absterben der Biologie im Fermenter und damit zum Ausfall der Gasproduktion.

Der Ausfall der Gasproduktion kann durch eine verantwortungsvolle Betriebsführung verhindert werden. Entscheidend ist die gleichmäßige Beschickung nach Art und Menge sowie das frühzeitige Erkennen von „Verdauungsstörungen“ in der Anlage. Zu diesem Zweck werden die Betriebsführer für die Erweiterung der Anlage geschult und von der Prozessleittechnik (PLT) unterstützt.

Zum Ausfall der Gasverwertung kommt es durch Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten der Blockheizkraftwerke oder der Biogasaufbereitungsanlage. Um in einem solchen Falle einen unkontrollierten Austritt von Biogas zu vermeiden, verfügt die Biogasanlage über ein mehrstufiges Sicherheitssystem.

Der Biogasertrag im Normalbetrieb, d. h. unter fest definierten Prozessbedingungen (Substratzusammensetzung, Beschickungsmenge, Temperatur, Rührintervalle) beträgt pro Stunde ca. 1.395 m<sup>3</sup> (entspricht 12,2 Mio. Nm<sup>3</sup>/a).

Für die Biogasverwertung sind insgesamt 8 BHKW vorgesehen. Die BHKW sind über einen gesamten Gasverbrauch von 2.770 m<sup>3</sup>/h ausgelegt, wobei davon etwa 2.340 m<sup>3</sup>/h von den neuen BHKW 6, 7 und 8 verwertet werden können.

Zusätzlich verfügt die Biogasaufbereitungsanlage über eine Rohgaskapazität von max. 1.050 m<sup>3</sup>/h.

Damit ist die Gasverwertungskapazität ausreichend, um die jährlich produzierte Biogasmenge vollständig zu nutzen. Auch bei einem Ausfall von einem oder mehreren BHKW und / oder der Biogasaufbereitungsanlage kann die produzierte Gasmenge in den meisten Fällen verwertet werden.

Bei zeitgleichem Ausfall aller Gasverbraucher erfolgt eine Speicherung des Biogases in den variablen Gasspeichern. Es steht hierfür ein Gasspeichervolumen von bis zu ca. 19.037 m<sup>3</sup> zur Verfügung. Unter der Annahme, dass das Speichervolumen zum Zeitpunkt der Störung aller Gasverbraucher zur Hälfte mit Gas gefüllt ist, verfügt die Anlage immer noch über ein Speichervolumen von 9.500 m<sup>3</sup>. Die Speicherzeit beträgt in diesem Fall somit rd. 7 Stunden. Der Betreiber wird in diesem Fall neben der ohnehin eingeleiteten Störungsbehebung/ Reparatur der Aggregate auch die Biogasproduktion durch Reduzierung der Substratmengen senken, so dass die Speicherzeit verlängert wird.

Für den Fall, dass die Stillstandzeit der Gasverbraucher die maximale Gasspeicherdauer überschreitet, wird die Emission von unverbranntem Biogas durch die Zuschaltung der stationären Gasfackeln verhindert. Diese sind so ausgelegt, dass ein Ausfall der Gasverbrauchsanlage zu 100 % kompensiert wird.

Bei (geplanter) längerer Stilllegung kann bereits im Vorfeld die Biogasproduktion durch organisatorische Maßnahmen gedrosselt werden (z. B. Umstellung der Fütterung), um die Brenndauer der Gasfackel so gering wie möglich zu halten.

Bei einer Störung der Gasverbraucher und der daraus resultierenden fehlenden Biogasabnahme werden die Gasverdichter automatisch abgeschaltet, um Schäden am Gassystem zu verhindern. Die Abschaltung erfolgt beispielsweise bei Erreichen eines unzulässigen Unterdrucks im Gasspeicherdach. Dadurch wird vermieden, dass über die Unterdrucksicherung Luft in das Gassystem eindringt. Ein solcher Lufteintrag könnte im Gasspeicherraum zur Bildung eines explosionsfähigen Gemischs führen. Um dies zu verhindern, werden die Gasverdichter bereits beim Erreichen eines definierten Unterdruckwertes abgeschaltet. Ein Wiederanlauf der Verdichter ist erst möglich, wenn im Gasspeichersystem wieder der normale Betriebsdruck erreicht ist.

## Vorbeugung von möglichen Störungen

### Abstände

Einer Schallbelästigung der Nachbarschaft wird in erster Linie durch ausreichende Abstände, schallgünstige Anordnung sowie Abschirmung entgegengewirkt.

Eine zentrale Maßnahme zum Schutz der Allgemeinheit ist die Einhaltung geeigneter Schutzabstände. Bei Biogasanlagen sind diese Abstände insbesondere im Hinblick auf Brand- und Explosionsgefahren von entscheidender Bedeutung. Ein ausreichender Abstand zur nächstgelegenen Wohnbebauung verhindert im Brandfall einen Flammenübergriff und reduziert im Explosionsfall das Risiko von Schäden durch die Druckwelle. Die Schutzabstände zwischen gasführenden Anlagenteilen der Biogasanlage und benachbarten Anlagen, Einrichtungen, Bauwerken oder Verkehrswegen (externe Schutzabstände) werden gemäß TRAS 120 eingehalten. Darüber hinaus sind auch interne Schutzabstände zu berücksichtigen, um eine gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Anlagenteile zu vermeiden.

Die maßgeblichen Schutzabstände richten sich im Wesentlichen nach Tabelle 3, Anhang VII der TRAS 120. Für Gärbehälter mit Gasspeichern ist der Abstand abhängig vom maximalen Gasvolumen, das im bestimmungsgemäßen Betrieb vorhanden sein kann. Er beträgt:

- 6 m bei einem Gasvolumen bis 5.000 m<sup>3</sup>,
- 10 m bei einem größeren Gasvolumen.

Die folgende Übersicht zeigt exemplarisch die einzuhaltenden Schutzabstände.

Schutzabstand, gemäß TRAS 120, Anhang VII, (Auszug)	Entfernung
zwischen Gärbehälter mit Gasspeicher und benachbarten Gärbehälter mit Gasspeicher, wenn $V_{\text{Gas}} \leq 5.000 \text{ m}^3$	6 m
zwischen Gärbehälter mit Gasspeicher und benachbarten Gärbehälter mit Gasspeicher, wenn $V_{\text{Gas}} > 5.000 \text{ m}^3$	10 m
zwischen Gärbehälter mit Gasspeicher und Maschinenraum	10 m
zwischen Gärbehälter mit Gasspeicher und Elektroraum, Raum für Anlagenbedienung	6 m
zwischen Gärbehälter mit Gasspeicher und Grundstücksgrenze	15 m
zwischen Gärbehälter mit Gasspeicher und Gärresttrocknungsanlagen	15 m
zwischen Gärbehälter und separate Adsorber	10 m

Demnach ergibt sich für die mit einem Tragluftfoliengasspeicher ausgerüsteten Behältern wie Gärrestlager 3 bis 5 mit jeweils mehr als 5.000 m<sup>3</sup> maximalem Gasvolumen ein Schutzabstand von 10 m zu benachbarten Gärbehältern bzw. 15 m zur Grundstücksgrenze. Da die neuen Fermenter nicht über einen Tragluftfoliengasspeicher verfügen, sondern mit einem gegen Flugfeuer beständigen Stahldach ausgestattet sind, ist für diese Behälter voraussichtlich kein Schutzabstand gemäß TRAS 120 erforderlich. Ungeachtet dessen wird der geforderte Mindestabstand von 6 m für die Fermenter untereinander als auch zu benachbarten Behältern eingehalten. Denn die

drei Fermenter besitzen einen konstanten Füllstand und ein Gasvolumen von jeweils weniger als 5.000 m<sup>3</sup>.

Gemäß TRAS 120 Abschnitt 2.2.1 Absatz 4 kann alternativ zur Einhaltung der Abstände auch eine feuerbeständige Ausführung (wie Feuerwiderstandsklasse F90 nach DIN 4102 – Türen mindestens in T30) gewählt werden.

### **Beschilderung**

Für ständige Verbote, Warnungen, Gebote und sonstige sicherheitsrelevante Hinweise wird die entsprechende Beschilderung gemäß BGV, DIN und StVO an den jeweils erforderlichen Positionen (Maschinen, Behältern, Zufahrten) angebracht. Die genaue Lage wird am Ende der Baumaßnahmen durch den Hersteller der Biogasanlage in Absprache mit den Lieferanten und unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten bestimmt.

### **An- und Abfahrprozess**

Die Inbetriebnahme bzw. Außerbetriebnahme einer Biogasanlage ist ein besonderer Betriebszustand, der entsprechende Maßnahmen erfordert. Aus diesem Grunde wird eine Betriebsanweisung gemäß den Sicherheitsregeln für Biogasanlagen erstellt, die diese besonderen Gefährdungen berücksichtigt.

## **Sicherheits-, Messtechnik**

### **Sicherheitsrelevante Anlagenkomponenten**

#### Gaswarneinrichtung

Die BHKW-Aufstellungsräume werden mit einer Gaswarneinrichtung ausgestattet. Diese besitzt Detektoren, welche auf Methan als wesentlichen Bestandteil des Biogases reagieren. Die Gaswarneinrichtung informiert permanent über die gemessene Gaskonzentration und Grenzwertüberschreitungen. Der Grenzwert wird auf 40 % der unteren Explosionsgrenze (40 % UEG) eingestellt, entsprechend 4,4 Vol % Methan in der Luft. Somit beträgt die UEG für Biogas mit einem Methananteil von 53 % ca. 8,3 Vol % in Luft. Bei einer Grenzwertüberschreitung alarmiert die Gaswarneinrichtung sofort mit LED-Anzeigen und schaltet entsprechende Alarmrelais. Das ausgegebene analoge Ausgangssignal wird in der Steuerung verarbeitet. Diese schaltet alle nicht ex-geschützten Antriebe ab. Darüber hinaus erfolgen eine optische Warnung mittels Rundumleuchte, eine akustische Warnung mittels Signalhorn sowie eine SMS-Nachricht auf ein oder mehrere Störungsmobiletelefone. Die Gaswarneinrichtung ist für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß ATEX-100a zugelassen. Die Belüftung der BHKW-Aufstellungsräume wird über eine Zwangslüftung mit Kulissenschalldämpfer realisiert, die bei Auslösung des Alarmwertes der Raumluftüberwachung auf 100 % Leistung der Zulüftung schaltet. Des Weiteren erfolgt ein automatisches Schließen der Gaszufuhr außerhalb der Aufstellungsräume.

Der Containerraum der Biogasaufbereitungsanlage wird ebenfalls mittels Gassensoren überwacht. Detaillierte Angaben sind Abschnitt der Prozessbeschreibung des Herstellers zu entnehmen.

#### Gasanalyse

Es werden Gasanalysen in den BHKW-Aufstellräumen installiert. Aufgrund der dort vorhandenen Zwangslüftungen im Bereich der Gasanalyse kann es nicht zu einem Auftreten von gefährlichen Gaskonzentrationen kommen.

#### Gasabsperrhahn

Außerhalb des BHKW-Gebäudes und des BHKW-Containers befindet sich ein deutlich gekennzeichnete Gasabsperrhahn, welcher als Schnellschlussarmatur ausgeführt wird. Nach Unterbrechung der Gaszufuhr stoppt der Motor. Zusätzlich ist eine automatische Absperrarmatur außerhalb des BHKW-Gebäudes und des BHKW-Containers vorgesehen, welche bei Gasalarm die Gaszufuhr in das Gebäude bzw. Container unterbricht.

#### Flammenrückschlagsicherung (Deflagrationssicherung)

Vor Eintritt in die BHKW durchläuft das Biogas eine Standard-Gasregelstrecke gemäß DIN-DVGW. Diese beinhaltet einen Handabsperrschieber, einen Gasfilter, eine Deflagrationssicherung und das Gasregelungsventil.

Die Gasregelstrecke der Gasfackel besteht aus einer Deflagrationssicherung und einem Druckwächter sowie einer Erdungsanlage zum Blitzschutz. Sämtliche Deflagrationssicherungen werden dauerbrandsicher ausgeführt.

#### Gasdruckmessung

Um zu verhindern, dass es bei einem Über- oder Unterdruck im Gasspeicherdach zu Störungen kommt, ist jedes Gasspeicherdach mit einer analogen Gasdruckmessung (Drucktransmitter) ausgestattet. Sollte durch entsprechende Maßnahmen der Über- bzw. Unterdruck nicht ausgeglichen werden können, ist mit der Über- und Unterdrucksicherung eine zweite Sicherheitseinrichtung gegeben.

#### Über-, Unterdrucksicherung

Als Sicherheitseinrichtung, um unzulässige Gasdrücke im Behälter bzw. dem Gasspeicher zu verhindern, sind alle Gärbehälter und der externe Gasspeicher jeweils mit einer Über-/ Unterdrucksicherung als Flanscharmatur ausgestattet. Die Über-/ Unterdrucksicherungen arbeiten in einem Bereich zwischen ca. +25 mbar Überdruck und -1,0 mbar Unterdruck (Fermenter 3-5) sowie zwischen ca. +8 mbar Überdruck und -1 mbar Unterdruck (Gärrestlager 3-5). Die Drucksicherungen werden so angebracht, dass sie jederzeit leicht und gefahrlos erreicht und mit sicherem Stand gewartet und kontrolliert werden können. Das Auslösen der Drucksicherung wird registriert und über die Steuerung erfolgt eine Alarmierung sowie das Abschalten bzw. Zuschalten von Verbrauchern, um zurück in den Regeldruckbereich zu kommen.

#### Überwachung der Stützluft

Zur Erkennung von Undichtigkeiten der neuen Gasspeichermembranen wird die Stützluft auf Methankonzentration überwacht. Hierzu wird jeder Tragluftfolien-gasspeicher mit einer quasi kontinuierlichen Messung der Methankonzentration im Bereich des Auslasses der Stützluft ausgerüstet. Über eine zentrale Auswerteeinheit werden die Messergebnisse in der Steuerung verarbeitet.

#### Grenzfüllstandsmessung

Zur Verhinderung einer Überfüllung verfügt jeder Behälter über eine Grenzfüllstandsmessung. Sobald diese mit einer leitenden Flüssigkeit (Substratge-

misch/Gärrest) in Berührung kommt, wird ein entsprechendes Signal an die Steuerung übergeben. Die Steuerung veranlasst einen sofortigen Abbruch des Pump- und Rührvorgangs und ein automatisches Schließen aller relevanten Schieber. Es kann nun nur noch aus dem Behälter herausgepumpt werden. Über das Auslösen der Grenzfüllstandsmessung wird der Betriebsführer per SMS alarmiert.

Zusätzlich wird der Flüssigkeitsstand im Behälter von der Füllstandsmessung überwacht. Diesem analogen Grenzwertgeber sind eine Minimum- und eine Maximum-Begrenzung für den Füllstand vorgegeben. Bei Über- bzw. Unterschreitung des Grenzwertes wird dies der Steuerung signalisiert. Die nun folgenden Schritte entsprechen der für den Grenzfüllstand beschriebenen Bearbeitungsroutine. Sobald sich der Füllstand wieder in dem vordefinierten Bereich befindet, können alle Teilprozesse wieder gestartet werden.

Auch bei der Gärrestabnahme erfolgt bei Erreichen des Minimalfüllstands eine Alarmierung (Hupe /Signalhorn) und warnt somit den Tankwagenfahrer; zugleich wird der Automatikschieber der Entnahmeleitung geschlossen.

### Not-Aus-System

Die Biogasanlage verfügt über mehrere Not-Aus-Schalter. Diese sind in auffällig roter Farbe mit entsprechender Beschriftung ausgeführt. Jeder Not-Aus-Schalter hat eine spezifische Not-Aus-Kette. Beim Auslösen werden die jeweils betroffenen sicherheitsrelevanten Aggregate (Motoren, Rührwerke, Pumpen, ...) stromlos geschaltet.

### Unabhängige Spannungsversorgung (USV)

Die USV basiert auf einem Wechselrichter mit entsprechenden Akkus, der die Sensorik und den Steuerungs-PC versorgt. Die USV stellt bei einem Stromausfall sicher, dass die steuerungsrelevanten und somit auch für die Alarmierung relevanten Bauteile (SPS, die Visualisierung und die anlageninterne Kommunikation) weiterhin mit Spannung versorgt werden. Sämtliche automatische Substratschieber befinden sich stromlos im geschlossenen Zustand. Die Über-/Unterdrucksicherung ist ein mechanisches Bauteil und funktioniert somit ohne Strom. Über- und Unterdrücke können also auch bei Stromausfall ausgeglichen werden.

### **Prozessleittechnik**

Die Biogasanlage wird mit einer Prozessleittechnik (PLT) in Form einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) mit Visualisierungssoftware ausgerüstet. Diese ermöglicht dem Betriebsführer vor Ort, aber auch dem Hersteller aus der Ferne, eine visualisierte Überwachung und Steuerung der Biogasanlage.

Alle Signale der Messeinrichtungen in der Anlage werden durch die PLT verarbeitet, und auftretende Warnungen oder Störungen akustisch oder optisch ausgegeben. Gleichzeitig nimmt die PLT bereits notwendige Schaltungen vor, um einer Verschärfung der Störung entgegenzuwirken (z. B. Abschalten von Pumpen, Schließen von Ventilen). Je nach Art der Störung sind anschließend manuelle Eingriffe erforderlich, um die Ursache der Störung zu beheben oder um eventuelle Gefährzustände abwenden zu können.

Bei den wesentlichen Störungen erfolgen die folgenden Schaltungen:

Störung	Maßnahme
---------	----------



Füllstand max. / Grenzfüllstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alle relevanten Schieber/Ventile werden geschlossen</li> <li>• Pumpen in den Behälter ist nicht mehr möglich</li> </ul>
Füllstand min.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alle Schieber/Ventile werden geschlossen</li> <li>• Pumpen aus dem Behälter ist nicht mehr möglich</li> </ul>
Gasdruck max.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• es wird ein weiterer Gasverbraucher zugeschaltet</li> </ul>
Gasdruck min.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alle Gasverbraucher werden hardwaremäßig ausgeschaltet</li> </ul>

## Notstromversorgung

Die Anlage wird einem Anschluss an die Batteriespeicher ausgerüstet. Somit kann bei Netzausfall die Anlage weiter mit Strom versorgt werden.

Im Notstrombetrieb werden mindestens folgende, sicherheitsrelevante Anlagenteile versorgt:

- Anlagensteuerung
- Tragluftgebläse zur Luftbeaufschlagung der Tragluftdächer
- Gastechnik und Gasverdichter zur Versorgung der Gasverbraucher

Die Funktion sowie der Ablauf der automatischen Notstromversorgung werden wie folgt eingerichtet:

- Die Netzspannung wird mit einem Unterspannungsrelais überwacht.
- Sobald die Netzspannung bei einem Netzausfall zusammenbricht, meldet das Unterspannungsrelais den Spannungsverlust an die separate Steuerung, die mit Hilfe einer USV (batteriegepufferte unterbrechungsfreie Stromversorgung) während des Netzausfalls versorgt wird.
- Zeitgleich wird eine Störungsmeldung an den Betreiber versendet.
- Sofern die Dauer des Netzausfalles zwei Minuten erreicht hat, wird der Batteriestrombetrieb gestartet und in den Notstrombetrieb umgeschaltet.
- Die Batterie versorgt die o.g. Anlagenteile.
- Sobald das Unterspannungsrelais Netzwiederkehr meldet, wird nach 2 Minuten auf Netzbetrieb umgeschaltet und das Notstromaggregat runtergefahren.
- Während des Netzbetriebes und des Notstrombetriebes werden die Batterien der USV geladen.

## Beschreibung – Explosionsschutz Biogasanlage

### Stoffbeschreibung

Die Rohstoffe (Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger) wie auch der Gärrest sind aufgrund des hohen Wassergehaltes nicht zündfähig. Zündgefahren ergeben sich lediglich dort, wo Biogas auftritt. Biogas besteht zu ca. 55 % aus Methan, was im Wesentlichen die Brennbarkeit des Biogases charakterisiert. Somit sind auch Zündgrenze und Zündtemperatur vergleichbar, die Gasdichte entspricht in etwa der Umgebungsluft. Der hohe CO<sub>2</sub>-Gehalt des Gases (ca. 45 %) trägt zur vergleichsweise niedrigen Zündgeschwindigkeit des Biogases bei. Schwefelwasserstoff ist nur in geringen Mengen (ppm-Bereich) im Biogas vorhanden und wirkt sich deshalb kaum auf das Zündverhalten aus.

## Zündgefahren

Auf einer Biogasanlage kann in unterschiedlichen Bereichen eine explosionsfähige Atmosphäre auftreten, in erster Linie innerhalb der speichernden Anlagenkomponenten sowie im Außenbereich dieser Anlagenteile. Generell wird Biogas innerhalb der Anlage ausschließlich in geschlossenen Anlagenteilen gehandhabt. Ein wesentlicher Aspekt der Anlagensicherheit ist damit die Dichtigkeit der Behälter insbesondere hinsichtlich des Austritts von Gasen und Eintritts von Luftsauerstoff.

Anlagenteil	Ausführung	Einstufung der Zündgefahr
Vorlagebehälter mit geruchsmindernder Abdeckung	Der Vorlagebehälter wird dem eigentlichen Prozess als Lager z. B. für aufbereitete Speisereste vorgeschaltet. Dieses Substrat hat grundsätzlich Potential zur Bildung von Biogas. Durch die geruchsdichte Abdeckung und die installierte Rührtechnik sind die weiteren Voraussetzungen aber nur teilweise erfüllt. Entscheidend ist die fehlende Beheizung des Behälters sowie die kurze Verweilzeit der Einsatzstoffe.	keine
Feststoffeintrag 1-3	Aufgrund der offenen / nicht gasdichten Bauweise des Eintragungssystems und dem Fehlen von aktivem Gärsubstrat ist eine Methanbildung ausgeschlossen. Die Substratlagerhalle verfügt über große Wandöffnungen (Toreinfahrt und Ausfahrt), so dass eine ausreichende Belüftung gewährleistet wird.	keine
Pre-Mix mit RotaCut 1-3	Die festen Einsatzstoffe gelangen über die Feststoffdosierer 1-3 direkt in den Pre-Mix 1+2 (Aufstellungsort: Technikbereich der Substratlagerhalle), der gleichzeitig vergärtes Substrat aus dem Fermenter zudosiert. Der Pre-Mix verfügt über ein geschlossenes Befüllsystem. Das Entstehungspotential von gefährlichen Gasen ist dem von Pumpenanlagen gleichzusetzen. Da der Dosierer 1 im Freien aufgestellt ist, besteht eine ausreichende Belüftung. Die Dosierer 2 und 3 in der Substratlagerhalle werden durch große Wandöffnungen ausreichend belüftet.	gering
Fermenter 3-5	Bei optimalen Vergärungsbedingungen und einer langen Verweilzeit findet dort unter anaeroben Bedingungen der Abbauprozess von frischem Material statt. Biogas bildet sich in großen Mengen. Der Wand- und Dachaufbau besteht aus Stahl. Diese Ausführung gilt als auf Dauer technisch dicht verschraubt bzw. abgedichtet. Ausgasungen sind daher nicht zu erwarten.	mittel



Anlagenteil	Ausführung	Einstufung der Zündgefahr
Gärrestlager 3-5	Die Gärrestlager werden mit einem Foliengasspeicherdach ausgestattet. Das in den Gärbehältern produzierte Biogas wird in diese Gasspeicher eingeleitet, zwischengepuffert und von dort aus der Gasverwertung zugeführt. Ausgasungen können durch Undichtigkeiten der Speicherfolie bzw. als technisch dicht eingestufte Anlagenteile vorkommen (Leitungsdurchbrüche, Schaugläser).	mittel
Schaugläser	Die Schaugläser sind gemäß Herstellerangaben technisch dicht. Gemäß Wartungsplan ist eine Überprüfung der Schaugläser (z.B. mittels Leckspray) vorzunehmen.	gering
Gasspeicherdächer auf Gärrestlager 3-5 (Tragluftgasspeicher)	In den Gasspeicherdächern kann eine große Menge Biogas gelagert werden. Allein dadurch entsteht jedoch noch keine Explosionsgefahr. Im Normalbetrieb ist nicht mit einem Einströmen von Luftsauerstoff zu rechnen. Ein Restrisiko besteht allenthalben durch Leckagen der Speichermembran. Die Gasspeicherdächer werden auf ihre Dichtigkeit geprüft. Die jeweiligen Prüfprotokolle sind Bestandteil der auf der Biogasanlage vorhandenen Anlagendokumentation.	mittel bis hoch
Tragluftsystem/ Stützluftgebläse (neue Gasspeicher)	Zum Tragluftsystem gehören der Zwischenraum (Raum zwischen Wetterschutzfolie und Gasmembran), der Traglufteinlass und der Tragluftauslass und das Stützluftgebläse mit Rückschlagklappe. Das Tragluftsystem wird mit einer Gaswarneinrichtung betrieben. Der Tragluftauslass wird hierdurch nach Herstellervorgabe auf Methankonzentration analysiert, um die Einhaltung der zu erwartenden Methankonzentration aufgrund von Permeation zu kontrollieren.  Die Stützluftgebläse sind über die Gebläseleitung mit der Zone 2 des Daches verbunden. Es werden dementsprechend exgeschützte Bauteile verwandt.	keine
Über- und Unterdrucksicherung	Bei den Über-, Unterdrucksicherungen handelt es sich um Anlagenteile, die dem Druckausgleich in den Gasspeicherdächern im Havariefall dienen. Daher muss an diesen Stellen mit Ausgasungen von Biogas gerechnet werden.	mittel bis hoch
externe Entschwefelung	Bei der externen Entschwefelung wird Sauerstoff in die zuführende Gasleitung vor der der Reinigungskolonne zugeführt. Trotz einer deutlichen Unterschreitung der unteren Explosionsgrenze durch die entsprechende Messsensorik und automatisierten Steuerung, ist die Möglichkeit der Bildung einer zündfähigen Atmosphäre nicht ganz auszuschließen. Dies gilt im Besonderen bei An- und Abfahrvorgängen.	keine bis gering

Anlagenteil	Ausführung	Einstufung der Zündgefahr
Seildurchführungen der Tauchmotorrührwerke	Die vom Hersteller vorgegebenen Wartungsintervalle von Fetteinpressungen bei Seildurchführungen zur Höhenverstellung werden eingehalten. In jedem Fall ist dieses nach einer Verstellung des Rührwerkes durchzuführen, ansonsten laut Wartungsplan wöchentlich zu kontrollieren.	gering
Gasleitungen	Die Gasleitungen bestehen aus geschweißtem PE-HD oder Edelstahl (geschweißt). Solche Verbindungen gelten als „auf Dauer technisch dicht“.	keine
Gaskonditionierung inkl. Gasverdichter	Bei der Gaskonditionierung und [insbesondere] beim Gasverdichter handelt es sich um ein rotierendes Bauteil. Um eine Funkenbildung auszuschließen, wird der Gasverdichter exgeschützt ausgeführt. Die Wahrscheinlichkeit der Bildung eines zündfähigen Gemisches innerhalb der Gasstrecke ist zudem nicht hoch.	gering
Gaskühlung	Die Gaskühlung (Rohrbündelwärmetauscher) ist nicht begehbar. Abdeckbleche dienen dem Witterungsschutz, eine natürliche Lüftung ist durch ausreichende Lüftungsöffnungen an mehreren Seiten gewährleistet.	gering
Entschwefelung über Aktivkohlefilter	Der Aktivkohlefilter besteht aus einem mit Aktivkohle gefüllten, vertikal aufgestellten Flachbettadsorber. Die Abscheidung mit Aktivkohle erfolgt durch katalytische Oxidation des an der Aktivkohleoberfläche adsorbierten Schwefelwasserstoffs. Der entstehende elementare Schwefel wird in die Aktivkohle eingelagert. Nach Erreichen der maximalen Beladung wird die Aktivkohle ausgetauscht und über den Lieferanten einer Verwertung zugeführt. Die Filterbehälter werden aus Stahl oder PE gefertigt, so dass die technische Dichtheit gewährleistet ist. Beim Wechsel der Aktivkohle sind die Herstellervorgaben wie z.B. Inertisierung zu beachten. Beim Inertisierungsvorgang wird Stickstoff in den Eingangsspülstutzen des Filters eingeleitet. Gleichzeitig wird der Auslassspülstutzen des Filters geöffnet, so dass an dieser Stelle ein Biogas/Stickstoffgemisch austritt. In dem Moment, wo Biogas austritt, ist mit der Bildung eines zünd- bzw. explosionsfähigen Gemisches zu rechnen. Zu diesem Zeitpunkt stellt der Bereich eine Explosionszone dar und ist abzuschränken und gegen Betreten zu sichern.	gering
Kondensatschacht	Das in der Gasleitung durch Abkühlung entstehende Kondensat wird über eine Stichleitung aus der Hauptgasleitung in den Kondensatschacht, der an der tiefsten Stelle des Gasleitungssystems positioniert wird, abgeleitet. Die Kondensatleitung im Kondensatschacht wird als mindestens 40 cm langer, vertikal montierter Siphon ausgeführt. Dies hat zur Folge, dass im Normalbetrieb diese	keine

Anlagenteil	Ausführung	Einstufung der Zündgefahr
	<p>Stichleitung ständig mit Kondensat gefüllt ist. Die Höhe der Wassersäule im Siphon beträgt mindestens 40 cm, so dass mindestens das 10-fache des Ansprechdruckes der Überdruck-/Unterdrucksicherungen eingehalten wird. Demnach ist ein Ausströmen von Biogas in den Kondensatschacht und die Entstehung eines explosiven Gas-Luftgemisches nicht möglich. Die Entwässerungspumpe zur Ableitung des Kondensates wird ausschließlich getaucht betrieben. Der ausreichende Flüssigkeitsfüllstand im Kondensatschacht wird kontinuierlich über eine kapazitive Füllstandsmessung überwacht. Diese sorgt gleichzeitig dafür, dass bei Erreichen eines Grenzfüllstandes der Betreiber über diesen Betriebszustand informiert wird. Dies geschieht zum einen über die Visualisierung der übergeordneten Prozessleittechnik und zum anderen über eine Störmeldung aufs Handy des Betreibers. Bei fehlender Wasservorlage im Kondensatschacht wird die Pumpe zur Ableitung des Kondensats stromlos geschaltet.</p> <p>Als zusätzliche Schutzmaßnahme sind die elektrischen Betriebsmittel im Innern des Behälters ex-geschützt ausgeführt. Da die Pumpe zum Ableiten des Kondensats keine ATEX-Zulassung besitzt, wird diese bei fehlender Wasservorlage stromlos geschaltet.</p>	
Substratlagerhalle	In der Substratlagerhalle wird u.a. fester Wirtschaftsdünger zwischengelagert. Gasbildungen von Methan sind aufgrund der aeroben Lageroberfläche sowie der Lagertemperatur bei Umgebungstemperatur als gering einzustufen. Da die Halle nicht allseitig geschlossen ausgeführt wird, ist mit einer ausreichenden Verdünnung zu rechnen.	gering
Separation von Gärresten	Die Separation befindet sich in einem separaten Bereich in der Substratlagerhalle; die innerhalb des Gebäudes befindlichen Bauteile der Separation sind flüssigkeitsdicht ausgeführt. Da dennoch nicht ausgeschlossen werden kann, dass geringfügige Ausgasungen an Dichtelementen stattfinden, wird die Halle nicht allseitig geschlossen ausgeführt. Somit ist mit einer mit einer ausreichenden Verdünnung zu rechnen.	gering
Pumpenräume in Substratlagerhalle	Rohrleitungen und Pumpsysteme sind flüssigkeitsdicht ausgeführt. Da dennoch nicht ausgeschlossen werden kann, dass geringfügige Ausgasungen an Dichtelementen stattfinden, ist der Pumpenraum mit einer Querlüftung versehen. Damit ist im Pumpenraum nicht mit einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen.	gering

Anlagenteil	Ausführung	Einstufung der Zündgefahr
Gasnotfackel (neu)	Die Gasfackel verfügt über eine Gasregelstrecke bestehend aus einer Deflagrationssicherung und einem Druckwächter sowie einer Gasabsperrarmatur. Die Deflagrationssicherung ist dauerbrandsicher ausgeführt. Der Betrieb der Gasverbrennung wird mittels einer Flammenüberwachung kontrolliert. Sollte die Flamme erlöschen, wird die weitere Gaszufuhr innerhalb von Sekunden unterbrochen, so dass keine explosionsfähige Atmosphäre entsteht. Ein Restrisiko besteht allenthalben durch Leckagen der als „auf Dauer technisch dicht“ geltenden Gasleitung bzw. Flanschverbindungen.	gering

## Zoneneinteilung

Um wirkungsvolle Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen festlegen zu können, ist die Einrichtung von sog. Exzonen erforderlich. Diese Exzonen werden einerseits zeichnerisch dargestellt und andererseits durch entsprechende Beschilderung auf dem Betriebsgelände kenntlich gemacht.

Exzonen sind räumliche Bereiche, in denen auf Grund der örtlichen und betrieblichen Gegebenheiten eine Explosionsgefahr vorliegt. Die Wertigkeit der Exzone hängt von der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre ab. Die nachfolgende Übersicht zeigt die Exzoneneinteilung der Biogasanlage:

### Innere Exzonen

Anlagenteil	Exzone	Bemerkungen	Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen
Gärbehälter Fermenter 3-5	keine	nur bei besonderen Betriebszuständen wie An- und Abfahren ist im Behälterinneren mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen.	Elektrische Einrichtungen im Innern des Behälters, wie z.B. Rührwerke werden vor dem Befüllen/Entleeren stromlos geschaltet.  Eine Betriebsanweisung zum An- bzw. Abfahren der Biogasanlage ist mit dem Betriebshandbuch des Herstellers zu beachten. (vgl. auch Musterbetriebsanweisung Anhang 1 und 6 der Sicherheitsregeln für Biogasanlagen).

Anlagenteil	Exzone	Bemerkungen	Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen
Gärrestlager 3-5	keine	nur bei besonderen Betriebszuständen wie An- und Abfahren ist im Behälterinneren mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen.	Elektrische Einrichtungen im Innern des Behälters, wie z.B. die Rührwerke, werden exgeschützt ausgeführt.  Eine Betriebsanweisung zum An- bzw. Abfahren der Biogasanlage ist mit dem Betriebshandbuch des Herstellers zu beachten..
Gasleitungen	keine	nur bei besonderen Betriebszuständen wie An- und Abfahren ist im Leitungsinnen mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen.	Elektrische Einrichtungen im Innern der Gasleitung werden exgeschützt ausgeführt bzw. vor dem Befüllen/Entleeren stromlos geschaltet. Eine Betriebsanweisung zum An- bzw. Abfahren der Biogasanlage ist mit dem Betriebshandbuch des Herstellers zu beachten.
Kondensatschacht	keine	im Normalbetrieb ist mit keiner gefährlichen explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen, da 1. bei Unterschreiten des zulässigen Betriebsdruckes im Gassystem die Verbraucher abgeschaltet werden; 2. die mechanischen Überdruck-/ Unterdrucksicherungen bereits bei -1 und +8 mbar auslösen; 3. die Wasservorlage des Siphons im Schacht mind. dem 10-fachen Ansprechdruck der Überdruck-/ Unterdrucksicherung entspricht	Als zusätzliche Schutzmaßnahme werden die elektrischen Betriebsmittel im Innern des Behälters exgeschützt ausgeführt. Da die Pumpe zum Ableiten des Kondensats keine ATEX-Zulassung besitzt, wird diese bei fehlender Wasservorlage stromlos geschaltet.

## Äußere Exzonen

Die Form der Exzonen außerhalb von umbautem Raum ist kuppelförmig. Deren Verlauf ist schematisch in einer beiliegenden Schnittzeichnung dargestellt. Soweit sich die Exzonen gleicher Kategorie überschneiden, wird die Umschließende der Zonen als Zonenbegrenzung gewählt.

### a) im bestimmungsgemäßen Betrieb (Normalbetrieb)

Anlagenteil	Exzone	Bemerkungen/Bemessung	Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen
<b>Gärrestlager 3-5</b>			

Anlagenteil	Exzone	Bemerkungen/Bemessung	Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen
Gasspeicher	Zone 2	Umkreis von 3 m um die Behälterkrone bzw. die Folie	Verwendung von Betriebsmitteln, welche eine Zulassung für die entsprechende Zone gemäß Anhang 1 der RL 94/9/EG besitzen
Tragluftzwischenraum (Gasspeicher)	Zone 2	Raum zwischen Witterschutzfolie und Gasmembran	Verwendung von Betriebsmitteln, welche eine Zulassung für die entsprechende Zone gemäß Anhang 1 der RL 2014/34/EU besitzen
Auslass Tragluftöffnung (Gasspeicher)	Zone 2	Umkreis 3 m um Abluftöffnung Tragluft	Verwendung von Betriebsmitteln, welche eine Zulassung für die entsprechende Zone gemäß Anhang 1 der RL 2014/34/EU besitzen
Zuluft Tragluftöffnung (Gasspeicher)	Zone 2	Umkreis 0,5 m um Zuluftöffnung Tragluft (Tragluftgebläse)	Verwendung von Betriebsmitteln, welche eine Zulassung für die entsprechende Zone gemäß Anhang 1 der RL 2014/34/EU besitzen
<b>Aktivkohlefilter</b>			
Auslassspülstutzen	Zone 2	Es ist nur für einen sehr kurzen Zeitraum mit einer explosionsfähigen Zone zu rechnen, Umkreis von 1 m	Die Aktivkohle muss entsprechend den Vorgaben des Herstellers gewechselt werden (Inertisierung); der Bereich ist abzuschränken und gegen Betreten zu sichern

*b) im nicht bestimmungsgemäßen Betrieb (Betriebsstörung)*





Anlagenteil	Kategorie	Bemerkungen/Bemessung	Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen
<b>Fermenter 3-5</b>			
Über-, Unterdrucksicherung sowie Messeinrichtungen	Zone 2	Umkreis von 3 m um die Austrittsöffnung	Verwendung von Betriebsmitteln, welche eine Zulassung für die entsprechende Zone gemäß Anhang 1 der RL 2014/34/EU besitzen
<b>Gärrestlager 3-5</b>			
Über-, Unterdrucksicherung	Zone 2	Umkreis von 3 m um die Austrittsöffnung	Verwendung von Betriebsmitteln, welche eine Zulassung für die entsprechende Zone gemäß Anhang 1 der RL 2014/34/EU besitzen

Zusätzlich zu den o.g. konstruktiven vorbeugenden Schutzmaßnahmen werden noch organisatorische Schutzmaßnahmen durch Kennzeichnungen in den Ex-Zonen vorgenommen.

### Kennzeichnung

Explosionsgefährdete Bereiche werden an ihren Zugängen mit Warnzeichen nach Anhang III der Richtlinie 1999/92/EG gekennzeichnet:



Art der Kennzeichnung		Ort der Kennzeichnung
	Zutritt für Unbefugte verboten (P06)	Der Schutzbereich, in denen Schutzabstände einzuhalten sind, wird entsprechend der VSG 1.5 gekennzeichnet
	Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten (P02)	Der Schutzbereich, in denen Schutzabstände einzuhalten sind, wird entsprechend der VSG 1.5 gekennzeichnet
	Mobilfunk verboten (P18)	Der Zugang zu den Gasspeichern (Arbeitsposteste)
	Warnung vor explosionsgefährdeter Atmosphäre (W21)	In explosionsgefährdeten Bereichen (Zonen)

## Exschutz-Maßnahmen

Zur Vermeidung von bzw. zur Warnung vor explosiver Atmosphäre werden verschiedene Maßnahmen getroffen.

- keine Gebäude (z. B. Technikgebäude) innerhalb von Exzonen
- keine gasführenden Leitungen in geschlossenen Räumen
- Raumluftüberwachung in Räumen in denen Gas austreten kann (z. B. BHKW-Raum)
- Ex-geschützte Ausführung aller Antriebe und Messgeräte in Bereichen, die als Exzone gekennzeichnet sind
- Einsatz von Deflagrationssperren vor Stellen, an denen das Biogas mit Luft gemischt wird, wie z. B. BHKW, Gasfackel. Deflagrationssperren verhindern im Falle einer Explosion den Flammrückschlag in das rückwärtige Gassystem
- Stromlosschalten ganzer Anlagenteile bei Störung, z. B. bei Erreichen von 40% der unteren Explosionsgrenze (40%-UEG) im Innenraum der BHKW-Aufstellungsräume
- Durch den Einsatz eines BHKW-Turboladers erfolgen die Installation einer Raumluftüberwachung der Aufstellungsräume mit einer Gaswarneinrichtung sowie eine automatische Abschaltung des Aggregates bei gleichzeitiger Einschaltung einer Zwangsbelüftungsanlage, so dass sich keine explosionsfähigen Gemische bilden können

Der Betreiber ist dafür verantwortlich, dass das Explosionsschutzdokument spätestens vor Inbetriebnahme vorliegt.