

Müller-BBM Industry Solutions GmbH  
Helmut-A.-Müller Straße 1 - 5  
82152 Planegg

Telefon +49(89)85602 0  
Telefax +49(89)85602 111

[www.mbbm-ind.com](http://www.mbbm-ind.com)

Dr. rer. nat. Marvin Ertelt  
Telefon +49(89)85602 124  
[marvin.ertelt@mbbm-ind.com](mailto:marvin.ertelt@mbbm-ind.com)

19. April 2024  
M178277/01 Version 1 ETL/WG

## **AKG Achauer Kompostierungs GmbH & Co. KG**

### **Explosionsschutzkonzept im Sinne von § 6 (9) Gefahrstoffverordnung**

**Bericht Nr. M178277/01**

Auftraggeber:	AKG Achauer Kompostierungs GmbH & Co. KG Stettenklinge 1 74397 Pfaffenhofen-Weiler
Bearbeitet von:	Dr. rer. nat. Marvin Ertelt Dr. Philipp Anger
Berichtsumfang:	Insgesamt 58 Seiten, davon 54 Seiten Textteil, 4 Seiten Anhang A

Müller-BBM Industry Solutions GmbH  
HRB München 86143  
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:  
Joachim Bittner, Walter Grotz,  
Dr. Carl-Christian Hantschk,  
Dr. Alexander Ropertz

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
1.1	Veranlassung	3
1.2	Abgrenzung	3
1.3	Verantwortlichkeit für den Anlagenbereich	4
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>5</b>
2.1	Betreiberunterlagen	5
2.2	Literaturquellen	5
<b>3</b>	<b>Anlagebeschreibung</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Stoffdaten und sicherheitstechnische Kennzahlen</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Grundlagen der Gefährdungsbeurteilung</b>	<b>10</b>
5.1	Beurteilung der Explosionsgefahr	10
5.2	Ermittlung der explosionschutztechnisch relevanten Anlagenteile	11
5.3	Primärer Explosionsschutz	11
<b>6</b>	<b>Schutzkonzept</b>	<b>13</b>
6.1	Zoneneinteilung	13
6.2	Sekundärer Explosionsschutz	13
6.3	Tertiärer Explosionsschutz	14
6.4	Anforderungen an Explosionsschutzvorrichtungen	14
6.5	Kennzeichnung von Geräten und Schutzsystemen	16
6.6	Organisatorische Maßnahmen	18
6.7	Allgemeine Explosionsschutzmaßnahmen	21
<b>7</b>	<b>Gefährdungsbeurteilung und Schutzkonzept für die Errichtung einer Bioabfallvergärungsanlage am Standort Pfaffenhofen</b>	<b>23</b>
7.1	Materialaufgabe und Beschickung	23
7.2	Fermenter	27
7.3	Gärrestelager	33
7.4	Gärrestekonditionierung/Kompostierung	38
7.5	Automatische Gasnotfackel	41
7.6	Maschinenraum mit gasführenden Anlagenteilen	45
7.7	Redundanzkessel	50
<b>8</b>	<b>Fazit und Zielvorgaben (ZV)</b>	<b>53</b>

## 1 Situation und Aufgabenstellung

### 1.1 Veranlassung

Die bestehende Kompostierungsanlage der AKG Achauer Kompostierungs GmbH & Co. KG am Standort Pfaffenhofen soll um eine Bioabfallvergärungsanlage ergänzt werden. Bioabfälle mit einer Menge von 33.000 t/a sollen zunächst über eine thermophile Pfropfenstromfermentation mit anschließender Biogasverwertung behandelt werden. Die Kompostierung der Gärreste und der weiteren Bioabfälle soll in einer geschlossenen Tunnelkompostierung erfolgen.

Im Rahmen der geplanten Tätigkeiten an diesem Standort wird mit Stoffen umgegangen bzw. entstehen Stoffe, die potenziell in der Lage sind, gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) zu erzeugen.

Aufgrund dieser Gefährdung soll für die geplante Bioabfallvergärungsanlage ein Explosionsschutzkonzept im Sinne von § 6 (9) der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) erstellt werden.

### 1.2 Abgrenzung

Im Rahmen des vorliegenden Explosionsschutzkonzeptes wird die geplante Bioabfallvergärungsanlage explosionsschutztechnisch betrachtet. Diese besteht aus den folgenden Anlagenteile bzw. Bereichen:

- Zufahrt mit Fahrzeugwaage zur Mengenerfassung der angelieferten Abfälle
- Annahme- und Aufbereitungshalle zur Störstoffabtrennung und Zerkleinerung
- Gärreaktor mit Fördertechnik
- Gasspeicherung und Flüssiglager im Außenbereich
- Gärrestentwässerungsbereich
- Gärrestnachkonditionierung und -kompostierung in geschlossenen Boxen
- BHKW-Modul, Hackschnitzelkessel und Redundanzkessel zur Wärmeversorgung des Standortes
- Biogasaufbereitung
- Abluftfassung und -behandlung über sauren Wäscher und Biofilter
- Lagerung der kompostierten Gärreste aus den Boxen
- Entwässerungssysteme für Verkehrsflächenwasser und Prozesswasser

Die Ermittlung der explosionsschutztechnisch relevanten Betriebsbereiche bzw. Anlagenteile ist in Tabelle 6 (Anhang A) dargestellt und bezieht sich auf das Fließschema gemäß Abbildung 1.

## 1.3 Verantwortlichkeit für den Anlagenbereich

Für den Betrieb der unter 1.2 aufgelisteten Anlagenbereiche des Logistikgebäudes mit Gefahrstofflager der AKG Achauer Kompostierungs GmbH & Co. KG am Standort Pfaffenhofen sind folgende Personen verantwortlich:

- Betriebsleiter

**ZV 1**

Das vorliegende Explosionsschutzkonzept ist zur Inbetriebnahme in ein Explosionsschutzdokument zu überführen. Dieses ist durch Unterschrift der zuvor festgelegten verantwortlichen Personen in Kraft zu setzen.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Betreiberunterlagen

Für die explosionsschutztechnische Betrachtung der unter Abschnitt 1 genannten Betriebsbereiche bzw. Anlagenteile wurden vom Betreiber die nachfolgend aufgeführten Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- [1] Biogutvergärung Pfaffenhofen, Projektvorstellung zur Vorantragskonferenz, Achauer Kompostierungs GmbH & Co. KG, Stand 11.10.2023.
- [2] Nutzungsbereiche Halle, Bioabfallvergärung Pfaffenhofen, Projekt 10935 BT-VP-101, AKG – Achauer Kompostierungs GmbH & Co KG, Stand 14.11.2023.
- [3] Konzeptplan Standort AKG Pfaffenhofen, Projekt Y-3523, Hitachi Zosen Inova AG, Stand 14.11.2023.
- [4] Lageplan YE-3523 Pfaffenhofen, Hitachi Zosen Inova Schmack GmbH, erhalten 15.11.2023.
- [5] Risikoanalyse Annahmedosierer, Havelberger Fahrzeug- und Maschinenbau GmbH, erhalten 15.11.2023.
- [6] Plan Optimierung Betriebsgelände, Übersichtslageplan mit Entwässerung, Projekt 10692 Bt-GP-100, AKG – Achauer Kompostierungs GmbH & Co KG, Stand 29.09.2023.

### 2.2 Literaturquellen

Für die Erstellung des vorliegenden Dokumentes wurden insbesondere die nachfolgend aufgeführten Literaturquellen in der zum Zeitpunkt der Erstellung aktuellen Version verwendet.

- [7] BetrSichV – Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln.  
Vom 3. Februar 2015, zuletzt geändert am 27.07.2021.
- [8] DGUV Regel 113-001 – Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) – Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen.  
Ausgabe 12/2022.
- [9] GefStoffV – Gefahrstoffverordnung Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen  
Vom 26. November 2010, zuletzt geändert am 21.07.2021.
- [10] RL 1999/92/EG: Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können, Stand 28.01.2000 (RL 2007/30/EG vom 27.06.2007).

- [11] Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen („ATEX-Produkt Richtlinie“).
- [12] VDE 0165-1, DIN EN 60079-14 Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen und Berichtigung 1 zu VDE 0165-1, DIN EN 60079-14.  
Stand: Oktober 2014 bzw. Juni 2016 (Berichtigung).
- [13] 11. ProdSV: Explosionsschutzprodukteverordnung, Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz.  
Vom 06. Januar 2016, zuletzt geändert am 27.07.2021.
- [14] DIN EN ISO 80079-36:2016-12: Explosionsfähige Atmosphären - Teil 36: Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären – Grundlagen und Anforderungen (ISO 80079-36:2016);  
Deutsche Fassung EN ISO 80079-36  
Stand: Dezember 2016.
- [15] TRBS 1112: Technische Regeln für Betriebssicherheit – Instandhaltung  
Vom 14. März 2019 (GMBI. Nr. 13-16 vom 23.05.2019 S. 218).
- [16] TRBS 1112, Teil 1: Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten, Beurteilung und Schutzmaßnahmen  
Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)  
Vom 15. März 2010 (GMBI. Nr. 29 vom 12.05.2010 S. 615).
- [17] TRGS 720: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Allgemeines  
Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
Vom 26. Juni 2020 (GMBI. Nr. 21 vom 24.07.2020 S. 419, ber. 2021 S. 399).
- [18] TRGS 721: Gefährliche explosionsfähige Gemische, Beurteilung der Explosionsgefährdung  
Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
Vom 7. September 2020 (GMBI. Nr. 38 vom 02.10.2020 S. 807; 01.12.2020 S. 1116).
- [19] TRGS 722: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Gemische  
Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
Vom 18. Februar 2021 (GMBI. Nr. 17-19 vom 16.03.2021 S. 399; 23.03.2022 S. 196).
- [20] TRGS 723: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische  
Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
Vom 2. Juli 2019 (GMBI. Nr. 33/34 vom 26.08.2019 S. 638; 07.09.2020 S. 815).
- [21] TRGS 724: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken  
Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
Vom 2. Juli 2019 (GMBI. Nr. 33/34 vom 26.08.2019 S. 656).

- [22] TRGS 725: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen  
Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
Vom 05. April 2023 (GMBI. Nr. 33/34 vom 05.06.2023 S. 727).
- [23] TRGS 727: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen  
Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
Vom 28. Januar 2016 (GMBI Nr. 12-17 vom 26.04.2016 S. 256, ber. S. 623).
- [24] TRGS 510: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern  
Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
Vom 10. Dezember 2020 (GMBI. Nr. 09 vom 16.02.2021 S. 178).
- [25] BGV A3/DGUV Vorschrift 3, Berufsgenossenschaftliche Vorschriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit – Elektrische Anlagen und Betriebsmittel, Ausgabe 1/1997.
- [26] BGV A8/DGUV Vorschrift 9: Berufsgenossenschaftliche Vorschriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit – Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz, Stand 09/2002.
- [27] ASR A1.3: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung  
Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR)  
Vom 28.02.2013, letzte Änderung 30.06.2017.
- [28] DGUV V3, Vorschrift der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung, Unfallverhütungsvorschrift: Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (Ausgabe 1/1997).

### 3 Anlagebeschreibung

Die AKG Achauer Kompostierungs GmbH & Co. KG (AKG) betreibt an ihrem Standort in der Stettenklinge 1 in 74397 Pfaffenhofen mehrere immissionsschutzrechtlich genehmigte Anlagen, darunter eine Kompostanlage mit einer Durchsatzkapazität von 15.000 t/a, eine Anlage zur Aufbereitung von Altholz, eine Anlage zur Lagerung und Aufbereitung von Grünguthackschnitzeln, eine Anlage zum Umschlag von Bioabfällen sowie eine Anlage zum Umschlag und der Lagerung von Aschen und Stäuben aus der Verbrennung und Siebüberläufe.

Derzeit plant der Betreiber die Änderung der Anlage. Künftig sollen am Standort in einer Bioabfallvergärungsanlage Bioabfälle aus der überwiegend kommunalen Sammlung mit einer Durchsatzkapazität von 33.000 t/a verwertet werden. Das erzeugte Biogas soll in einer Biogasaufbereitung zu Biomethan aufbereitet und in das örtliche Erdgasnetz eingespeist werden. Der aus dem Fermenter ausgetragene Gärrest soll in Fest- und Flüssigphase getrennt werden. Die flüssigen Gärreste werden in zwei Flüssiglagertanks gepumpt. Der feste Gärrest soll in einer Nachkonditionierung in Rotteboxen kompostiert werden.

Die geplante Anlage besteht aus den folgenden baulichen und betrieblichen Hauptkomponenten:

- Zufahrt mit Fahrzeugwaage zur Mengenerfassung der angelieferten Abfälle
- Annahme- und Aufbereitungshalle zur Störstoffabtrennung und Zerkleinerung
- Gärreaktor mit Fördertechnik
- Gasspeicherung und Flüssiglager im Außenbereich
- Gärrestentwässerungsbereich
- Gärrestnachkonditionierung und -kompostierung in geschlossenen Boxen
- BHKW-Modul, Hackschnitzelkessel und Redundanzkessel zur Wärmeversorgung des Standortes
- Biogasaufbereitung
- Abluftfassung und -behandlung über sauren Wäscher und Biofilter
- Lagerung der kompostierten Gärreste aus den Boxen
- Entwässerungssysteme für Verkehrsflächenwasser und Prozesswasser



#### 4 Stoffdaten und sicherheitstechnische Kennzahlen

Im Anlagenbereich werden Stoffe gehandhabt, die unter den herrschenden Betriebsbedingungen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) und/oder gefährliche explosionsfähige Gemische (g. e. G.) erzeugen können. Gemäß den Angaben des Betreibers sind neben Luft keine weiteren Oxidationsmittel in der geplanten Anlage vorhanden.

Als wesentlicher explosionsschutztechnisch relevanter Stoff in größeren Mengen wird Methan innerhalb der Anlage gehandhabt. Das Biogas aus der anaeroben Vergärung des KOMPOGAS® Verfahrens besteht im Wesentlichen aus Methan (45 - 75 Vol.%) und Kohlenstoffdioxid (25 – 55 Vol.%). Daneben sind im Biogas folgende weitere Bestandteile in wechselnden Anteilen enthalten: Wasserdampf (0 - 12 Vol.%), Stickstoff (0 - 5 Vol.%), Sauerstoff (0 - 2 Vol.%), Schwefelwasserstoff (0 - 0,4 Vol.%) sowie Spuren von Ammoniak, Wasserstoff und höheren Kohlenwasserstoffen. Die Konzentration an Schwefelwasserstoff liegt in der Regel deutlich unterhalb der unteren Explosionsgrenze (UEG).

Die explosionsschutztechnisch relevanten sicherheitstechnischen Kennzahlen der im vorliegenden Explosionsschutzkonzept berücksichtigten Stoffe sind tabellarisch in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1. Sicherheitstechnische Kennzahlen der gehandhabten Stoffe.

Stoffdaten/sicherheits- technische Kennzahlen	Einheit	Biogas <sup>a)</sup> (60% CH <sub>4</sub> / 40% CO <sub>2</sub> )	Methan <sup>a)</sup>	H <sub>2</sub> S <sup>a)</sup>
Zündtemperatur	°C	700	595	270
Flammpunkt	°C	-	-	-
Untere Explosionsgrenze (UEG)	Vol.-%	6	4,4	3,9
Obere Explosionsgrenze (OEG)	Vol.-%	22	17	50,2
Untere Explosionsgrenze (UEG)	g/m <sup>3</sup>	-	29	-
Obere Explosionsgrenze (OEG)	g/m <sup>3</sup>	-	113	-
Unterer Explosionspunkt	°C	-	-	-
Explosionsgruppe	-	IIA	IIA	IIB
Staubexplosionsklasse	St	-	-	-
Sauerstoffgrenzkonzentration	Vol.-%	-	-	-
Medianwert	µm	-	-	-
Max. Explosionsdruck	bar	-	8,1	5,9
KSt-Wert	bar * m/s	-	-	-
Mindestzündenergie	mJ	-	0,29	-
Glimmtemperatur	°C	-	-	-
Temperaturklasse	-	T1	T1	T3
Max. Oberflächentemperatur <sup>1)</sup>	°C	450	450	200
Selbstentzündungstemperatur	°C	-	-	-
Brennverhalten	BZ	-	-	-

a) Daten aus der GESTIS-Stoffdatenbank

1) Die angegebenen maximalen Oberflächentemperaturen sind aus den angegebenen Temperaturklassen abgeleitet

## 5 Grundlagen der Gefährdungsbeurteilung

Nach § 3 BetrSichV [7] und §§ 6 und 11 GefStoffV [8] in Verbindung mit Anhang I, Nr. 1.6 (2) GefStoffV [8] hat der Arbeitgeber die Wahrscheinlichkeit und die Dauer des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g. e. A. – vgl. Nr. 2.2 (7) TRGS 720 [15]), und/oder gefährlicher explosionsfähiger Gemische (g. e. G. – vgl. Nr. 2.2 (5) TRGS 720 [15]), die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins der Aktivierung und des Wirksamwerdens von Zündquellen sowie das Ausmaß der zu erwartenden Auswirkungen von Explosionen zu beurteilen (Grundlagen nach TRGS 720 [15] und nach TRGS 721 [18]).

Nach Nr. 2.2, insbesondere (5) und (7), der TRGS 720 [15] ist

- ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch (g. e. G.) ein explosionsfähiges Gemisch, das in solcher Menge auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen erforderlich werden, und
- eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch mit Luft als Oxidationsmittel unter atmosphärischen Bedingungen (Umgebungstemperatur von -20 °C bis +60 °C und Druck von 0,8 bar bis 1,1 bar).

### 5.1 Beurteilung der Explosionsgefahr

Die Beurteilung hat nach Nr. 3 der TRGS 721 [15] nur für Anlagen und/oder Bereiche zu erfolgen, bei denen die Bildung von g. e. A. und/oder g. e. G. nicht sicher verhindert werden kann.

Diese Voraussetzungen sind nachfolgend für Gase (gilt auch für Dämpfe und Nebel) und Stäube beschrieben.

#### **Gase**

Für Gase gelten im Allgemeinen die folgenden Voraussetzungen für die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre:

- Brennbares Gas
- Ausreichende Dispersion
- Überschreitung der unteren Explosionsgrenze (UEG)
- Unterschreitung der oberen Explosionsgrenze (OEG)
- Ausreichender Sauerstoffgehalt
- Zusammenhängendes Volumen an explosionsfähiger Atmosphäre von mehr als 10 l<sup>1</sup> bzw. bei kleinen Räumen 1/10.000 des Raumvolumens

---

<sup>1</sup> Auch kleinere Mengen können bereits gefahrdrohend sein, wenn sie sich in unmittelbarer Nähe von Menschen befinden [19].

## 5.2 Ermittlung der explosionsschutztechnisch relevanten Anlagenteile

Die Anlagen gemäß Abschnitt 1.2, in denen aufgrund der gehandhabten Stoffe mit der Bildung von explosionsfähiger Atmosphäre (e. A.) und/oder explosionsfähigen Gemischen (e. G.) zu rechnen ist, werden im Rahmen der tabellarischen Bewertung in Abschnitt 7 des vorliegenden Dokuments näher betrachtet.

Da eine Bewertung der g. e. A. und/oder g. e. G. nur in Anlagenteilen erforderlich ist, in denen diese nicht sicher verhindert werden können, sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zunächst die primären Schutzmaßnahmen vor der Bildung von g. e. A. und/oder g. e. G. gemäß TRGS 722 [19] zu berücksichtigen.

## 5.3 Primärer Explosionsschutz

Als primäre Schutzmaßnahmen werden Maßnahmen bezeichnet, durch die eine Bildung von explosionsfähiger Atmosphäre g. e. A. und/oder g. e. G. vermieden oder, wenn eine vollständige Verhinderung nicht möglich ist, eingeschränkt wird.

Das Vermeiden oder Einschränken explosionsfähiger Atmosphäre und/oder explosionsfähiger Gemische ist gemäß TRGS 722 [19] (Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre) grundsätzlich möglich durch:

- Vermeiden von Gefahrstoffen, die gefährliche explosionsfähige Gemische zu bilden vermögen (Nr. 4.1)
- Konzentrationsbegrenzung für Gase und Dämpfe (Nr. 4.2.1 und Nr. 4.2.2)
- Konzentrationsbegrenzung für Stäube (Nr. 4.2.1 und Nr. 4.2.3)
- Inertisierung für das Innere von Anlagen (Nr. 4.3)
- Vermeidung gefährlicher explosionsfähiger Gemische durch Druckabsenkung oder Reduzierung der Auswirkung durch Druckabsenkung (Nr. 4.4)
- Dichtheit von Anlagenteilen (Nr. 4.5)
- Lüftungsmaßnahmen (Nr. 4.6)
- Überwachung der Konzentration in der Umgebung von Anlagen oder Anlagenteilen (Nr. 4.7)

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung werden sowohl das Innere als auch die Umgebung von Apparaturen berücksichtigt. Für die explosionsschutztechnische Betrachtung wird im Sinne von Abschnitt 2.2 (2) der TRGS 720 [18] der Normalbetrieb berücksichtigt.

Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem die Arbeitsmittel oder Anlagen und deren Einrichtungen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt oder betrieben werden.

Auch Inspektion und Wartung sowie die Freisetzung geringer Mengen brennbarer Stoffe können zum Normalbetrieb gehören, z. B. die geringe Freisetzung von Stoffen

- aus Dichtungen, deren Wirkungen auf der Benetzung durch die geförderte Flüssigkeit beruht oder
- bei betriebsüblichen Störungen (z. B. Abrutschen eines Sackes von einer Füll-einrichtung).

Störungen (z. B. Versagen von Dichtungen, Pumpen oder Flanschen oder die Freisetzung von Stoffen infolge von Unfällen) hingegen, die z. B. Instandsetzung oder Abschaltung erfordern, werden nicht als Normalbetrieb angesehen.

Im Normalbetrieb wird zuerst festgestellt, ob es überhaupt zu einer g. e. A. und/oder g. e. G. kommen kann. Sollte dies der Fall sein, wird als Nächstes festgestellt, ob die Gefährdung verhindert oder eingeschränkt werden kann.

Bei Betriebsstörungen wird festgestellt, um welche Art der Störung es sich handelt. Es ist im Rahmen einer betriebsstörungsspezifischen Gefährdungsbeurteilung zu beurteilen, ob durch diese Betriebsstörung die Bildung von g. e. A. und/oder g. e. G. prinzipiell möglich ist. Entsprechende Schutzmaßnahmen sind dann zu ergreifen, insbesondere bei Tätigkeiten zur Beseitigung der Betriebsstörung.

Für die Erstellung einer explosionsschutztechnischen Gefährdungsbeurteilung für Instandhaltungsarbeiten wird insbesondere auf die Regelwerke TRBS 1112 [15] und TRBS 1112, Teil 1 [16] verwiesen.

Ist die Bildung von g. e. A. und/oder g. e. G. durch die primären Schutzmaßnahmen nicht sicher auszuschließen, so werden im Schutzkonzept eine weiterführende Bewertung sowie eine Zoneneinteilung vorgenommen.

Anlagenteile, in denen die Bildung von g. e. A. sicher verhindert wird, gelten als zonenfrei.

Dies gilt auch für Anlagen, für die im Rahmen der vorliegenden explosionsschutztechnischen Beurteilung entsprechende Maßnahmen vorgesehen sind, wenn diese Maßnahmen zu einer sicheren Vermeidung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre und/oder gefährlichen explosionsfähigen Gemischen führen.

## 6 Schutzkonzept

Für Anlagenteile, bei denen die Bildung von g. e. A. nicht sicher ausgeschlossen werden kann, ist in Abschnitt 7 ein tabellarisches Schutzkonzept dokumentiert.

### 6.1 Zoneneinteilung

Im Rahmen des Schutzkonzeptes wird zunächst einmal die Explosionsschutzzone gemäß Anhang 1, Nummer 1, Punkt 1.7 GefStoffV [8] unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von g. e. A. festgelegt.

#### Für Gase gilt:

- Zone 0  
ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.
- Zone 1  
ist ein Bereich, in dem sich im 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 im Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht auftritt, und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit.

Aus der eingeteilten Zone ergeben sich im Folgenden die weiterführenden Maßnahmen, die sich aus der Anforderung an die Zone ergeben.

### 6.2 Sekundärer Explosionsschutz

Für die explosionsgefährdeten Anlagenteile sind mögliche Zündquellen, die zu einer Explosion führen können, nach Möglichkeit zu vermeiden.

Als Zündquellen gemäß TRGS 723 [20] sind zu berücksichtigen:

- Heiße Oberflächen (Nr. 5.2)
- Flammen und heiße Gase (Nr. 5.3)
- Zündquellen durch mechanische Reib-, Schlag- und Abriebvorgänge (Nr. 5.4), auch beim Einsatz von Werkzeugen (Nr. 5.15)
- Elektrische Anlagen (Nr. 5.5)
- Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz (Nr. 5.6)
- Statische Elektrizität (Nr. 5.7)
- Blitzschlag (Nr. 5.8)
- Elektromagnetische Felder im Bereich der Frequenzen von  $9 \times 10^3$  Hz bis  $3 \times 10^{11}$  Hz (Nr. 5.9)

- Elektromagnetische Strahlung im Bereich der Frequenzen von  $3 \times 10^{11}$  Hz bis  $3 \times 10^{15}$  Hz bzw. Wellenlängen von 1.000  $\mu\text{m}$  bis 0,1  $\mu\text{m}$  (optischer Spektralbereich) (Nr. 5.10)
- Ionisierende Strahlung (Nr. 5.11)
- Ultraschall (Nr. 5.12)
- Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase (Nr. 5.13)
- Chemische Reaktionen (Nr. 5.14)

### 6.3 Tertiärer Explosionsschutz

Ist eine Zündung nicht sicher zu verhindern, so ist durch entsprechende Schutzmaßnahmen (tertiärer Explosionsschutz) die Auswirkung einer eventuell auftretenden Explosion zu minimieren.

Als tertiäre Explosionsschutzmaßnahmen gemäß TRGS 724 [21] gelten:

- Explosionsfeste Bauweise (Nr. 2.4)
- Explosionsdruckentlastung (Nr. 2.5)
- Explosionsunterdrückung (Nr. 2.7)
- Explosionstechnische Entkopplung (Nr. 2.9)

Unter Berücksichtigung aller vorgenannten Maßnahmen muss sichergestellt sein, dass keine Gefährdung des Anlagenpersonals und Dritter durch den Betrieb der Anlage zu erwarten ist.

### 6.4 Anforderungen an Explosionsschutzvorrichtungen

Maßnahmen gegen Explosionen und damit das Explosionsschutzkonzept sind als ausreichend sicher zu bewerten, wenn entweder das Explosionsereignis als sehr selten einzustufen ist oder wenn die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß reduziert sind.

Das Explosionsschutzkonzept wird entsprechend TRGS 722 [19], TRGS 723 [20] und TRGS 724 [21] entwickelt (Explosionsschutzmaßnahmen). Die einzelnen Explosionsschutzmaßnahmen werden hinsichtlich ihrer erforderlichen Verfügbarkeit bewertet (vgl. Tabelle 2). Eine geeignete Ausführung der technischen Maßnahmen zum Explosionsschutz wird vorausgesetzt. Ergibt die Bewertung, dass zur Erreichung der benötigten Verfügbarkeit der Ex-Schutzmaßnahme zusätzliche Ex-Einrichtungen<sup>2</sup> erforderlich sind, z. B. um den Ausfall der Explosionsschutzmaßnahme zu identifizieren, wird der erforderliche Beitrag der Ex-Einrichtung ermittelt.

---

<sup>2</sup> Ex-Einrichtungen sind sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen im Sinne der Explosionssicherheit, z. B. Volumenstrommessung einer technischen Lüftung mit Alarmierung und nachfolgenden organisatorischen Maßnahmen (vgl. TRGS 725 [22])

In der Bewertung zur Explosionssicherheit in Abschnitt 7 wird die Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahme mit der erforderlichen Verfügbarkeit verglichen. Eine Ex-Einrichtung ist erforderlich, wenn die vorhandene Verfügbarkeit geringer ist als die erforderliche Verfügbarkeit.

Tabelle 2. Erforderliche Verfügbarkeit von Explosionsschutzmaßnahmen in Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre und einer wirksamen Zündquelle auf Basis des Betriebskonzeptes (vgl. TRGS 725 [22]).

Zone auf Basis des Betriebskonzeptes	Zone 0/20	Zone 1/21	Zone 2/22	keine Zone
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzeptes	Erforderliche Verfügbarkeit einer Explosionsschutzmaßnahme			
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltener Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich

Die Zuverlässigkeit wird in Klassifizierungsstufen angegeben (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3. Erzielbare Klassifizierungsstufen für Ex-Einrichtungen (Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung).

Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend
Klassifizierungsstufe	K3	K2	K1

Die erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung kann aus dem Delta der erforderlichen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahme und der vorhandenen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahme bestimmt werden (vgl. Tabelle 4).

S:\MIPROJ\178M178277M178277\_01\_BER\_1D.DOCX:19. 04. 2024

Tabelle 4. Erforderliche Zuverlässigkeit von Ex-Einrichtungen in Abhängigkeit der Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen (vgl. TRGS 725 [22]).

Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutz- maßnahme	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	keine
Vorhandene Verfügbarkeit der Explosionsschutz- maßnahme	Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung			
Sehr hoch	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Hoch	Ausreichend (K1)	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Ausreichend	Hoch (K2)	Ausreichend (K1)	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Keine	Sehr hoch (K3)	Hoch (K2)	Ausreichend (K1)	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich

6.5 Kennzeichnung von Geräten und Schutzsystemen

Das Schutzkonzept gibt auch die explosionschutztechnische Gerätespezifikation für die Arbeitsmittel vor, die in den jeweiligen Zonen eingesetzt werden.

Die Spezifikation der Arbeitsmittel erfolgt dabei gemäß Richtlinie 2014/34/EU [11] bzw. 11. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (11. ProdSV) [12].

Nach § 9 (4) BetrSichV [7] und Anhang 1, Nummer 1, Punkt 1.8 (2) GefStoffV [8] sind in allen Bereichen, in denen explosionsfähige Staub-/Luft-Gemische oder Gas-/Luft-Gemische vorhanden sein können, Geräte und Schutzsysteme entsprechend den Kategorien gemäß RL 2014/34/EU [11] auszuwählen.

Ist auch die Zündung der explosionsfähigen Atmosphäre nicht sicher zu verhindern, so ist sicherzustellen, dass tertiäre Explosionsschutzmaßnahmen gemäß TRGS 724 [21] ergriffen werden.

Die nachfolgend aufgeführte Kennzeichnung der Arbeitsmittel muss aus explosionschutztechnischer Sicht mindestens auf den Geräten und Schutzsystemen in explosionsgefährdeten Bereichen vorhanden sein.

Zusätzlich und wenn erforderlich, müssen auch alle für die Sicherheit bei der Verwendung unabdingbaren Hinweise gemäß Anhang II, Nr. 1.0.5., RL 2014/34/EU [11] angebracht werden.

S:\MIPROJ\178M178277\M178277\_01\_BER\_1D.DOCX:19. 04. 2024



Tabelle 5. GeräteKennzeichnung für Geräte und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen durch Gase, Dämpfe und Nebel.

Zone	Kennzeichnung (Gerätegruppe, Kategorie)
0	II 1 G
1	II 2 G
2	II 3 G

Stoffspezifisch werden im Rahmen der Kennzeichnung noch zusätzlich die Explosionsgruppe (IIA, IIB oder IIC) und die Temperaturklasse (T1 bis T6) angegeben.

Die Temperaturklasse der Geräte und Schutzsysteme (elektrische und nicht elektrische Betriebsmittel) hängt bei Gasen, Dämpfen und Nebeln ausschließlich von der Zündtemperatur ab.

Bei Geräten für den Einsatz in Explosionsschutzzonen muss die maximale Oberflächentemperatur in der Betriebsanleitung und auf dem Gerät verzeichnet sein. Gemäß Abschnitt 5.2 TRGS 723 [20] gilt:

- Für die Zone 0:
  - muss sichergestellt und durch Kontrolle der Wirksamkeit nachgewiesen sein, dass die Temperaturen der Oberflächen, die mit explosionsfähiger Atmosphäre in Berührung kommen, 80 % der Zündtemperatur bzw. des zur Temperaturklasse gehörenden unteren Wertes der Zündtemperatur nicht überschreiten;
  - sind eventuelle Temperaturerhöhungen, durch beispielsweise Wärmestau oder chemische Reaktionen, hierbei zu berücksichtigen.
- Für die Zone 1:
  - muss die maximale Oberflächentemperatur derart begrenzt werden, dass sie 80 % der Zündtemperatur nur selten überschreitet;
  - ist eine dauerhafte Überschreitung der Oberflächentemperatur bis zur Zündtemperatur zulässig, wenn die Oberflächentemperatur unter den Betriebsverhältnissen sicher begrenzt bleibt.
- Für die Zone 2:
  - muss die maximale Oberflächentemperatur derart begrenzt werden, dass die Zündtemperatur im Normalbetrieb nicht überschritten wird;
  - sind Arbeitsmittel mit Oberflächentemperaturen oberhalb der Zündtemperatur insbesondere in Freianlagen in Sonderfällen zulässig, wenn hinreichende Sicherheit durch die betrieblichen Verhältnisse (z. B. erhöhte Strömung der explosionsfähigen Atmosphäre durch Windbewegung) gewährleistet ist.

Existiert keine Angabe, so ist die Oberflächentemperatur kleiner 85 °C.

Gemäß Abschnitt 5.2.2 (4) TRGS 723 [20] gelten für die maximalen Oberflächentemperaturen folgende Kennzeichnungsregeln:

- Geräte, Komponenten oder Schutzsysteme der Kategorien 1G bis 3G sind mit der minimalen Temperaturklasse bzw. der niedrigsten maximalen Oberflächentemperatur zu kennzeichnen, für die sie geeignet sind. Dabei sind die Sicherheitsabstände bereits berücksichtigt.

## 6.6 Organisatorische Maßnahmen

In Hinsicht auf die organisatorischen Maßnahmen und Kennzeichnungspflichten sind im Sinne von § 11 und § 14 GefStoffV [8] i. V. m. Anhang I, Nummer 1 GefStoffV im Explosionsschutzdokument folgende Angaben darzustellen:

### 6.6.1 Unterweisung der Beschäftigten

Hier sind Zeitpunkt, Art und Weise der Information sowie verwendete Unterlagen zu benennen.

*Maßnahmen im Anlagenbereich:*

**ZV 2** Die Bestandsbelegschaft sowie neu eingestelltes Personal sind über die in den betrachteten Anlagen auftretenden Gefahren zu unterweisen und mit den zu ihrer Abwendung einzuleitenden Maßnahmen vertraut zu machen. In die Belehrung werden die Betriebs- und Bedienungsanleitungen, geltende Standardarbeitsanweisungen sowie Merkblätter und Richtlinien der Berufsgenossenschaften und die Stoffdatenblätter der verwendeten Produkte mit einbezogen. Im Weiteren ist das Personal fortlaufend und wiederkehrend jährlich zum Arbeits- und Brandschutz sowie zum Umgang mit Gefahrstoffen und explosionsschutztechnisch relevanten Stoffen zu unterweisen.

Die arbeitsplatzspezifischen Unterweisungen erfolgen durch den verantwortlichen Abteilungsleiter sowie dessen Beauftragten.

**ZV 3** Mitarbeiter von Fremdfirmen sind vor Arbeitsaufnahme durch den zuständigen Leiter der betrachteten Anlagen zu unterweisen.

**ZV 4** In die oben beschriebenen Unterweisungen des Betriebspersonal und der Mitarbeiter von Fremdfirmen sind die erforderlichen Unterweisungen hinsichtlich des Umgangs mit explosionsschutztechnisch relevanten Stoffen auf Basis der erstellten Betriebsanweisung zu integrieren. Über die durchgeführten Schulungen ist ein Nachweis zu führen.

### 6.6.2 Schriftliche Anweisungen, Arbeitsfreigaben, Aufsicht

Neben den verfahrenstechnischen Anweisungen werden alle erforderlichen organisatorischen Schutzmaßnahmen in Form von eindeutigen Betriebs-/Arbeitsanweisungen schriftlich formuliert, den Mitarbeitern zur Kenntnis gegeben und deren Einhaltung stichprobenartig überprüft.

Zu den schriftlichen Anweisungen gehört auch die Darstellung des Arbeitsfreigabesystems für gefährliche Tätigkeiten und Tätigkeiten, die durch Wechselwirkungen mit anderen Arbeiten gefährlich werden können.

*Maßnahmen im Anlagenbereich:*

- ZV 5** Für die verschiedenen explosionsschutztechnisch relevanten Arbeitsbereiche sind Betriebsanweisungen zu erstellen. In diesen sind auch die Explosionsgefahren der gehandhabten Stoffe zu integrieren.
- ZV 6** Die Vorgehensweise bei Störungen ist in den Betriebsanweisungen gemäß GefStoffV [8] zu dokumentieren und an geeigneter Stelle zu hinterlegen.
- ZV 7** Es ist ein Freigabeverfahren zu etablieren, das insbesondere bei Arbeiten durch Fremdfirmen in explosionsgefährdeten Bereichen angewendet ist.
- ZV 8** Die Umsetzung der Betriebsanweisung ist stichprobenartig zu überprüfen.

### 6.6.3 Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche

Die explosionsgefährdeten Bereiche sind an ihren Zugängen mit Warnzeichen nach Anhang III der Richtlinie 1999/92/EG [10] zu kennzeichnen.



Warnzeichen Ex-Zone (D-W021)

*Maßnahmen im Anlagenbereich:*

- ZV 9** Bereiche mit ausgewiesenem Explosionsschutzzone sind dauerhaft und gut sichtbar mit dem Warnzeichen W21 gemäß BGV A8/DGUV-V9 [25], Anlage 2, Nr. 2 bzw. mit dem Warnzeichen D-W021 gemäß ASR A1.3 [26] zu kennzeichnen.

### 6.6.4 Verbot von Zündquellen

In explosionsgefährdeten Bereichen sind Zündquellen, wie zum Beispiel das Rauchen und die Verwendung von offenem Feuer und offenem Licht, zu verbieten (Hinweis: Mobilfunkgeräte stellen ebenfalls potenzielle Zündquellen dar). Ferner ist das Betreten von explosionsgefährdeten Bereichen durch Unbefugte zu verbieten.



Verbot von Zündquellen (P003)



Verbot des Zutritts für Unbefugte (D-P006)

#### *Maßnahmen im Anlagenbereich:*

- ZV 10** In explosionsgefährdeten Bereichen ist konkret darauf hinzuweisen, dass externe Zündquellen zu vermeiden sind. Dies ist durch gut sichtbare und dauerhafte Beschilderung der betroffenen Bereiche sicherzustellen.
- ZV 11** Auf das Verbot von Zündquellen und das Verbot des Zutritts für Unbefugte ist durch die Beschilderung P003 und D-P006 gemäß ASR A1.3 [26] hinzuweisen.

### **6.6.5 Prüfungen**

Anlagen, Anlagenteile und Apparaturen in explosionsgefährdeten Bereichen sind zu prüfen:

- Nach § 15 BetrSichV [7] vor der ersten Inbetriebnahme und/oder nach einer prüfpflichtigen Änderung auf Basis von Anhang 2, Abschnitt 3, Unterpunkt 4 BetrSichV [7]
- Nach § 16 BetrSichV [7]
  - wiederkehrend mindestens alle 6 Jahre gemäß Anhang 2, Abschnitt 3, Nr. 5.1 BetrSichV [7] durch eine befähigte Person oder eine ZÜS (Zugelassene Überwachungsstelle) bezogen auf Explosionssicherheit unter Berücksichtigung des Explosionsschutzdokuments und der Zoneneinteilung
  - Wiederkehrend mindestens alle 3 Jahre gemäß Anhang 2, Abschnitt 3, Nr. 5.2 BetrSichV [7] durch eine befähigte Person oder eine ZÜS (Zugelassene Überwachungsstelle) bezogen auf die Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/[11]
  - Wiederkehrend mindestens jährlich gemäß Anhang 2, Abschnitt 3, Nr. 5.3 BetrSichV [7] durch eine befähigte Person bezogen auf alle Lüftungsanlagen, Gaswarneinrichtungen und Inertisierungseinrichtungen
- Ermittlung ggf. kürzerer Prüffristen auf Grundlage der Erkenntnisse einer sicherheitstechnischen Bewertung durch den Arbeitgeber (Betreiber).  
Einhaltung der Prüffristen gemäß Anhang 2, Abschnitt 3, Nr. 5.2 und Nr. 5.3 BetrSichV [7], falls kein Instandhaltungskonzept gemäß Anhang 2, Abschnitt 3, Nr. 5.4 BetrSichV [7] vorliegt.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind nach § 17 BetrSichV [7] aufzuzeichnen und am Betriebsort aufzubewahren.

Dies gilt unabhängig von den ggf. durch andere Vorschriften bzw. die arbeitsmittelbezogene Gefährdungsbeurteilung ermittelten Prüffristen (z. B. elektrische Prüfung gemäß BGV A3/DGUV-V3 [28]).

#### *Maßnahmen im Anlagenbereich:*

- ZV 12** Es ist eine Prüfung vor Inbetriebnahme nach § 15 BetrSichV [7] auf Basis von Anhang 2, Abschnitt 3, Unterpunkt 4.1 BetrSichV [7] durchzuführen. Die Prüfung ist zu dokumentieren.
- ZV 13** Elektrische Geräte/Anlagen und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen sind gemäß eines noch zu erstellenden Prüfplans regelmäßig durch eine befähigte Elektrofachkraft zu warten und zu prüfen. Diese Prüfungen sind zu dokumentieren.

### **6.7 Allgemeine Explosionsschutzmaßnahmen**

Neben den in Abschnitt 7 enthaltenen spezifischen Explosionsschutzmaßnahmen für die einzelnen Anlagenteile sind zusätzlich die folgenden für alle Zonenbereiche erforderlichen allgemeinen Explosionsschutzmaßnahmen zu beachten:

- Einsatz von Arbeitsmitteln, die für die jeweilige Zone geeignet sind (Nachweis der Eignung der Arbeitsmittel anhand der Konformitätserklärung des Herstellers gemäß RL 2014/34/EU (ATEX-Produkt-Richtlinie) [11] bzw. 11. ProdSV [12] oder alternativ ein gleichwertiger Nachweis, beispielsweise im Rahmen einer Zündquellenanalyse).
- Erdung der in den Zonenbereichen betriebenen Anlagen und Anlagenteile.
- Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung in den Bereichen der Zonen 0 und 1 (Ableitwiderstände  $< 10^6$  Ohm). Weiterhin muss das Personal im Bereich der Zone 1 mit geeigneter Schutzkleidung, z. B. leitfähigem Schuhwerk, sowie mit nicht aufladbaren Arbeitsmitteln ausgestattet sein.
- Zur Vermeidung von mechanischen Funken sind bei Arbeiten in den Zonenbereichen Werkzeuge aus Edelstahl oder Kupfer bzw. Kupferlegierungen zu verwenden, da diese einen vergleichsweise geringeren Energieinhalt aufweisen. Alternativ ist vor Beginn von Arbeiten (insbesondere Instandhaltungsmaßnahmen) in ausgewiesenen explosionsgefährdeten Bereichen beispielsweise durch Freischaltmaßnahmen des Bereiches und die dazugehörige Freimessung ein Arbeiten mit Arbeitsmitteln zulässig, die nicht für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen geeignet sind.
- Reinigungsmaßnahmen sind mit explosionsgeschützten Arbeitsmitteln (z. B. Staubsaugern) durchzuführen. Alternativ kann auch eine feuchte Reinigung vorgesehen werden, bei der Staubaufwirbelungen durch die Vorgehensweise verhindert werden (Betriebsanweisung).

- Die Reinigungsintervalle und Kontrollen bezüglich Staubablagerungen sind durch den Verantwortlichen für Facility-Management anhand von Erfahrungswerten in Arbeitsanweisungen festzulegen.
- Alle unter den Explosionsschutzmaßnahmen aufgeführten Sicherstellungen, Prüfungen und Kontrollen sind durch EMR-Einrichtungen oder Betriebsanweisungen zu realisieren.

**ZV 14** Die allgemeinen Maßnahmen sind, soweit sie auf die explosionsgefährdeten Bereiche der hier betrachteten Anlagenbereiche zutreffen, in geeigneter Weise umzusetzen.

## 7 Gefährdungsbeurteilung und Schutzkonzept für die Errichtung einer Bioabfallvergärungsanlage am Standort Pfaffenhofen

Nachfolgend wird die explosionsschutztechnische Bewertung im Sinne der Abschnitte 5 und 6 für die geplante Bioabfallvergärungsanlage sowie funktional zugehörige Anlagenteile in tabellarischer Form dargestellt.

### 7.1 Materialaufgabe und Beschickung

<b>Anlage</b>	Bioabfallvergärungsanlage
<b>Anlagenbereich</b>	Materialaufgabe und Beschickung
<b>Anlagenteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfallannahme</li> <li>• Abfallaufbereitung inkl. Zwischenspeicher/Flachbunker</li> <li>• Eintragssystem (Kastenbeschicker, Transportbänder)</li> <li>• Fütterungsdosierer (Stopfschnecke)</li> </ul>
<b>Gehandhabte Stoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfälle</li> </ul>
<b>Explosionsschutztechnisch relevante Stoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methan</li> <li>• Schwefelwasserstoff (entstehend aus schwefelhaltigen Abfällen)</li> </ul>
<b>Explosionsschutztechnisch relevante Prozessschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerung und Bearbeitung von (schwefelhaltigen) Abfällen</li> </ul>
<b>Örtliche Gegebenheiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellung der Anlagenteile teilweise innerhalb einer geschlossenen Halle (Anlieferung, Aufbereitung) teilweise im Freien</li> </ul>

<b>Primäre Schutzmaßnahmen und Betriebskonzept</b>
<b>Abfallannahme und-aufbereitung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellung innerhalb einer Halle, diese wird abgesaugt (technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19])</li> <li>• Zwischenspeicher/Flachbunker zusätzlich abgesaugt (technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19])</li> <li>• Geringe Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter (Animpfen im Fermenter)</li> </ul> <b>Eintragssystem</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellung teilweise innerhalb einer Halle, diese wird abgesaugt (technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19])</li> <li>• Anlagenteile des Eintragssystems geschlossen ausgeführt und abgesaugt (technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19])</li> <li>• Geringe Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter (Animpfen im Fermenter)</li> </ul> <b>Fütterungsdosierer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellung innerhalb einer Halle, diese wird abgesaugt (technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19])</li> <li>• Anlagenteile des Fütterungsdosierers geschlossen ausgeführt und abgesaugt (technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19])</li> <li>• Vollautomatischer Ein- und Austrag, überwacht über das PLS</li> <li>• Beschickung unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Fermenters</li> <li>• Geringe Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter (Animpfen im Fermenter)</li> </ul>

Gefährdungsbeurteilung	
<b>Abfallannahme</b>	Im Bereich der Abfallannahme ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (insbesondere aufgrund der geringen Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter) vernünftigerweise ausgeschlossen.
<b>Abfallaufbereitung</b>	Im Bereich der Abfallaufbereitung ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (insbesondere aufgrund der geringen Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter) vernünftigerweise ausgeschlossen.
<b>Eintragssystem</b>	<p>Innerhalb geschlossen ausgeführter Anlagenteile des Eintragssystems ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (insbesondere aufgrund der geringen Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter) vernünftigerweise ausgeschlossen.</p> <p>Außerhalb geschlossen ausgeführter Anlagenteile des Eintragssystems ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (insbesondere aufgrund der geringen Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter) vernünftigerweise ausgeschlossen.</p>
<b>Fütterungsdosierer</b>	<p>Innerhalb sowie außerhalb des Fütterungsdosierers ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (insbesondere aufgrund der geringen Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter) vernünftigerweise ausgeschlossen.</p> <p>Außerhalb des Fütterungsdosierers ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technisch dichte Ausführung, natürliche Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.</p>

Zoneneinteilung		
Anlagentyp	Zone	Bemerkung (falls erforderlich)
Abfallannahme	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Zonenfrei</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringe Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter</li> </ul>
Abfallaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Zonenfrei</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringe Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter</li> </ul>
Eintragssystem	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Zonenfrei</b> innerhalb</li> <li><b>Zonenfrei</b> außerhalb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringe Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter</li> <li>Aufgrund der Zonenfreiheit im Inneren</li> </ul>
Fütterungsdosierer	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Zonenfrei</b> innerhalb</li> <li><b>Zonenfrei</b> außerhalb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.2</li> <li>Aufgrund der Zonenfreiheit im Inneren</li> </ul>

Sekundäre Schutzmaßnahmen	
Zündquellenart	Bemerkung/Schutzmaßnahmen
Heiße Oberflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>entfällt</li> </ul>
Flammen und heiße Gase	<ul style="list-style-type: none"> <li>entfällt</li> </ul>
Mechanisch erzeugte Funken	<ul style="list-style-type: none"> <li>entfällt</li> </ul>
Elektrische Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>entfällt</li> </ul>
Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>entfällt</li> </ul>



Sekundäre Schutzmaßnahmen	
Statische Elektrizität	• entfällt
Blitzschlag	• entfällt
Elektromagnetische Felder	• entfällt
Elektromagnetische Strahlung	• entfällt
Ionisierende Strahlung	• entfällt
Ultraschall	• entfällt
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase	• entfällt
Chemische Reaktionen	• entfällt

Tertiäre Schutzmaßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufgrund der primären und sekundären Schutzmaßnahmen sind keine tertiären Schutzmaßnahmen erforderlich</li> </ul>

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
Betriebskonzept				
Auf Basis des Betriebskonzeptes ist im Bereich der Abfallannahme die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (natürliche Lüftung, geringe Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter) vernünftigerweise ausgeschlossen.				
Auf Basis des Betriebskonzeptes ist im Bereich der Abfallaufbereitung die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (natürliche Lüftung, geringe Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter) vernünftigerweise ausgeschlossen.				
Auf Basis des Betriebskonzeptes ist innerhalb der geschlossenen Anlagenteile des Eintragungssystems die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (Geringe Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter) vernünftigerweise ausgeschlossen.				
Auf Basis des Betriebskonzeptes ist außerhalb der geschlossenen Anlagenteile des Eintragungssystems die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (natürliche Lüftung, geringe Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter) vernünftigerweise ausgeschlossen.				
Auf Basis des Betriebskonzeptes ist innerhalb des Fütterungsdosierers die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (Geringe Gasbildungsrate der Abfälle vor Eintrag in den Fermenter) vernünftigerweise ausgeschlossen.				
Auf Basis des Betriebskonzeptes ist außerhalb des Fütterungsdosierers die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technisch dichte Ausführung, natürliche Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.				
Zone auf Basis des Betriebskonzeptes				
Zonenfrei (Abfallannahme, Abfallaufbereitung, außerhalb sowie innerhalb Anlagenteile des Eintragungssystems, außerhalb sowie innerhalb des Fütterungsdosierers)				
Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung				
Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
	Zone auf Basis des Betriebskonzeptes			

<b>Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725</b>				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzeptes	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
<i>Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung</i>				
-	K3	K2	K1	Keine
<b>Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) der TRGS 725 [22] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.</b>				

## 7.2 Fermenter

<b>Anlage</b>	Bioabfallvergärungsanlage
<b>Anlagenbereich</b>	Fermenter
<b>Anlagenteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermenter</li> <li>• Bullaugen/Schaugläser</li> <li>• Austrag aus Fermenter</li> <li>• Gärrestentwässerung (Siebschneckenpressen)</li> </ul>
<b>Gehandhabte Stoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gärreste</li> <li>• Bioabfälle</li> <li>• Biogas</li> </ul>
<b>Explosionsschutztechnisch relevante Stoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methananteil des Biogases (T1 IIA)</li> </ul>
<b>Explosionsschutztechnisch relevante Prozessschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Speicherung von Biogas</li> <li>• Abblasen von Biogas bei Gasüberdruck</li> <li>• Lagerung von Gärflüssigkeit</li> <li>• Befüllen des Fermenters mit einer Mischung aus Bioabfällen und Gärflüssigkeit/Sickerwasser</li> </ul>
<b>Örtliche Gegebenheiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschlossene, gasdichte Behälter (Fermenter und Gärrestelager)</li> <li>• Aufstellung der Anlagenteile teilweise innerhalb einer geschlossenen Halle, bzw. innerhalb einer Verkleidung (Fermenter)</li> <li>• Hallenbereiche Anlieferung/Annahme, Aufbereitung, Entwässerung geschlossen ausgeführt, im Unterdruck betrieben und abgesaugt.</li> </ul>

### Primäre Schutzmaßnahmen und Betriebskonzept

#### Fermenter

- Aufstellung im Freien mit natürlicher Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.2 TRGS 722 [19]
- Fermenter wasser- und gasdicht ausgeführt als Stahlkonstruktion mit integriertem Heizsystem und einem Längsrührwerk. Die tragende Unterkonstruktion ist begebar und ermöglicht die regelmäßige Kontrolle der Dichtheit
- Betrieb des Fermenters bei stetigem Überdruck (20-45 mbar) um den Eintrag von Sauerstoff zu minimieren
- Vollautomatischer Ein- und Austrag, überwacht über das PLS
- Beschickung und Entnahme des Gärsubstrates unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Fermenters
- Leckagesensoren (mit bauaufsichtlicher Zulassung) in Auffangwanne unter Fermenter
- Redundant ausgeführte Füllstandsensoren, die beim Ansprechen die Sicherheitsverriegelung auslösen (Abschaltung Ein- und Austrag) und per Telealarm das Betriebspersonal alarmiert
- Schauglas, auf Dauer technisch dichte Ausführung gemäß Nr. 4.5.2 TRGS 722 [19] durch technisch dichte Bauweise in Verbindung mit regelmäßiger Dichtheitsprüfung
- Kombinierte Über-/Unterdrucksicherung, die den Fermenter gegen unzulässige Drücke absichert, in Entnahmeleitung, die an den Fermenter angeflanscht ist
- Zusätzliche Druck- und Gasdurchflussmessung innerhalb Entnahmeleitung
- Biogastransport in durchgehend geschweißten Leitungen

#### Gärrestentwässerung

- Aufstellung innerhalb einer Halle, diese wird abgesaugt (technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19])

**Primäre Schutzmaßnahmen und Betriebskonzept**

- Anlagenteile der Gärrestentwässerung geschlossen ausgeführt
  - Aufteilung der Gärreste aus dem Fermenter in Presskuchen (fester Gärrest) und Presswasser (flüssiger Gärrest)
  - Flüssiger Gärrest wird in Zwischenlagerbehälter überführt, von hier aus Überführung in Gärrestlagerbehälter oder Verwendung zur Befeuchtung des Inputmaterials des Fermenters
- ZV 15** Die Siebschneckenpresse muss ständig und vollständig mit Gärrest gefüllt sein (kein freies Gasvolumen)

**Gefährdungsbeurteilung****Fermenter**

Innerhalb des Gasraumes des Fermenters ist die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten.

Innerhalb der Rohrleitungen ist die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten.

Außerhalb von Rohrleitungen ist die Bildung von g. e. A. vernünftigerweise ausgeschlossen.

In der Umgebung der Rührwerksdurchführung (außerhalb des Fermenters) ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technisch dichte Ausführung der Durchführung sowie regelmäßige Kontrolle bzw. Wartung, natürliche Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.

In der Umgebung der Bullaugen (Außenseite des Fermenters) ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technisch dichte Ausführung sowie regelmäßige Kontrolle bzw. Wartung, natürliche Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.

Im Bereich der Berstscheibe (Außenseite des Fermenters) ist die Bildung von g. e. A. im Umkreis von 3 m um die Außenseite der Berstscheibe normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten.

Im Bereich der Gasüberdrucksicherung ist die Bildung von g. e. A. im Umkreis von 1 m um die Öffnung der Abblaseleitung gelegentlich und im Umkreis von weiteren 2 m normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten.

Im Bereich der manuellen Probenahmestellen an der Außenseite des Fermenters ist die Bildung von g. e. A. vernünftigerweise ausgeschlossen.

**Gärrestentwässerung**

Innerhalb der Siebschneckenpressen zur Entwässerung der Gärreste ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (kein freies Gasvolumen) vernünftigerweise ausgeschlossen.

Außerhalb der Siebschneckenpressen ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technisch dichte Ausführung, technische Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.

**Zoneneinteilung**

Anlagentyp	Zone	Bemerkung (falls erforderlich)
<b>Fermenter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zone 2</b> Gasraum im Fermenter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.3.1 b)</li> </ul>
<b>Rohrleitungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zone 2</b> innerhalb</li> <li>• <b>Zonenfrei</b> außerhalb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.10 a)</li> <li>• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.1.1 a)</li> </ul>
<b>Rührwerk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zonenfrei</b> Rührwerksdurchführung außerhalb des Fermenters</li> </ul>	Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.4 a)

Zoneneinteilung		
<b>Bullaugen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zonenfrei</b> (Außenseite des Fermenters)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.11.2 i. V. m. 4.8.11.1 b)</li> </ul>
<b>Berstscheiben</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zone 2</b> Außenseite von Fermenter im Radius von 3 m um die Berstscheibe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.9 b)</li> </ul>
<b>Gasüberdrucksicherung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zone 1</b> 1 m Radius um die Öffnung der Abblaseleitung</li> <li>• <b>Zone 2</b> 2 m Radius anschließend an Zone 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.9 c)</li> </ul>
<b>Manuelle Probenentnahmestellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zonenfrei</b> Umgebung der Probenahmestelle an der Außenseite des Fermenters</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.15</li> </ul>
<b>Gärrestentwässerung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zonenfrei</b> innerhalb</li> <li>• <b>Zonenfrei</b> außerhalb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.3 a2)</li> <li>• In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.1.1. b2) i. V. m. technischer Lüftung</li> </ul>

Sekundäre Schutzmaßnahmen	
Zündquellenart	Bemerkung/Schutzmaßnahmen
Heiße Oberflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Max. Oberflächentemperatur T1 (Basis Methan)</li> </ul>
Flammen und heiße Gase	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flammen und heiße Gase sind im betrachteten Anlagenbereich nicht vorgesehen</li> </ul>
Mechanisch erzeugte Funken	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis Methan): <ul style="list-style-type: none"> <li>Zone 1: II 1G/2G T1 IIA</li> <li>Zone 2: II 1G/2G/3G T1 IIA</li> </ul> </li> <li>Verwendung funkenarmer Werkzeuge</li> </ul>
Elektrische Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis Methan): <ul style="list-style-type: none"> <li>Zone 1: II 1G/2G T1 IIA</li> <li>Zone 2: II 1G/2G/3G T1 IIA</li> </ul> </li> <li>Für die elektrische Installation in explosionsgefährdenden Bereichen sind insbesondere die folgenden Regelwerke bzw. Erkenntnisquellen zu beachten: Nr. 5.5 TRGS 723 [20] DIN EN 60079-14 [12]</li> </ul>
Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt, verfahrenstechnisch nicht vorgesehen</li> </ul>
Statische Elektrizität	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maßnahmen gemäß TRGS 727 [23] gegen Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung, insbesondere Erdung bzw. Verbindung mit Erde leitfähiger bzw. ableitfähiger Anlagenteile sowie Vermeidung isolierender Materialien in explosionsgefährdeten Bereichen</li> </ul>
Blitzschlag	<b>ZV 16</b> Der Blitzschutz ist gemäß Nr. 5.8.2 TRGS 723 [20] sicherstellen oder anhand einer Risikobeurteilung Blitzschutz darzustellen, dass auf einen Blitzschutz verzichtet werden kann.
Elektromagnetische Felder	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt, verfahrenstechnisch nicht vorgesehen</li> </ul>
Elektromagnetische Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt, verfahrenstechnisch nicht vorgesehen</li> </ul>
Ionisierende Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt, verfahrenstechnisch nicht vorgesehen</li> </ul>
Ultraschall	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt, verfahrenstechnisch nicht vorgesehen</li> </ul>
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt, verfahrenstechnisch nicht vorgesehen</li> </ul>
Chemische Reaktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt, verfahrenstechnisch nicht vorgesehen</li> </ul>

#### Tertiäre Schutzmaßnahmen

- Berstscheibe am Fermenter verbaut, die den Fermenter auf einen Druck von  $100 \pm 30$  mbar absichert

<b>Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725</b>				
<i>Betriebskonzept</i>				
<p>Im Nahbereich um die Rührwerksdurchführung im Außenbereich, im Nahbereich der Bullaugen außerhalb des Fermenters, außerhalb der Rohrleitungen sowie innerhalb und außerhalb der Anlagenteile zur Gärrestentwässerung ist unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technisch dichte Ausführung, natürliche Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.</p> <p>Innerhalb der Rohrleitungen sowie im Nahbereich um die Gasüberdrucksicherung ist unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn dann nur kurzzeitig zu erwarten.</p>				
<i>Zone auf Basis des Betriebskonzeptes</i>				
Zonenfrei (Rührwerk, Bullaugen, Rohrleitungen außen, manuelle Probenentnahmestellen, Gärrestentwässerung innerhalb sowie außerhalb)				
Zone 2 (Rohrleitungen innen, Umgebung Gasüberdrucksicherung (weitere 2 m um Zone 1))				
<i>Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung				
<i>Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung				
<i>Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzeptes	Zone auf Basis des Betriebskonzeptes			
	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
<i>Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung</i>				
-	K3	K2	K1	Keine
-	K3	K2	K1	Keine
<b>Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) der TRGS 725 [22] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.</b>				

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
<i>Betriebskonzept</i>				
<p>Unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes ist innerhalb des Fermenters durch die Fermentierung von Bioabfällen, ohne die ständige Überwachung des Füllstandes sowie des Gasdrucks die Bildung von g. e. A. gelegentlich zu erwarten.</p> <p>Im Nahbereich der Gasüberdrucksicherung (1 m) ist unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes die Bildung von g. e. A. gelegentlich zu erwarten.</p> <p>Unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes ist im Nachbereich der Berstscheiben (Außenseite von Fermenter im Radius von 3 m um die Berstscheibe) die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn dann nur kurzzeitig zu erwarten.</p>				
<i>Zone auf Basis des Betriebskonzeptes</i>				
Zone 1 (Fermenter)				
Zone 1 (Umgebung Gasüberdrucksicherung (1 m))				
Zone 2 (Außenseite von Fermenter im Radius von 3 m um die Berstscheibe)				
<i>Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
<i>Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzeptes	Zone auf Basis des Betriebskonzeptes			
	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
<i>Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung</i>				
Drucküberwachung Fermenter oder Füllstandsüberwachung Fermenter	K3	K2	K1	Keine
-	K3	K2	K1	Keine



Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
-	K3	K2	K1	Keine
<i>Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) der TRGS 725 [22] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.</i>				

### 7.3 Gärrestelager

<b>Anlage</b>	Bioabfallvergärungsanlage
<b>Anlagenbereich</b>	Gärrestelager
<b>Anlagenteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwischenlagerbehälter</li> <li>• Sandabscheider</li> <li>• Gärrestelager</li> </ul>
<b>Gehandhabte Stoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gärreste</li> <li>• Bioabfälle</li> <li>• Biogas</li> </ul>
<b>Explosionsschutztechnisch relevante Stoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methananteil des Biogases (T1 IIA)</li> </ul>
<b>Explosionsschutztechnisch relevante Prozessschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Speicherung von Biogas</li> <li>• Abblasen von Biogas bei Gasüberdruck</li> <li>• Lagerung von Gärflüssigkeit</li> <li>• Lagerung von Gärresten</li> </ul>
<b>Örtliche Gegebenheiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschlossene, gasdichte Behälter (Gärrestelager)</li> </ul>

Primäre Schutzmaßnahmen und Betriebskonzept	
<b>Sandabscheider</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellung innerhalb einer Halle, diese wird abgesaugt (technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19])</li> <li>• Sandabscheider technisch dicht i. S. v. Nr. 4.5.3 TRGS 722 [19]</li> <li>• Sandabscheider im Betrieb vollständig mit Gärrest gefüllt</li> </ul> <p><b>ZV 17</b> Der Sandabscheider muss ständig und vollständig mit Gärrest gefüllt sein (kein freies Gasvolumen)</p>	
<b>Zwischenlagerbehälter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Behälter technisch dicht i. S. v. Nr. 4.5.3 TRGS 722 [19]</li> <li>• Aufstellung innerhalb einer Halle, diese wird abgesaugt (technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19])</li> <li>• Behälter geschlossen ausgeführt und separat abgesaugt (technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19])</li> <li>• Einwandiger Behälter, oberirdisch aufgestellt, verschlossen mit Betondecke, die Anschlüsse für Gas und Zuluft sowie zur Entnahme von Presswasser enthält</li> </ul>	
<b>Gärrestelager mit Doppelmembranhautensystem</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellung im Freien mit natürlicher Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.2 TRGS 722 [19]</li> <li>• Stahlbetonbehälter mit technisch dichtem Gasspeicher (gas- und geruchsdichte Doppelmembran) i. S. v. Nr. 4.5.3 TRGS 722 [19]</li> <li>• Gasraum oberhalb des Flüssigkeitsspiegels mit Gasraum des Fermenters verbunden</li> <li>• Permanente Füllstandüberwachung des Substrats innerhalb des Gärrestelagers</li> </ul>	

Primäre Schutzmaßnahmen und Betriebskonzept	
ZV 18	Einhaltung der aufgrund der Permeation zu erwartenden Methankonzentration in der Tragluft durch regelmäßige (mind. tägliche) Überwachung der Tragluft mit Gasspürgerät

Gefährdungsbeurteilung
<b>Sandabscheider</b> Innerhalb des Sandabscheiders ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (kein freies Gasvolumen) vernünftigerweise ausgeschlossen. Außerhalb des Sandabscheiders ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technisch dichte Ausführung, technische Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.
<b>Zwischenlagerbehälter</b> Innerhalb des Zwischenlagerbehälters ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technische Lüftung des Behälters) vernünftigerweise ausgeschlossen. Außerhalb des Zwischenlagerbehälters ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technische Lüftung der Halle) vernünftigerweise ausgeschlossen.
<b>Gärrestlager</b> Im Gasraum des Gärrestelagers ist die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten. Im Inneren des Tragluftsystems sowie 3 m um die Abluftöffnung und 0,5 m um die Zuluftöffnung ist die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten Außerhalb des Gärrestelagers ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (natürliche Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.

Zoneneinteilung		
Anlagentyp	Zone	Bemerkung (falls erforderlich)
Sandabscheider	• <b>Zonenfrei</b> innerhalb	• In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.3 a2)
	• <b>Zonenfrei</b> außerhalb	• In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.1.1. b2) i. V. m. technischer Lüftung
Zwischenlagerbehälter	• <b>Zonenfrei</b> innerhalb	• In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.8.2 b) i. V. m. technischer Belüftung
	• <b>Zonenfrei</b> außerhalb	• In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.1.1 b2) i. V. m. technischer Lüftung Halle
Gärrestelager mit Doppelmembranhaube	• <b>Zone 2</b> Gasraum über flüssigen Gärresten	• In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.3.1 b) i. V. m. Verbindung zwischen Fermenter und Gärrestelager
	• <b>Zone 2</b> im Inneren des Tragluftsystems ab Rückschlagklappe sowie 3 m um die Abluftöffnung und 0,5 m um die Zuluftöffnung	• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.6.1 c)
	• <b>Zonenfrei</b> außerhalb	• Geringe Methanpermeation i. V. m. natürlicher Lüftung

S:\M\PROJ\178M178277M178277\_01\_BER\_1D.DOCX:19. 04. 2024

Zoneneinteilung	
Sekundäre Schutzmaßnahmen	
Zündquellenart	Bemerkung/Schutzmaßnahmen
Heiße Oberflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Max. Oberflächentemperatur T1 (Basis Methan)</li> </ul>
Flammen und heiße Gase	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flammen und heiße Gase sind im betrachteten Anlagenbereich nicht vorgesehen</li> </ul>
Mechanisch erzeugte Funken	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis Methan): Zone 2: II 1G/2G/3G T1 IIA</li> <li>Verwendung funkenarmer Werkzeuge</li> </ul>
Elektrische Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis Methan): Zone 2: II 1G/2G/3G T1 IIA</li> <li>Für die elektrische Installation in explosionsgefährdenden Bereichen sind insbesondere die folgenden Regelwerke bzw. Erkenntnisquellen zu beachten: Nr. 5.5 TRGS 723 [20] DIN EN 60079-14 [12]</li> </ul>
Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt</li> </ul>
Statische Elektrizität	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maßnahmen gemäß TRGS 727 [23] gegen Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung, insbesondere Erdung bzw. Verbindung mit Erde leitfähiger bzw. ableitfähiger Anlagenteile sowie Vermeidung isolierender Materialien in explosionsgefährdeten Bereichen</li> </ul>
Blitzschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nicht erforderlich, vgl. Nr. 5.8.2 (1) TRGS 723 [20]</li> </ul>
Elektromagnetische Felder	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt</li> </ul>
Elektromagnetische Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt</li> </ul>
Ionisierende Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt</li> </ul>
Ultraschall	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt</li> </ul>
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt</li> </ul>
Chemische Reaktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entfällt.</li> </ul>

#### Tertiäre Schutzmaßnahmen

- Aufgrund der primären und sekundären Schutzmaßnahmen sind keine tertiären Schutzmaßnahmen erforderlich

#### Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725

Betriebskonzept

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
Innerhalb des Zwischenlagerbehälters ist unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes durch die Lagerung von flüssigen Gärresten und eventuell entstehendem Biogas die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten.				
Außerhalb des Zwischenlagerbehälters ist unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes durch die Lagerung von flüssigen Gärresten im technisch dichten Zwischenbehälter die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten.				
Innerhalb sowie außerhalb des Sandabscheiders ist unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technisch dichte Ausführung, natürliche Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.				
Zone auf Basis des Betriebskonzeptes				
Zone 2 (Zwischenlagerbehälter innerhalb)				
Zone 2 (Zwischenlagerbehälter außerhalb)				
Zonenfrei (innerhalb sowie außerhalb des Sandabscheiders)				
Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
Technische Lüftung Zwischenlagerbehälter	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung	Keine definierte Verfügbarkeit.			
Technische Lüftung Halle	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung	Keine definierte Verfügbarkeit.			
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung	-			
Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzeptes	Zone auf Basis des Betriebskonzeptes			
	0/20	1/21	2/22	
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung				
Überwachung der Lüftung Zwischenlagerbehälter (z. B. Strömungswächter)	K3	K2	K1	Keine

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
Überwachung der Lüftung Halle (z. B. Strömungswächter)	K3	K2	K1	Keine
-	K3	K2	K1	Keine
<b>Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) der TRGS 725 [22] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.</b>				

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
<i>Betriebskonzept</i>				
Oberhalb des Flüssigkeitsspiegels im Gärrestelager, im Inneren des Tragluftsystems ab Rückschlagklappe sowie 3 m um die Abluftöffnung und 0,5 m um die Zuluftöffnung ist unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes durch die Lagerung von Biogas die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten. Außerhalb des Gärrestelagers ist unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (natürliche Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.				
<i>Zone auf Basis des Betriebskonzeptes</i>				
Zone 2 (Gärrestelager, im Inneren des Tragluftsystems ab Rückschlagklappe sowie 3 m um die Abluftöffnung und 0,5 m um die Zuluftöffnung)				
Zonenfrei (außerhalb Gärrestelager sowie außerhalb )				
<i>Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
<i>Begründung</i>				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung				
Keine definierte Verfügbarkeit.				
<i>Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzeptes	Zone auf Basis des Betriebskonzeptes			
	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
<i>Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung</i>				
-	K3	K2	K1	Keine

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
-	K3	K2	K1	Keine
Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) der TRGS 725 [22] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.				

7.4 Gärrestekonditionierung/Kompostierung

Anlage	Bioabfallvergärungsanlage
Anlagenbereich	Gärrestekonditionierung/Kompostierung
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"><li>Rotteboxen mit Belüftungsrinnen</li></ul>
Gehandhabte Stoffe	<ul style="list-style-type: none"><li>Feste Gärreste</li><li>bereits hygienisierte Grünabfälle</li></ul>
Explosionsschutztechnisch relevante Stoffe	<ul style="list-style-type: none"><li>Methan aus Gärresten (T1 IIA)</li></ul>
Explosionsschutztechnisch relevante Prozessschritte	<ul style="list-style-type: none"><li>Kompostierung des Feststoffanteils der Gärreste</li></ul>
Örtliche Gegebenheiten	<ul style="list-style-type: none"><li>Ausführung der Rotteboxen als geschlossene Bauwerke in Stahlbetonbauweise mit Belüftungsrinnen im Boden</li><li>Boxentüren mit Toren verschlossen</li><li>Rotteboxen geschlossen ausgeführt, im Unterdruck betrieben und abgesaugt.</li></ul>

Primäre Schutzmaßnahmen und Betriebskonzept	
<b>Rotteboxen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Aufstellung innerhalb einer Halle, diese wird abgesaugt (technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19])</li><li>Rotteboxen geschlossen ausgeführt, im Unterdruck betrieben und abgesaugt, somit technische Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19]</li></ul>	
<b>ZV 19</b>	Überwachung des Lagerraumes mit einer Gaswarnanlage, die bei Erreichen von 20% der UEG alarmiert und einen weiteren Lüfter zuschaltet.

Gefährdungsbeurteilung
<b>Rotteboxen</b> <p>Innerhalb sowie außerhalb der Rotteboxen ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (insbesondere der technischen Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.</p> <p>Innerhalb des Abluftsystems ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der Absaugung aus einem zonenfreien Bereich vernünftigerweise ausgeschlossen.</p>

S:\MIPROJ\178M178277M178277\_01\_BER\_1D.DOCX:19. 04. 2024

Zoneneinteilung		
Anlagentyp	Zone	Bemerkung (falls erforderlich)
<b>Rottebox</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zonenfrei</b> innerhalb</li> <li>• <b>Zonenfrei</b> außerhalb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.20.1 a)</li> <li>• Aufgrund der Zonenfreiheit im Inneren</li> </ul>
<b>Abluft Rotteboxen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zonenfrei</b> innerhalb</li> <li>• <b>Zonenfrei</b> außerhalb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absaugung aus zonenfreier Umgebung</li> <li>• Aufgrund der Zonenfreiheit im Inneren</li> </ul>

Sekundäre Schutzmaßnahmen	
Zündquellenart	Bemerkung/Schutzmaßnahmen
Heiße Oberflächen	• entfällt
Flammen und heiße Gase	• entfällt
Mechanisch erzeugte Funken	• entfällt
Elektrische Anlagen	• entfällt
Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	• entfällt
Statische Elektrizität	• entfällt
Blitzschlag	• entfällt
Elektromagnetische Felder	• entfällt
Elektromagnetische Strahlung	• entfällt
Ionisierende Strahlung	• entfällt
Ultraschall	• entfällt
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase	• entfällt
Chemische Reaktionen	• entfällt

Tertiäre Schutzmaßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgrund der primären und sekundären Schutzmaßnahmen sind keine tertiären Schutzmaßnahmen erforderlich</li> </ul>

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725
Betriebskonzept

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
Auf Basis des Betriebskonzeptes ist durch die Lagerung von festen Gärresten zur Aerobisierung ohne technische Lüftung und Gaswarnanlage die Bildung von g. e. A. innerhalb der Rotteboxen gelegentlich zu erwarten.				
Auf Basis des Betriebskonzeptes ist außerhalb der Rotteboxen die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technisch dichte Ausführung sowie natürliche Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.				
Auf Basis des Betriebskonzeptes ist durch die Lagerung von festen Gärresten zur Aerobisierung ohne technische Lüftung und Gaswarnanlage innerhalb der Rotteboxen die Bildung von g. e. A. innerhalb der Abluftleitung gelegentlich zu erwarten.				
Auf Basis des Betriebskonzeptes ist außerhalb der Abluftleitungen die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technisch dichte Ausführung sowie natürliche Lüftung) vernünftigerweise ausgeschlossen.				
Zone auf Basis des Betriebskonzeptes				
Zonenfrei (außerhalb Rotteboxen, außerhalb Abluftleitungen Rottebox)				
Zone 1 (innerhalb Rottebox, innerhalb Abluftleitung)				
Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
Technische Lüftung	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung	Keine definierte Verfügbarkeit			
Technische Lüftung	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung	Keine definierte Verfügbarkeit			
Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzeptes	Zone auf Basis des Betriebskonzeptes			
	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung				
-	K3	K2	K1	Keine



Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
Überwachung der Lüftung der Rotteboxen (z.B. Strömungswächter)	K3	K2	K1	Keine
Gaswarnanlage	K3	K2	K1	Keine
<i>Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) der TRGS 725 [22] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.</i>				

## 7.5 Automatische Gasnotfackel

Anlage	Bioabfallvergärungsanlage
Anlagenbereich	Automatische Gasnotfackel
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gasleitungen mit Gasunterdruckmessung</li> <li>Automatische Gasnotfackel</li> </ul>
Gehandhabte Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biogas</li> </ul>
Explosionsschutztechnisch relevante Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Methananteil im Biogas (IIA T1)</li> </ul>
Explosionsschutztechnisch relevante Prozessschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leitungstransport von Biogas</li> <li>Verbrennen von überschüssigem Biogas (z.B. bei Stillstand der Gasverbrauchereinheit)</li> </ul>
Örtliche Gegebenheiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufstellung der Anlagenteile im Freien</li> <li>Fackelaufstellung mit Schutzabstand zu Gärbehältern und Maschinenhaus</li> </ul>

<b>Primäre Schutzmaßnahmen und Betriebskonzept</b>
<b>Gasleitungen mit Gasunterdruckwächter</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Biogasführende Bauteile technisch dicht, in Verbindung mit regelmäßiger Dichtheitsprüfung jedoch anzusehen als auf Dauer technisch Dicht i. S. v. Nr. 4.5.2 TRGS 722 [19]</li><li>• Überwachung des Gasdrucks innerhalb der Leitung über einen Minimaldruckschalter</li><li>• Bei Unterschreitung des Minimaldrucks innerhalb der Gasleitung wird die Gasnotfackel stromlos geschaltet und gelöscht.</li></ul> <b>Gasnotfackel</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aufstellung im Freien mit natürlicher Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.2 TRGS 722 [19]</li><li>• Automatische Zündung bei einem Gasüberdruck im Fermenter zwischen 40 und 50 mbar</li></ul>

<b>Gefährdungsbeurteilung</b>
<b>Gasleitungen</b> <p>Innerhalb der Gasleitungen vom Fermenter zur automatischen Gasnotfackel ist die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten.</p> <p>Außerhalb der Gasleitungen ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (technisch dichte Anlagenteile, wiederkehrende Prüfung auf Dichtheit) vernünftigerweise ausgeschlossen.</p> <b>Gasnotfackel</b> <p>Im Nahbereich um den Kopf der Gasnotfackel ist die Bildung von g. e. A. vernünftigerweise ausgeschlossen.</p>

<b>Zoneneinteilung</b>		
<b>Anlagentyp</b>	<b>Zone</b>	<b>Bemerkung (falls erforderlich)</b>
<b>Gasleitungen von Fermenter zu Gasnotfackel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Zone 2</b> gleiche Zone wie angeschlossene Anlagenteile</li><li>• <b>Zonenfrei</b> außerhalb</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.10 a)</li><li>• In Anlehnung an. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.1.2 i. V. m. 1.1.1 a)</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Zonenfrei</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.18 i. V. m. 4.1.4.8</li></ul>

<b>Sekundäre Schutzmaßnahmen</b>	
<b>Zündquellenart</b>	<b>Bemerkung/Schutzmaßnahmen</b>
Heiße Oberflächen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Max. Oberflächentemperatur<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone 2: 450 °C (vgl. Nr. 5.2.5 TRGS 723 [20])</li></ul></li></ul>
Flammen und heiße Gase	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flammen und heiße Gase sind im betrachteten Anlagenbereich nicht vorgesehen</li></ul>
Mechanisch erzeugte Funken	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis Butanol): Zone 2: II 1G/2G/3G T1 IIA</li><li>• Verwendung funkenarmer Werkzeuge</li></ul>

S:\MIPROJ\178M178277\178277\_01\_BER\_1D.DOCX:19. 04. 2024

Sekundäre Schutzmaßnahmen	
Elektrische Anlagen	<ul style="list-style-type: none"><li>Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis Methan): Zone 2: II 1G/2G/3G T1 IIA</li><li>Für die elektrische Installation in explosionsgefährdenden Bereichen sind insbesondere die folgenden Regelwerke bzw. Erkenntnisquellen zu beachten: Nr. 5.5 TRGS 723 [20] DIN EN 60079-14 [12]</li></ul>
Elektrische Ausgleichs- ströme, kathodischer Korrosions- schutz	<ul style="list-style-type: none"><li>entfällt</li></ul>
Statische Elektrizität	<ul style="list-style-type: none"><li>Maßnahmen gemäß TRGS 727 [23] gegen Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung, insbesondere Erdung bzw. Verbindung mit Erde leitfähiger bzw. ableitfähiger Anlagenteile sowie Vermeidung isolierender Materialien in explosionsgefährdeten Bereichen</li></ul>
Blitzschlag	<ul style="list-style-type: none"><li>Nicht erforderlich, vgl. Nr. 5.82 (1) TRGS 723 [20]</li></ul>
Elektromagnetische Felder	<ul style="list-style-type: none"><li>entfällt</li></ul>
Elektromagnetische Strah- lung	<ul style="list-style-type: none"><li>entfällt</li></ul>
Ionisierende Strahlung	<ul style="list-style-type: none"><li>entfällt</li></ul>
Ultraschall	<ul style="list-style-type: none"><li>entfällt</li></ul>
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase	<ul style="list-style-type: none"><li>entfällt</li></ul>
Chemische Reaktionen	<ul style="list-style-type: none"><li>entfällt</li></ul>

Tertiäre Schutzmaßnahmen
<ul style="list-style-type: none"><li>Flammenrückschlagsicherung bzw. Flammensperre in Gasleitung vor automatischer Gasnotfackel installiert</li></ul>

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
Betriebskonzept				
Unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes ist durch die Handhabung von Biogas innerhalb der Gasleitung und im Bereich der automatischen Notfackel die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn dann nur kurzzeitig zu erwarten.				
Zone auf Basis des Betriebskonzeptes				
Zone 2 (Gasleitung)				
Zone 2 (automatische Gasnotfackel)				
Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung	-			

S:\MIPROJ\178M178277M178277\_01\_BER\_1D.DOCX:19. 04. 2024

<b>Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725</b>				
<i>Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzeptes	Zone auf Basis des Betriebskonzeptes			
	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
<i>Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung</i>				
-	K3	K2	K1	Keine
Automatische Flammenüberwachung	K3	K2	K1	Keine
<b>Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) der TRGS 725 [22] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.</b>				

## 7.6 Maschinenraum mit gasführenden Anlagenteilen

<b>Anlage</b>	Bioabfallvergärungsanlage
<b>Anlagenbereich</b>	Maschinenraum mit gasführenden Anlagenteilen
<b>Anlagenteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivkohlefilter</li> <li>• Biogasaufbereitung</li> <li>• Gasverdichter vor BHKW-Maschinenraum</li> <li>• BHKW</li> </ul>
<b>Gehandhabte Stoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biogas</li> </ul>
<b>Explosionsschutztechnisch relevante Stoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methananteil im Biogas (IIA T1)</li> </ul>
<b>Explosionsschutztechnisch relevante Prozessschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitungstransport von Biogas</li> <li>• Wechsel des Adsorbermaterials</li> <li>• Verdichtung von Biogas</li> <li>• Aufbereitung von Biogas</li> </ul>
<b>Örtliche Gegebenheiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasleitung teilweise ober- teilweise unterirdisch</li> <li>• Aufstellung der Anlagenteile im Freien</li> <li>• Fackelaufstellung mit Schutzabstand zu Gärbehältern und Maschinenhaus</li> </ul>

### Primäre Schutzmaßnahmen und Betriebskonzept

#### Aktivkohlefilter

- Aufstellung im Freien mit natürlicher Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.2 TRGS 722 [19]
- Anlagenteil technisch dicht, kombiniert mit organisatorischen Maßnahmen (wiederkehrende Prüfung auf Dichtheit) anzusehen als auf Dauer technisch dicht i. S. v. Nr. 4.5.2 TRGS 722 [19]
- Betrieb ausschließlich durch unterwiesenes Personal oder Fachbetriebe gemäß Betriebsanweisung

#### Biogasaufbereitung

- Biogasführende Anlagenteile technisch dicht, kombiniert mit organisatorischen Maßnahmen (wiederkehrende Prüfung auf Dichtheit) anzusehen als auf Dauer technisch dicht i. S. v. Nr. 4.5.2 TRGS 722 [19]
- Regelmäßige Überprüfung der Dichtheit

#### Gasgebläse vor BHKW-Maschinenraum

- Aufstellung im Freien vor dem Maschinenraum (Container) mit natürlicher Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.2 TRGS 722 [19]
- Anlagenteil auf Dauer technisch dicht i. S. v. Nr. 4.5.2 TRGS 722 [19]
- Kontinuierliche Überwachung der Sauerstoffkonzentration im unmittelbaren Bereich des Gasgebläses mit automatischer Abschaltung bei 3% Sauerstoffkonzentration
- Abschaltung des Gasgebläses bei Ansprechen des Gasunterdruckwächters auf der Saugseite des Gasverdichters in der Gasleitung am Gärrestelager
- Regelmäßige Prüfung durch eingewiesenes Fachpersonal auf ordnungsmäßige Funktion und Dichtheit

#### BHKW mit Maschinenraum (Container)

- Technische Belüftung des BHKW-Aufstellraums i. S. v. Nr. 4.6.3 TRGS 722 [19]
- Biogasführende Bauteile auf Dauer technisch dicht i. S. v. Nr. 4.5.2 TRGS 722 [19]
- Regelmäßige Sichtkontrolle der Anlagenteile auf Dichtheit durch Personal gemäß Betriebsanweisung/Arbeitsanweisung
- Überwachung der Gaskonzentration innerhalb des Containers mittels einem Gaswarngerät
- Regelmäßige Wartung gemäß Wartungsplan und Inspektion der Anlage durch Fachfirmen

<b>Primäre Schutzmaßnahmen und Betriebskonzept</b>
<b>Gasanalysegerät</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Gasanalysengerät technisch dicht i. S. v. Nr. 4.5.3 TRGS 722 [19]</li></ul>

<b>Gefährdungsbeurteilung</b>
<b>Aktivkohlefilter</b> <p>Innerhalb des Aktivkohlefilters ist die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn, dann nur kurzzeitig zu erwarten.</p> <p>Außerhalb des Aktivkohlefilters ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (auf Dauer technisch dichtes Anlagenteil) vernünftigerweise ausgeschlossen.</p> <b>Biogasaufbereitung (Biogaskühlung und -entfeuchtung, Aminwäsche)</b> <p>Innerhalb der Anlagenteile zur Biogasaufbereitung ist die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn, dann nur kurzzeitig zu erwarten.</p> <p>Außerhalb der Anlagenteile zur Biogasaufbereitung ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (auf Dauer technisch dichte Anlagenteile) vernünftigerweise ausgeschlossen.</p> <b>BHKW mit Maschinenraum</b> <p>Innerhalb biogasführender Anlagenteile im Maschinenraum ist die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn, dann nur kurzzeitig zu erwarten.</p> <p>Außerhalb biogasführender Anlagenteile im Maschinenraum ist die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn, dann nur kurzzeitig zu erwarten.</p> <b>Gasverdichter</b> <p>Innerhalb der Gasverdichter ist die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn, dann nur kurzzeitig zu erwarten.</p> <p>Außerhalb der Gasgebläse ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (auf Dauer technisch dichtes Anlagenteil) vernünftigerweise ausgeschlossen.</p> <b>Gasanalysegerät</b> <p>Im Nahbereich um die Ableitöffnung des Gasanalysegeräts ist die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn, dann nur kurzzeitig zu erwarten.</p>

Zoneneinteilung		
Anlagentyp	Zone	Bemerkung (falls erforderlich)
Gasanalysegerät	<ul style="list-style-type: none"><li><b>Zone 2</b> im Nahbereich um die Ableitöffnung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.16</li></ul>
Aktivkohlefilter	<ul style="list-style-type: none"><li><b>Zone 2</b> innerhalb</li><li><b>Zonenfrei</b> außerhalb</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.10 a) i. V. m. Zone 2 im Fermenter und in der Gasphase des Gärrestelagers</li><li>Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.13</li></ul>
Biogasaufbereitung (Biogaskühlung und -entfeuchtung, Aminwäsche)	<ul style="list-style-type: none"><li><b>Zone 2</b> innerhalb</li><li><b>Zonenfrei</b> außerhalb</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.10 a) i. V. m. Zone 2 im Fermenter und in der Gasphase des Gärrestelagers</li><li>In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.13</li></ul>

S:\MIPROJ\178M178277M178277\_01\_BER\_1D.DOCX:19. 04. 2024

Zoneneinteilung		
<b>BHKW mit Maschinenraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zone 2</b> innerhalb biogasführender Anlagenteile</li> <li>• <b>Zonenfrei</b> innerhalb des Biogasmotors</li> <li>• <b>Zonenfrei</b> innerhalb des Aufstellraums</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.10 a) i. V. m. Zone 2 im Fermenter und in der Gasphase des Gärrestelagers</li> <li>• Bestimmungsmäßige Verbrennung innerhalb der Brennräume der Motoren</li> <li>• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.17 a)</li> </ul>
<b>Gasverdichter</b> (Biogasgebläse nach Entschwefelung, Zentrifugegebläse vor Biogasweiche)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zone 2</b> innerhalb</li> <li>• <b>Zonenfrei</b> außerhalb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.8.14.1 b)</li> <li>• Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 4.1.4.7.2.2 i. V. m. Nr. 4.1.4.7.2.1 a)</li> </ul>

Sekundäre Schutzmaßnahmen	
Zündquellenart	Bemerkung/Schutzmaßnahmen
Heiße Oberflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Max. Oberflächentemperatur T1 (Basis Methan)</li> </ul>
Flammen und heiße Gase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flammen und heiße Gase sind im betrachteten Anlagenbereich nicht vorgesehen</li> </ul>
Mechanisch erzeugte Funken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis Methan): Zone 2: II 1G/2G/3G T1 IIA</li> <li>• Verwendung funkenarmer Werkzeuge</li> </ul>
Elektrische Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis Methan): Zone 2: II 1G/2G/3G T1 IIA</li> <li>• Für die elektrische Installation in explosionsgefährdenden Bereichen sind insbesondere die folgenden Regelwerke bzw. Erkenntnisquellen zu beachten: Nr. 5.5 TRGS 723 [20] DIN EN 60079-14 [12]</li> </ul>
Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
Statische Elektrizität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maßnahmen gemäß TRGS 727 [23] gegen Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung, insbesondere Erdung bzw. Verbindung mit Erde leitfähiger bzw. ableitfähiger Anlagenteile sowie Vermeidung isolierender Materialien in explosionsgefährdeten Bereichen</li> </ul>
Blitzschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht erforderlich, vgl. Nr. 5.82 (1) TRGS 723 [20]</li> </ul>
Elektromagnetische Felder	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
Elektromagnetische Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
Ionisierende Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
Ultraschall	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
Chemische Reaktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>

<b>Sekundäre Schutzmaßnahmen</b>
<b>Tertiäre Schutzmaßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Flammendurchschlagssicherung vor BHKW</li> </ul>

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
Betriebskonzept				
Unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes ist durch die Handhabung von Biogas innerhalb von Anlagenteilen die Bildung von g. e. A. gelegentlich zu erwarten. <i>Hinweis:</i> Die Bewertung entspricht der Bewertung des Inneren des Fermenters (vgl. Abschnitt 7.2). Unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes ist im Nahbereich der Abblaseleitung des Gasanalysegeräts die Bildung von g. e. A. normalerweise nicht und wenn dann nur kurzzeitig zu erwarten.				
Zone auf Basis des Betriebskonzeptes				
Zone 2 (alle biogasführenden Anlageteile)				
Zone 2 (Nahbereich um Abblaseleitung des Gasanalysegeräts)				
Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung	-			
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung	-			
Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzeptes	Zone auf Basis des Betriebskonzeptes			
	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung				
Vgl. Bewertung der MSR-Einrichtungen des Fermenters in Abschnitt 7.2	K3	K2	K1	Keine
-	K3	K2	K1	Keine



<b>Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725</b>
---

<i>Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) der TRGS 725 [22] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.</i>
--

7.7 Redundanzkessel

Anlage	Bioabfallvergärungsanlage
Anlagenbereich	Redundanzkessel
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"><li>Heizöltank</li><li>Redundanzkessel</li></ul>
Gehandhabte Stoffe	<ul style="list-style-type: none"><li>Heizöl</li></ul>
Explosionsschutztechnisch relevante Stoffe	<ul style="list-style-type: none"><li>Heizöl</li></ul>
Explosionsschutztechnisch relevante Prozessschritte	<ul style="list-style-type: none"><li>Lagerung von Heizöl</li><li>Verbrennung von Heizöl in Heizölkessel</li></ul>
Örtliche Gegebenheiten	<ul style="list-style-type: none"><li>Aufstellung in Schiffscontainer</li><li>Natürliche Lüftung durch Be- und Entlüftungsöffnungen</li></ul>

<b>Primäre Schutzmaßnahmen und Betriebskonzept</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>natürliche Lüftung i. S. v. Nr. 4.6.2 TRGS 722 [19]</li><li>Anlagenteile technisch dicht, i. V. m. organisatorischen Maßnahmen (wiederkehrende Prüfung auf Dichtheit) anzusehen als auf Dauer technisch dicht i. S. v. Nr. 4.5.2 TRGS 722 [19]</li></ul>

<b>Gefährdungsbeurteilung</b>
Innerhalb des Containers, welcher den Redundanzkessel sowie den Heizöltank enthält, ist die Bildung von g. e. A. aufgrund der primären Schutzmaßnahmen (Lagerung und Handhabung unterhalb des Flammpunktes von Heizöl sowie bestimmungsmäßige Verbrennung innerhalb des Heizölkessels) vernünftigerweise ausgeschlossen.

<b>Zoneneinteilung</b>		
Anlagentyp	Zone	Bemerkung (falls erforderlich)
Redundanzkessel-Container	<ul style="list-style-type: none"><li><b>Zonenfrei</b> innerhalb und außerhalb</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Handhabungstemperatur von Heizöl gesichert 15 K unterhalb des Flammpunktes sowie bestimmungsmäßige Verbrennung innerhalb des Heizölkessels</li></ul>

S:\MIPROJ\178M178277M178277\_01\_BER\_1D.DOCX:19. 04. 2024

Sekundäre Schutzmaßnahmen	
Zündquellenart	Bemerkung/Schutzmaßnahmen
Heiße Oberflächen	• entfällt
Flammen und heiße Gase	• entfällt
Mechanisch erzeugte Funken	• entfällt
Elektrische Anlagen	• entfällt
Elektrische Ausgleichs- ströme, kathodischer Korrosions- schutz	• entfällt
Statische Elektrizität	• entfällt
Blitzschlag	• entfällt
Elektromagnetische Felder	• entfällt
Elektromagnetische Strah- lung	• entfällt
Ionisierende Strahlung	• entfällt
Ultraschall	• entfällt
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase	• entfällt
Chemische Reaktionen	• entfällt

Tertiäre Schutzmaßnahmen
• Aufgrund der primären Schutzmaßnahmen sind keine tertiären Schutzmaßnahmen erforderlich

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
Betriebskonzept				
Unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes ist durch die Handhabung von entzündbaren Flüssigkeiten unterhalb des Flammpunktes die Bildung von g. e. A. innerhalb und außerhalb des Redundanzkessel-Containers vernünftigerweise ausgeschlossen.				
Zone auf Basis des Betriebskonzeptes				
Zonenfrei (innerhalb und außerhalb des Redundanzkessel-Container)				
Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
-	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
Begründung	-			
Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzeptes	Zone auf Basis des Betriebskonzeptes			
	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich

Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725				
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung				
-	K3	K2	K1	Keine
Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) der TRGS 725 [22] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzeptes sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.				

S:\M\PROJ\178M178277\178277\_01\_BER\_1D.DOCX:19. 04. 2024

## 8 Fazit und Zielvorgaben (ZV)

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Zielvorgaben bestehen nach Ansicht der Unterzeichner gegen den geplanten Betrieb der im vorliegenden Dokument berücksichtigten Anlagen und Anlagenteile keine explosionsschutztechnischen Bedenken.

Übersicht der Zielvorgaben:

- |      |   |
|------|---|
| ZV 1 | Das vorliegende Explosionsschutzkonzept ist zur Inbetriebnahme in ein Explosionsschutzdokument zu überführen. Dieses ist durch Unterschrift der zuvor festgelegten verantwortlichen Personen in Kraft zu setzen.  |
| ZV 2 | Die Bestandsbelegschaft sowie neu eingestelltes Personal sind über die in den betrachteten Anlagen auftretenden Gefahren zu unterweisen und mit den zu ihrer Abwendung einzuleitenden Maßnahmen vertraut zu machen. In die Belehrung werden die Betriebs- und Bedienungsanleitungen, geltende Standardarbeitsanweisungen sowie Merkblätter und Richtlinien der Berufsgenossenschaften und die Stoffdatenblätter der verwendeten Produkte mit einbezogen. Im Weiteren ist das Personal fortlaufend und wiederkehrend jährlich zum Arbeits- und Brandschutz sowie zum Umgang mit Gefahrstoffen und explosionsschutztechnisch relevanten Stoffen zu unterweisen. Die arbeitsplatzspezifischen Unterweisungen erfolgen durch den verantwortlichen Abteilungsleiter sowie dessen Beauftragten. |
| ZV 3 | Mitarbeiter von Fremdfirmen sind vor Arbeitsaufnahme durch den zuständigen Leiter der betrachteten Anlagen zu unterweisen.  |
| ZV 4 | In die oben beschriebenen Unterweisungen des Betriebspersonal und der Mitarbeiter von Fremdfirmen sind die erforderlichen Unterweisungen hinsichtlich des Umgangs mit explosionsschutztechnisch relevanten Stoffen auf Basis der erstellten Betriebsanweisung zu integrieren. Über die durchgeführten Schulungen ist ein Nachweis zu führen.  |
| ZV 5 | Für die verschiedenen explosionsschutztechnisch relevanten Arbeitsbereiche sind Betriebsanweisungen zu erstellen. In diesen sind auch die Explosionsgefahren der gehandhabten Stoffe zu integrieren.  |
| ZV 6 | Die Vorgehensweise bei Störungen ist in den Betriebsanweisungen gemäß GefStoffV [8] zu dokumentieren und an geeigneter Stelle zu hinterlegen.   |
| ZV 7 | Es ist ein Freigabeverfahren zu etablieren, das insbesondere bei Arbeiten durch Fremdfirmen in explosionsgefährdeten Bereichen angewendet ist.  |
| ZV 8 | Die Umsetzung der Betriebsanweisung ist stichprobenartig zu überprüfen.   |

- ZV 9 Bereiche mit ausgewiesenem Explosionsschutz sind dauerhaft und gut sichtbar mit dem Warnzeichen W21 gemäß BGV A8/DGUV-V9 [25], Anlage 2, Nr. 2 bzw. mit dem Warnzeichen D-W021 gemäß ASR A1.3 [26] zu kennzeichnen.
- ZV 10 In explosionsgefährdeten Bereichen ist konkret darauf hinzuweisen, dass externe Zündquellen zu vermeiden sind. Dies ist durch gut sichtbare und dauerhafte Beschilderung der betroffenen Bereiche sicherzustellen.
- ZV 11 Auf das Verbot von Zündquellen und das Verbot des Zutritts für Unbefugte ist durch die Beschilderung P003 und D-P006 gemäß ASR A1.3 [26] hinzuweisen.
- ZV 12 Es ist eine Prüfung vor Inbetriebnahme nach § 15 BetrSichV [7] auf Basis von Anhang 2, Abschnitt 3, Unterpunkt 4.1 BetrSichV [7] durchzuführen. Die Prüfung ist zu dokumentieren.
- ZV 13 Elektrische Geräte/Anlagen und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen sind gemäß eines noch zu erstellenden Prüfplans regelmäßig durch eine befähigte Elektrofachkraft zu warten und zu prüfen. Diese Prüfungen sind zu dokumentieren.
- ZV 14 Die allgemeinen Maßnahmen sind, soweit sie auf die explosionsgefährdeten Bereiche der hier betrachteten Anlagenbereiche zutreffen, in geeigneter Weise umzusetzen.
- ZV 15 Die Siebschneckenpresse muss ständig und vollständig mit Gärrest gefüllt sein (kein freies Gasvolumen)
- ZV 16 Der Blitzschutz ist gemäß Nr. 5.8.2 TRGS 723 [20] sicherstellen oder anhand einer Risikobeurteilung Blitzschutz darzustellen, dass auf einen Blitzschutz verzichtet werden kann.
- ZV 17 Der Sandabscheider muss ständig und vollständig mit Gärrest gefüllt sein (kein freies Gasvolumen)
- ZV 18 Einhaltung der aufgrund der Permeation zu erwartenden Methankonzentration in der Tragluft durch regelmäßige (mind. tägliche) Überwachung der Tragluft mit Gasspürgerät
- ZV 19 Überwachung des Lagerraumes mit einer Gaswarnanlage, die bei Erreichen von 20% der UEG alarmiert und einen weiteren Lüfter zuschaltet.

Dr. Marvin Ertelt

Dr. Philipp Anger

## **Anhang**

### **Anhang A: Ermittlung der explosionsschutztechnisch relevanten Anlagenteile**

Grundlage für die Aufzählung sind die für den Standort Pfaffenhofen der AKG Achauer Kompostierungs GmbH & Co. KG zur Verfügung gestellten Betreiberunterlagen bzw. Planungsunterlagen (vgl. Abschnitt 2.1) und deren Auswertung durch die Unterzeichner.

Die in nachfolgender Tabelle 6 aufgeführten Betriebsbereiche/Anlagenbereiche beziehen sich sinngemäß auf die Einteilung in Anlagenbereiche aus den vorgelegten Unterlagen für die geplante BGA der AKG in Pfaffenhofen.

Die Ermittlung der potenziellen Möglichkeit der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre (Endziffer -13) bedeutet nicht, dass für die Anlagen/Anlagenteile eine Explosionsschutzzone auszuweisen ist. Eine genaue Bewertung der Gefährdung der einzelnen Anlagen und/oder Anlagenteile erfolgt unter Abschnitt 7 des vorliegenden Konzepts.

Tabelle 6. Ermittlung explosionsschutztechnisch relevanter Betriebsbereiche/Anlagenbereich.

<b>Anlagenbereich</b>	<b>Bewertung gemäß Schema Explosionsschutz (vgl. Abbildung 1)</b>
<b>Anlieferung</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Aufbereitung</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Kastenbeschicker</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Beschickung</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Fermenter</b>	<b>1-2-6-13</b>
Einhausung Fermenter	1-5-10
<b>Rührwerksdurchführung Fermenter</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Bullaugen Fermenter</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Berstscheiben Fermenter</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Gasüberdrucksicherung Fermenter</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Fütterungsdosierer</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Manuelle Probenahmestellen</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Biogasentnahmeleitung</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Gärresteentnahme</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Gärresteentwässerung</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Zwischenlagerbehälter</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Gärrestelager</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Biogasaufbereitung – Aminwäsche</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Aktivkohlefilter</b>	<b>1-2-6-13</b>
CO <sub>2</sub> -Verflüssigung	1-5-10
Abfüllplatz CO <sub>2</sub>	1-5-10
Wärmepumpenspeicher	1-5-10
Abfüllplatz	1-5-10
Hackschnitzelkessel	1-2-3-4-11-10
EMSR-Container	1-5-10
<b>Gasverdichter</b>	<b>1-2-6-13</b>



Anlagenbereich	Bewertung gemäß Schema Explosionsschutz (vgl. Abbildung 1)
<b>Gasanalysegerät</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>BHKW Maschinenraum</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Rohrleitungen, oberirdisch</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Gasnotfackel</b>	<b>1-2-6-13</b>
<b>Gärrestekonditionierung und -kompostierung in geschlossenen Boxen</b>	<b>1-2-6-13</b>
Entwässerungssysteme	1-5-10
<b>Abluftfassung und -behandlung über saure Wäscher und Biofilter</b>	<b>1-2-6-13</b>
Lagerung der kompostierten Gärreste aus Boxen	1-5-10

Durch Fettdruck hervorgehobene Anlagen und/oder Anlagenteile werden in der Gefährdungsbeurteilung (Abschnitt 7) berücksichtigt.

