

TEXTE

107/2020

Muster-Rohrleitungs- und Instrumentenfließ- schemata für Biogaser- zeugungsanlagen

Endbericht

TEXTE 107/2020

Projektnummer 111213

FB000368

Muster-Rohrleitungs- und Instrumenten- fließschemata für Biogaserzeugungsanlagen

Endbericht

von

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Rettenberger,
Sachverständiger nach § 29b BImSchG
Projektleitung RUK: Dipl.-Chem. Rolf Schneider,
Computer-Aided-Design Schemata: M. Sc. Mahdi Kalari,
Ingenieurgruppe RUK GmbH, Stuttgart
unter Mitarbeit von Dipl. Ing. Emil Ninov ENOVAS Ingeni-
urbüro für Anlagensicherheit, Explosionsschutz und
Funktionale Sicherheit, Darmstadt

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
[Internet: www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Ingenieurgruppe RUK GmbH
Auf dem Haigst 21
70597 Stuttgart

Abschlussdatum:

März 2020

Redaktion:

Fachgebiet III 2.3 Anlagensicherheit / Safety of Installations
Roland Fendler

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juni 2020

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Muster-Rohrleitungs- und Instrumentenfließschemata für Biogaserzeugungsanlagen

Es wurden Muster von Verfahrenfließschemata und Rohrleitungs- und Instrumentenfließschemata (R- und I-Fließschemata) für Biogaserzeugungsanlagen getrennt nach Anlagen für besondere Einsatzstoffe nach Technische Regel für Anlagensicherheit (TRAS) 120 (im Folgenden als Typ B bezeichnet) und den anderen der TRAS 120 unterliegenden Anlagen (im Folgenden als Typ A bezeichnet) erstellt. Die Muster enthalten nur die Mess-, Steuer- und Regelungs- bzw. prozessleittechnischen Einrichtungen (MSR- / PLT-Einrichtungen) mit Bedeutung für die Sicherheit, welche sich aus den Vorgaben der TRAS 120 ergeben. Bei darüberhinausgehenden Forderungen, z. B. aus der Regel 113-001 der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), werden diese ergänzend aufgeführt. Die Muster werden in bearbeitbarer Form dem Leser zur Verfügung gestellt und müssen im Fall einer Anwendung durch anlagenspezifische MSR- / PLT-Einrichtungen ergänzt werden.

Abstract: Model Piping- and Instrumentation Flow Diagrams for Biogas Plants

Patterns of process flow diagrams such as Piping and Instrumentation Diagrams for biogas plants were separately created for special feedstock plants according to Technical Rule for Process Safety (TRAS) 120 (hereinafter referred to as Type B) and the other installations subject to TRAS 120 (hereinafter referred to as Type A). The patterns contain only the safety-relevant measuring points and control tasks which result from the specifications of the TRAS 120. For further requirements, for example from the rule 113-001 of the Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (Collection of technical rules for the prevention of hazards due to explosive atmospheres with sample collection for the classification of potentially explosive areas in zones), these are listed in addition. The samples are provided in editable form and must be supplemented in the case of an application by plant-specific measurement technology and control tasks.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabellenverzeichnis | 6 |
| Abkürzungsverzeichnis | 7 |
| Zusammenfassung | 9 |
| Summary | 10 |
| 1 Zielsetzung | 11 |
| 1.1 Allgemein | 11 |
| 1.2 Umfang | 11 |
| 2 Ergebnisse | 13 |
| 2.1 Liste zu berücksichtigender Anlagenteile | 13 |
| 2.2 Liste der MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit | 16 |
| 2.2.1 Erläuterung der Spaltenbeschriftung | 17 |
| 2.2.2 Erläuterung der Zeichen | 18 |
| 2.2.3 Biogasanlagen allgemein, ausgenommen diskontinuierlich betriebene Anlagen | 20 |
| 2.2.4 Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120 mit kontinuierlichem Betrieb | 38 |
| 2.3 Muster-Verfahrensfließschemata und Muster R- und I-Fließschemata | 41 |
| 3 Haftungsausschlusses | 42 |
| 4 Quellenverzeichnis | 43 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Liste der relevanten Anlagenteile in Typ-A- und Typ-B-Anlagen | 13 |
| Tabelle 2: Bei Biogasanlagen nach TRAS 120 erforderliche MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit | 20 |
| Tabelle 3: Bei Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120 zusätzlich erforderliche MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit | 39 |

Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung | Erläuterung |
|---------------------------|---|
| AK BGA | Arbeitskreis Biogasanlagen der KAS |
| AwSV | Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen |
| BetrSichV | Betriebssicherheitsverordnung |
| BGA | Biogasanlage |
| BHKW | Blockheizkraftwerk |
| BImSchG | Bundes-Immissionsschutzgesetz |
| BImSchV | Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes |
| BMU | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit |
| CH ₄ | Methan |
| CHP | combined heat and power plant |
| CO | Kohlenstoffmonoxid |
| CO ₂ | Kohlenstoffdioxid |
| d. h. | das heißt |
| DGUV | Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung |
| DVGW | Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches |
| g. e. A. | Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre |
| GÜD | Gas-Über- und -Unterdrucksicherung |
| H ₂ S | Schwefelwasserstoff |
| KAS | Kommission für Anlagensicherheit |
| Lfd. Nr. | Laufende Nummer |
| MSR-Einrichtungen | Mess-, Steuerungs- und Regelungseinrichtungen |
| NH ₃ | Ammoniak |
| O ₂ | Sauerstoff |
| OEG | Obere Explosionsschutzgrenze |
| PCE | Process Control Engineering = Prozessleittechnik |
| <i>P- and I-D</i> | Piping and Instrumentation Diagram = R- und I-Fließschema |
| PLT | Prozessleittechnik, prozessleittechnisch |
| R- und I-Fließ- schema | Rohrleitungs- und Instrumentenfließschema |
| Sb | sicherheitsbedeutsam |

| Abkürzung | Erläuterung |
|------------------|---|
| Se | Schutzeinrichtung |
| SIL | Sicherheitsintegritätslevel |
| SO ₂ | Schwefeldioxid |
| StörfallV | Störfall-Verordnung, 12.Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz |
| TRAS | Technische Regel für Anlagensicherheit |
| TRBS | Technische Regel Betriebssicherheit |
| TRGS | Technische Regel für Gefahrstoffe |
| UBA | Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau |
| UEG | Untere Explosionsschutzgrenze |
| UPS | Uninterruptible Power Supply = USV |
| USV | Unterbrechungsfreie Stromversorgung |
| Vbdg. | Verbindung |
| VDI / VDE | Verein Deutscher Ingenieure / Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik |
| VdS | VdS Schadenverhütung GmbH |
| z. B. | zum Beispiel |

Zusammenfassung

Ziel war die Ausarbeitung von Mustern für Verfahrensfließschemata sowie Rohrleitungs- und Instrumentenfließschemata (R- und I-Fließschemata) für Biogaserzeugungsanlagen mit Darstellung der Messstellen einschließlich Steuerungs- und Regelungsaufgaben mit Bedeutung für die Sicherheit. Diese Muster sollen als Vorlage zur Ergänzung um betrieblich zusätzlich erforderliche Anlagenteile, Messstellen, Steuerungs- und Regelungsaufgaben dienen. Mit der Nutzung der Muster soll die Umsetzung der Technischen Regel für Anlagensicherheit „Sicherheitstechnische Anforderungen an Biogasanlagen“ (TRAS 120) erleichtert werden.

Die Darstellung der Muster erfolgt getrennt zu Anlagen für besondere Einsatzstoffe nach TRAS 120 (im Folgenden als Typ B bezeichnet) und den anderen der TRAS 120 unterliegenden Anlagen (im Folgenden als Typ A bezeichnet). Beispielhaft sind jeweils Biogasanlagen mit Aufbereitung des Rohbiogases und Verwertung in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) dargestellt.

Die vorliegende Ausarbeitung beinhaltet die folgenden Bestandteile:

- ▶ Tabelle 1 mit den allgemein und bei Anlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120 zu berücksichtigenden Anlagenteile.
- ▶ Tabellen 2 und 3 mit bei Anlagen für besondere Einsatzstoffe nach TRAS 120 und bei den anderen der TRAS 120 unterliegenden Anlagen zu berücksichtigenden Mess-, Steuer- und Regelungs- bzw. prozessleittechnischen Einrichtungen (MSR- / PLT-Einrichtungen) mit Bedeutung für die Sicherheit gemäß den Vorgaben der TRAS 120, ergänzt um Vorgaben aus der DGUV 113-001.
- ▶ Erstellung von Verfahrensschemata und Rohrleitungs- und Instrumenten-Fließschemata (R- und I-Fließschemata), in denen die sicherheitsbedeutsamen MSR- / PLT-Einrichtungen dargestellt werden. Erstellung der Schemata in einem Dateiformat, welches von Anlagenplanern weiterverwendet werden kann. Die Schemata müssen hierzu anlagenspezifisch um die für den Anlagenbetrieb erforderlichen Anlagenteile sowie für den Anlagenbetrieb erforderliche MSR- / PLT-Einrichtungen ergänzt werden.
- ▶ Die Muster sollen grundsätzlich für Anlagen gelten, die Betriebsbereich oder Teil eines Betriebsbereiches sind, d. h. gemäß § 3 Störfall-Verordnung dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen müssen.

Summary

The aim was to develop patterns for process flow diagrams such as Piping- and Instrumentation flowcharts (P- and I-D) for biogas production plants with representation of the measuring points including control tasks with significance for safety. These patterns are intended to serve as a template to supplement operationally required additional plant components, measuring points and control tasks. The use of the patterns should facilitate the implementation of the Technical Rule for Installation Safety "Safety requirements for biogas plants" (TRAS 120).

The patterns are shown separately for plants for special feedstocks according to TRAS 120 (hereinafter referred to as Type B) and the other plants subject to TRAS 120 (hereinafter referred to as Type A). By way of example, biogas plants with treatment of the raw biogas and recovery in a combined heat and power plant (CHP) are shown.

The present report includes the following components:

- ▶ Table 1 of the plant components to be taken into account in special feedstock plants according to TRAS 120 and other facilities subject to TRAS 120.
- ▶ Table 2 and 3 of the safety-relevant measuring and control technology to be taken into account in special feedstock plants according to TRAS 120 and other facilities subject to TRAS 120 in accordance with the requirements of TRAS 120, supplemented by specifications of DGUV 113-001 (Collection of technical rules for the prevention of hazards due to explosive atmospheres with sample collection for the classification of potentially explosive areas in zones).
- ▶ Creation of process flow diagrams and P- and I-D, in which the safety-relevant measuring and control technology is displayed in a file format that can be used by installation planners. For this purpose, the P- and I-D must be supplemented by the plant components required for plant operation as well as measurement and control technology required for plant operation.
- ▶ The patterns should basically apply to installations that are „Betriebsbereich“ or part of a „Betriebsbereich“ (i. e. subject of the Major Accidents Ordinance (i.e. establishment according to the European Union Seveso-directive (2012 / 18 / EU) and have therefore to comply with the state of art in safety technology.

1 Zielsetzung

1.1 Allgemein

Wesentlicher Bestandteil der vorliegenden Ausarbeitung sind Muster für Verfahrenfließschemata und Rohrleitungs- und Instrumentenfließschemata (R- und I-Fließschemata) für Biogaserzeugungsanlagen mit Darstellung jeweils nur von Messstellen und Steuerungsaufgaben mit Bedeutung für die Sicherheit. Die Muster sollen dem Leser bereitstehen, um die Umsetzung der Anforderungen der Technischen Regel für Anlagensicherheit (TRAS) 120 zu erleichtern. Zur anlagenspezifischen Nutzung ist die Vorlage um betrieblich zusätzlich erforderliche Anlagenteile, Messstellen und Steuerungsaufgaben zu ergänzen und das Ergebnis zusätzlich zu überprüfen.

Die Ausarbeitung der Muster erfolgte getrennt für die folgenden beiden Typen von Anlagen:

- ▶ Typ A (Anlagen, die der TRAS 120 unterliegen, allgemein) und
- ▶ Typ B (Anlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120).

Die Muster wurden beispielhaft jeweils für Biogasanlagen mit Anlagenteilen zur Aufbereitung des Rohbiogases und Verwertung in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) erstellt.

Eine Einteilung der Mess-, Steuer-, und Regel-Einrichtungen bzw. Prozessleittechnik (MSR- / PLT-Einrichtungen) erfolgt bei den erarbeiteten Mustern nach potenziellem Schadensausmaß. Eine Einstufung in SIL-Klassen (Sicherheitsintegritätslevel-Klassen) erfolgt nicht. Bei den Schutzeinrichtungen ist in der TRAS 120 darauf verwiesen, dass die Richtlinie 2180 des VDI / VDE (Verein Deutscher Ingenieure / Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik) zu beachten ist. In diesem Zusammenhang wird in der TRAS 120 ausdrücklich auf die Anwendung der VDI / VDE 2180 Blatt 1 bis 6 mit Stand 2007 bis 2013¹ als Quelle verwiesen, da die Fortschreibung von Teilen der Richtlinie zum Zeitpunkt der Erarbeitung der TRAS 120 noch nicht abgeschlossen war. Dieser Hinweis in der TRAS 120 ist Grundlage der vorliegenden Ausarbeitung.

Die Ausarbeitung wurde dem Arbeitskreis Biogasanlagen der Kommission für Anlagensicherheit (AK BGA) vorgestellt und mit diesem besprochen.

1.2 Umfang

Folgende Zielstellung war Grundlage bei der Erarbeitung der Muster für Verfahrenfließschemata und Rohrleitungs- und Instrumenten Fließschemata (R- und I-Fließschemata) für Biogaserzeugungsanlagen

- ▶ Erstellung von Verfahrenfließschemata zur Darstellung der zu berücksichtigenden Anlagenteile und von Rohrleitungs- und Instrumenten Fließschemata, in denen die Mess- und Steuerungstechnik dargestellt wird, d.h. mit Grund- und Zusatzinformation.
- ▶ Die Verfahrenfließschemata und R- und I-Fließschemata sollen die wichtigsten, für die Durchführung des Verfahrens und die Wirkung der MSR- / PLT-Einrichtungen erforderlichen Anlagenteile und Stoffströme zeigen.

¹ In der TRAS 120 wurde auf einen dynamischen Verweis verzichtet: Nach Kapitel 3.10 Abs. 1 der TRAS 120 soll die zum Zeitpunkt der TRAS Bekanntgabe aktuelle VDI / VDE 2180 Anwendung finden.

- ▶ Es sollen Verfahrenfließschemata und R- und I-Fließschemata getrennt für Anlagen für besondere Einsatzstoffe nach TRAS 120 („Typ B“) und für die anderen der TRAS 120 unterliegenden Anlagen („TYP A“) erstellt werden.
- ▶ Es sind „typische“ Anlagen darzustellen. Hierbei muss eine Abwägung zwischen Handhabbarkeit der Fließschemata und Vollständigkeit bzgl. in der Praxis eingesetzten Anlagenarten erfolgen.
- ▶ Die Muster sind für Anlagen auszuarbeiten, die Betriebsbereich oder Teil eines Betriebsbereiches sind. Daraus ergeben sich folgende Anforderungen:
 - Die Verfahrenstechnik und MSR- / PLT-Einrichtungen müssen dem Stand der Sicherheitstechnik und den expliziten Anforderungen der Störfall-Verordnung (StörfallV) genügen.
 - Die Verfahrenfließschemata sollen Kapitel 9.2.3.2.3 der Vollzugshilfe des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) zur StörfallV entsprechen.
 - In den R- und I-Fließschemata müssen alle sicherheitsrelevanten Teile der MSR- / PLT-Einrichtungen entsprechend Kapitel 9.2.4.2 der Vollzugshilfe enthalten sein.

2 Ergebnisse

2.1 Liste zu berücksichtigender Anlagenteile

In der Tabelle 1 ist eine Liste der zu berücksichtigenden Anlagenteile enthalten. Grundlage der Liste ist die Gliederungssystematik von TRAS 120 Anhang VI. Diese wurde um Unterpunkte ergänzt und / oder textlich präzisiert. Bei den Nummern 17 und 18 wurde die Beschränkung auf die Betrachtung der Gärresttrocknung aufgehoben.

In der letzten Spalte ist für jeden Anlagenteil angegeben, ob und wenn ja, für welchen Anlagentyp A und / oder B dieser Anlagenteil in den Muster-R- und I-Fließschemata dargestellt ist

Tabelle 1: Liste der relevanten Anlagenteile in Typ-A- und Typ-B-Anlagen

| Nr. | Anlagenteil | Typ A | Typ B | Darstellung im Musterfließschema |
|-------|---|-------|-------|----------------------------------|
| 1. | Silo / Lager | | | |
| 1.1.1 | Fahrsilos | X | | Typ A |
| 1.1.2 | Silagesickersaftsystem | X | | Typ A |
| 1.2 | Hochsilos (fest / flüssig) | X | X | Typ A + Typ B |
| 1.3.1 | Flachbunker für feste Substrate in Räumen | | X | Typ B |
| 1.3.2 | Tiefbunker für feste Substrate in Räumen | | X | Typ B |
| 1.3.3 | Behälterentleerung (Schüttung) für feste Substrate in Räumen | | X | Typ B |
| 1.4.1 | Lager für wassergefährdende Stoffe (wie Brenn- und Kraftstoffe) | X | X | Typ A + Typ B |
| 1.4.2 | Lager für sonstige gefährliche Stoffe | X | X | Nein |
| 2. | Vorlagen | | | |
| 2.1.1 | Abgedeckte Substratannahme flüssig / pastös/ Gülle im Freien | X | X | Typ A + Typ B |
| 2.1.2 | geschlossene Substratannahme flüssig / pastös, technisch dicht | | X | Typ B |
| 2.2 | Abgedeckte Substratannahme fest mit Zumischung von Gülle | | X | Typ B |
| 2.3 | Annahmehalle | | X | Typ B |
| 2.5 | Substratvorbehandlung (wie mechanische Aufbereitung, Zerkleinerung) | X | X | Typ A + Typ B |
| 2.6 | Störstoffabscheidung | | X | Typ B |
| 3. | Gärbehälter | | | |
| 3.0.1 | Eintragungssysteme in Gärbehälter | X | X | Typ A + Typ B |
| 3.0.2 | Rührwerke | X | X | Typ A + Typ B |
| 3.0.3 | Gasspeicher als zweischaliges System, u.a. Membransystem | X | X | Typ A + Typ B |
| 3.0.4 | Luftzugabe zur Entschwefelung | X | X | Typ A + Typ B |

| Nr. | Anlagenteil | Typ A | Typ B | Darstellung im Musterfließschema |
|--------|--|-------|-------|-----------------------------------|
| 3.0.6 | Wand- oder Membrandurchführungen in den Gasraum der Gärbehälter | X | X | Nein |
| 3.0.7 | Wand- oder Membrandurchführungen in den Substratraum der Gärbehälter | X | X | Nein |
| 3.0.9 | Durchführungen in den Fermenter zur Gasentnahme sowie für Gas-Überdruck- und Unterdrucksicherungen (GÜD) | X | X | nein |
| 3.0.10 | Stützluftversorgung für Tragluftdach | X | X | Typ A + Typ B |
| 3.0.11 | Klemmschlauchsystem (incl. Luftversorgung) | X | X | Typ A + Typ B |
| 3.1 | Anaerobe Hydrolyse | X | X | Typ A + Typ B |
| 3.2 | Hygienisierung (hier nur vorlaufend thermisch, Anforderungen analog Gärrest-Hygienisierung: Siehe 17.3) | | | |
| 3.3 | Fermenter | X | X | Typ A + Typ B |
| 3.4 | Nachgärer | X | X | Typ A + Typ B |
| 3.5 | Gärrestlager technisch dicht, mit Anschluss an das Gassystem | X | X | Typ A + Typ B |
| 3.6.1 | Überlaufhilfen durch Schnecken | X | X | Typ A + Typ B |
| 3.6.2 | Überlaufhilfen durch Pumpen | X | X | Typ A + Typ B mit 3.6.1 gemeinsam |
| 4. | Gassystem | | | |
| 4.1 | Über- und Unterdrucksicherungen | X | X | Typ A + Typ B |
| 5. | Gasspeicher (separat) | | | |
| 5.1 | Gasspeicher, separat als Gassack in Räumen | X | | Typ A |
| 5.2 | Gasspeicher, separat, mit Tragluftdach | X | X | Typ A + Typ B |
| 5.3 | Gasspeicher, separat, mit Festdach | X | X | Typ A + Typ B |
| 6. | Separate Entschwefelung mit Aktivkohle | X | X | Typ A + Typ B |
| 7. | Separate Entschwefelung mit Festbett | | | |
| 7.1 | Separate Entschwefelung mit Aufwuchsmasse | X | X | Typ A + Typ B |
| 7.2 | Separate Entschwefelung mit Eisenmasse | X | X | Typ A + Typ B |
| 8. | Maschinenraum mit Gasverbrauchseinrichtung | | | |
| 8.1 | Verdichter oder Gebläse vor BHKW | X | X | Typ A + Typ B |
| 8.2 | BHKW-Aufstellraum (mit sonstigen Anlagenteilen) | X | X | Typ A + Typ B |
| 9. | Sonstige Maschinenräume | X | X | Typ A + Typ B |
| 9.1 | Gasanalysestation | X | X | Typ A + Typ B |

| Nr. | Anlagenteil | Typ A | Typ B | Darstellung im Musterfließschema |
|------|--|-------|-------|----------------------------------|
| 10. | Schalt- und Elektroraum | | | |
| 10.1 | Elektroraum, wie Räume zur Stromverteilung und Schaltung | X | X | Typ A + Typ B |
| 10.2 | Trafostation | X | X | Typ A + Typ B |
| 10.3 | Notstromaggregat / Notstromversorgung | X | X | Typ A + Typ B |
| 11. | Zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung | | | |
| 11.1 | Gebläse vor Gasfackel | X | X | Typ A + Typ B |
| 11.2 | Gasfackel | X | X | Typ A + Typ B |
| 12. | Kondensatabscheider einschließlich Gastrocknung / Gaskühlung | X | X | Typ A + Typ B |
| 13. | Raum für Pumpsysteme zur Verteilung, Entnahme und / oder Rückführung der Gärsubstrate und Gärreste | X | X | Typ A + Typ B |
| 14. | Gärrestelager | | | |
| 14.1 | Offene Gärrestlager | X | X | Typ A + Typ B |
| 14.2 | Abgedeckte Gärrestlager ohne Gasspeicher mit natürlicher Belüftung | X | X | Typ A + Typ B |
| 14.3 | Abgedeckte Gärrestlager ohne Gasspeicher mit technischer Belüftung | X | X | Typ A + Typ B |
| | Gärrestlager technisch dicht, mit Anschluss an das Gassystem siehe 3.5 | | | |
| 15. | Gärrestentnahme | | | |
| 15.1 | Austrageeinrichtungen u.a. für Sedimente | X | X | Typ A + Typ B |
| 15.2 | Abfülleinrichtungen für flüssige Gärreste, z. B. Entnahmegalgen | X | X | Typ A + Typ B |
| 16. | Rohrleitungen | | | |
| 16.1 | Rohrleitungen Flüssigkeiten (Substrate, Gärreste) (mit Armaturen) | X | X | Ohne Angabe der Nummer |
| 16.2 | Rohrleitungen für Rohbiogas (mit Armaturen) | X | X | Ohne Angabe der Nummer |
| 16.3 | Rohrleitungen für aufbereitetes Biogas (mit Armaturen) | X | X | Ohne Angabe der Nummer |
| 17. | Gärresteaufbereitung | | | |
| 17.1 | Mechanische Gärrestnachbehandlung z. B. durch fest / flüssig-Trennung | X | X | Typ A + Typ B |
| 17.2 | Biologische Gärrestnachbehandlung z. B. durch Kompostierung der festen Gärreste | X | X | Typ A + Typ B |
| 17.3 | Gärrest-Hygienisierung | X | X | Typ A + Typ B |

| Nr. | Anlagenteil | Typ A | Typ B | Darstellung im Musterfließschema |
|--------|--|-------|-------|----------------------------------|
| 17.4 | Gärresttrocknung | X | X | Typ A + Typ B |
| 17.5 | Verdampfung | X | X | Typ A + Typ B |
| 18. | Gärrestlagerung | | | |
| 18.1 | Lagerung von aerobisiertem und nicht getrocknetem festem Gärrest | X | X | Typ A + Typ B |
| 18.2 | Lager für getrocknete Gärreste | X | X | Typ A + Typ B |
| 19. | gemeinsame Umwallung oder zentraler Auffangraum um alle Gärbehälter und Gärrestlagerbehälter | X | X | Typ A + Typ B |
| 20. | Abluftbehandlung | | | |
| 20.1.1 | Schwefelsäurelagerbehälter | | X | Typ B |
| 20.1.2 | Abluftwäscher | | X | Typ B |
| 20.2 | Biofilter, Abluftförderung | | X | Typ B |
| 21. | Sonstiges | | | |
| 21.1 | Prozessleitsystem (PLS), Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) | X | X | Typ A + Typ B |
| 21.2 | Sonstige Nebenanlagen im Freien (Waage) | X | X | Nein |
| 21.3 | Harnstofftank | X | X | Typ A + Typ B |
| 21.4 | Abwasserbehandlung | X | X | Typ A + Typ B |
| 21.5 | Lagertank Ammoniumsulfatlösung | X | X | Typ A + Typ B |

2.2 Liste der MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit

Im Folgenden ist in zwei Tabellen die Mess-, Steuerungs- und Regelungs- bzw. Prozessleittechnik (MSR- / PLT-Einrichtungen) mit Bedeutung für die Sicherheit mit Beschreibung der Steuerungsaufgabe angegeben und deren Erfordernis begründet.

- ▶ In der Tabelle 2 erfolgen diese Angaben für die MSR- / PLT-Einrichtungen, welche bei allen der TRAS 120 unterliegenden Anlagen (Typ A und Typ B) erforderlich ist.
- ▶ In der Tabelle 3 erfolgen diese Angaben für die MSR- / PLT-Einrichtungen, welche bei Anlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120 (Typ B) zusätzlich erforderlich ist.

Grundlagen der geforderten MSR- / PLT-Einrichtungen sind:

- ▶ Analog der TRAS 120 wird bezüglich der Anforderungen an die Schutzeinrichtungen die VDI / VDE 2180 mit Stand 2007 bis 2013 beachtet. Darüber hinaus sind bei PLT-Einrichtungen mit Explosionsschutzfunktionen die Anforderungen nach Technische Regel Gefahrstoffe (TRGS) 725 (2018) zu berücksichtigen.

- ▶ Eine Einteilung der MSR- / PLT-Einrichtungen erfolgt nach potenziellem Schadensausmaß. Es erfolgt keine Einstufung in SIL-Klassen.
- ▶ Die aufgeführten MSR- / PLT-Einrichtungen sind aufgrund immissionsschutzrechtlicher Anforderungen erforderlich. Aus Gründen des Arbeitsschutzes können zusätzliche oder weitergehende MSR- / PLT-Einrichtungen erforderlich sein.

In den Tabellen sind teilweise Alternativen benannt, welche in den Fließschemata nicht dargestellt sind.

In den Tabellen sind die Fackelanlage und das BHKW nur als funktionale Einheiten aufgeführt und nicht sicherheitstechnisch bewertet. Die MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit endet bei diesen funktionalen Einheiten jeweils an Eintritt in die Gasregelstrecke. Die Betrachtung der MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit für diese funktionalen Einheiten ist nicht Bestandteil der vorliegenden Ausarbeitung.

2.2.1 Erläuterung der Spaltenbeschriftung

| | |
|------------------------|---|
| Lfd. Nr. | Laufende Nummer. Alle Maßnahmen mit einer eigenen laufenden Nummer sind additiv zu sehen. Werden mehrere Maßnahmen in eigenen Zeilen unter der gleichen laufenden Nummer aufgeführt, so sind diese alternativ zu sehen und die laufende Nummer ist durch die Kürzel A1 (Alternative 1) bzw. A2 (Alternative 2) ergänzt. |
| Anlagenteil | Teil einer Biogasanlage in der Gliederungssystematik der Tabelle 1 |
| Gefahren | Gefahren, die durch die genannte MSR- / PLT-Einrichtungen verhindert oder gemindert werden sollen. |
| Funktion | Von der genannten MSR- / PLT-Einrichtung auszulösende Aktion(en). |
| MSR- / PLT-Einrichtung | Aufgabe der genannten MSR- / PLT-Einrichtung. |
| Zeichen | Bezeichnung der MSR- / PLT-Stelle nach DIN EN 62424 |
| Sb | Sicherheitsbedeutsam. „Sicherheitsbedeutsam“ sind MSR- und PLT-Einrichtungen zur Verhinderung oder Minderung von Gefahren. Diese Einstufung gilt für alle nach BImSchG genehmigungsbedürftigen Biogasanlagen. Sicherheitsbedeutsame MSR- / PLT-Einrichtungen dürfen als Betriebseinrichtungen mitgenutzt werden. |
| Se | Schutzeinrichtung = sicherheitsrelevant „Sicherheitsrelevant“ sind MSR- und PLT -Einrichtungen zur Verhinderung oder Begrenzung von Störfällen und vergleichbaren Gefahren. Bei Schutzeinrichtungen ist die VDI / VDE-Richtlinie 2180 „Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT)“ zu beachten. Schutzeinrichtungen dürfen nicht als Betriebseinrichtungen genutzt werden. Dies bedeutet, dass im Fall einer vorhandenen betrieblichen Überwachung der gleichen Größe am Standort dort eine zusätzliche Überwachung dieser Größe erforderlich wird. Schutzeinrichtungen dürfen bei der Einstufung von Zonen, in denen |

| | |
|------------|---|
| | gefährliche, explosionsfähige Atmosphäre vorhanden sein kann, berücksichtigt werden. |
| Ausführung | Hinweise zu besonderen Anforderungen. |
| Kontrolle | Kontrollaufgaben in Verbindung mit der MSR- / PLT-Einrichtung ergänzend zu den Herstellervorgaben oder mindestens jährlich erforderlichen Kontrollen. |
| Quelle: | [1]: AK BGA /18 / 036, ursprünglich als Teil 2 des Anhang VI der TRAS 120 diskutiert, Stand 12 / 2018 [2]: TRAS 120, Kapitel 2 (Fassung Bundesanzeiger vom 21.01.19) [3]: TRAS 120, Kapitel 3 (Fassung Bundesanzeiger vom 21.01.19) [4]: DGUV Regel 113-001: Explosionsschutz-Regeln (EX-RL), Stand 5 / 2019 |
| Plan-Nr.: | Nummer des Planes / der Pläne mit dem / den R- und I-Fließschemata, in welchem / in welchen die MSR- / PLT-Einrichtung dargestellt ist. |

2.2.2 Erläuterung der Zeichen

In den Tabellen angewendete Einstufungen nach potenziellem Schadensausmaß:

- S1 leichte Verletzung einer Person oder kleinere schädliche Umwelteinflüsse, die z.B. kein Störfall sind,
- S2 schwere irreversible Verletzung einer Person oder mehrerer Personen oder Tod einer Person oder vorübergehende größere schädliche Umwelteinflüsse, z. B. Störfälle,
- S3 Tod mehrerer Personen oder lang andauernde größere schädlich Umwelteinflüsse, z. B. Störfälle,
- S4 katastrophale Auswirkung, sehr viele Tote.

In der Tabelle genutzte MSR- / PLT-Folgebuchstaben

- ▶ S = Schaltung einer MSR- / PLT-Überwachungseinrichtung / eines sicherheitsbedeutsamen Systems,
- ▶ Z = Schaltung einer MSR- / PLT-Schutzeinrichtung.
- ▶ (SZ) = Ob hier die Anforderungen an eine Schaltung einer MSR- / PLT-Schutzeinrichtung erforderlich sind oder die Anforderungen für eine Schaltung einer MSR- / PLT-Überwachungseinrichtung ausreichend sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung.

XAH = Brandmelder (andere Zeichen nach DIN EN 62424 würden sonst zur Festlegung des Verfahrens der Brandmeldung führen).

g. e. A. = gefährliche explosionsfähige Atmosphäre².

²: Die Beurteilung der Gefährlichkeit explosionsfähiger Atmosphäre erfolgt in der Technische Regel Betriebssicherheit (TRBS) 2152 Teil 1 / TRGS 721. Demnach kann explosionsfähige Atmosphäre bereits ab einem Volumen in der Größenordnung von 10 Litern oder darunter gefahrdrohend sein und daher eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre darstellen.

In der Tabelle angegebene Alarme:

- ▶ Alarm hoch = Alarm wenn zu hoch, 1. Oberer Grenzwert,
- ▶ Alarm 2 hoch = Alarm wenn zu hoch, 2. Oberer Grenzwert,
- ▶ Alarm tief = Alarm wenn zu niedrig, 1. Unterer Grenzwert,
- ▶ Alarm 2 tief = Alarm wenn zu niedrig, 2. Unterer Grenzwert.

Zielführend ist die Registrierung aller Alarme. Soweit nicht ohnehin eine Registrierung der Messwerte erfolgt, ist dies jeweils als Registrierung der Alarme „AR“ angegeben.

2.2.3 Biogasanlagen allgemein, ausgenommen diskontinuierlich betriebene Anlagen

In der Tabelle 2 ist angegeben, mit welcher MSR- / PLT-Einrichtung mit Bedeutung für die Sicherheit Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein (Typ A und Typ B) ausgerüstet werden sollen.

Für jede MSR- / PLT-Einrichtung, bei der die Schaltung einer MSR- / PLT-Schutzeinrichtung (Z) als einzige Möglichkeit oder als Ergebnis einer Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung angegeben ist, findet sich im Anschluss an die Tabelle die Begründung hierfür.

Tabelle 2: Bei Biogasanlagen nach TRAS 120 erforderliche MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|--|---|---|---|---------|-----------|--------------|--|--|
| 1. | 1.1.2 | Sammlung Silagesickersaft (Mit Leckageerkennung) | Überfüllung mit Freisetzung wassergefährdender Stoffe | Füllstanderfassung pumpfähiges Füllgut Alarm hoch | Verhinderung der Überfüllung, Alarm für Gegenmaßnahmen | LIARH | ja | nein | Säurebeständig, Werkstoffeignung für feststoffhaltige Medien, ggf. mit Spüleinrichtung / regelmäßige Kontrolle auf Verschmutzung | [1] lfd. Nr. 1 / BIOGAS-3-A-10 |
| 2. | 2.1.1, 2.1.2 | Vorlagen Flüssigkeiten | Überfüllung mit Freisetzung wassergefährdender Stoffe | Füllstanderfassung pumpfähiges Füllgut Schaltung und Alarm hoch | Verhinderung der Überfüllung, Abschalten der Befüllung über Ventil in Zuleitung | LISARH | ja | nein | verschmutzungsunempfindlich, ggf. mit Spüleinrichtung / | [1] lfd. Nr. 2 / BIOGAS-3-A-10 BIOGAS-3-B-10 |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|---|--|---|--|---------|-----------|--------------|--|--|
| 3. | 3.1 | Separate anaerobe Hydrolyse für pumpfähige Gärsubstrate | | Wie Gärbehälter | | | | | Eignung für Zonen mit Wasserstoff | [1] lfd. Nr. 3 [3] 3.2.1 [4] 4.8.1.6/ BIOGAS-3-A-21 → 23 BIOGAS-3-B-21 → 23 |
| 4. | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter | Überfüllung mit: Freisetzung wassergefährdender Stoffe Verstopfung Gasentnahme, Biogasfreisetzung | Füllstanderfassung pumpfähiges Füllgut Schaltung und Alarm hoch | Abschalten Aufgaben fest und flüssig | LISARH | ja | nein | verschmutzungsunempfindlich, ggf. mit Spüleinrichtung | [1] lfd. Nr. 4 [3] 3.3 (1)/ BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 |
| 5. | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter | Überfüllung mit: Freisetzung wassergefährdender Stoffe Verstopfung Gasentnahme, Biogasfreisetzung Falls Überwachung der Nr. 4 z. B. wegen Verschmutzung ausgefallen | Überfüllsicherung pumpfähiges Füllgut Schaltung und Alarm 2 hoch zudem Grenzstanderfassung Schaum Schaltung und Alarm hoch | Abschalten Aufgaben fest und flüssig, Schaummindernde Maßnahmen, Starten Abpumpvorgang | LIZARHH | ja | ja | Überfüllsicherung muss den Anforderungen der AwSV entsprechen; verschmutzungsunempfindlich, ggf. mit Spüleinrichtung, ggf. spezielle Ausführung, die Schaum detektiert | [1], lfd. Nr. 5 + 6 [3] 3.3 (1), 3.3 (2)/ BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|--------------|---|---|--|--------------------------|-----------|--------------|--|--|
| 6. | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter | Biogasfreisetzung über die Aufgabevorrichtungen in die Atmosphäre oder in nicht exgeschützte Anlagenteile (z. B. Vorgrube oder Güllefass), Außenlufteintrag | Unterfüllsicherung pumpfähiges Füllgut Schaltung und Alarm tief mit Voralarm | Auslösung Not-Aus mit Vermeidung wirksamer Zündquellen, Stopp von Feststoffaufgabe, Rührern und Entnahmepumpen Flüssigbeschildung bleibt in Betrieb | LARLL(SZ)ARLL | ja | ja | verschmutzungsunempfindlich, ggf. mit Spüleinrichtung | [1] lfd. Nr. 7 [3] 3.3 (1) [4] 4.8.2, 4.8.3.1/ BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 |
| 7. | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter | Biogasfreisetzung über Überdrucksicherung | Überfüllsicherung Gasspeicher Schaltung und Alarm hoch ggf. mit Voralarm | Einschaltung von (zusätzlichen) Gasverbrauchseinrichtungen, z. B. Ableitung über Notfackel inkl. automatischer Zündung | LIR(SZ)AHH ggf. LIRAH | ja | ja | Einsatz einer Technik, welche reproduzierbare Werte liefert, Einrichtung separat zur Gasfüllstandmessung | [1] lfd. Nr. 8 + 9 [2] 2.6.3 (3) [3] 3.5.6/ BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 (nur Hauptalarm) |
| 8. | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter | Biogasfreisetzung über Überdrucksicherung | Druckerfassung im Gasraum für Druckregelung Schaltung und Alarm 2 hoch ggf. mit Voralarm | Einschaltung von (zusätzlichen) Gasverbrauchseinrichtungen, z. B. Ableitung über Notfackel inkl. automatischer Zündung | PIR(SZ)AHH ggf. PIRAH | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 8 + 9 [2] 2.6.3 (3) [3] 3.5.6/ BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → 23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 (nur Hauptalarm) |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|-------------------------------|---|---|---|----------------------------|-----------|--------------|---|--|
| 9. | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter | Außenlufteintrag ins Gassystem über Unterdrucksicherung | Unterfüllsicherung Gasspeicher Schaltung und Alarm tief ggf. mit Voralarm | Hauptalarm: Abschalten aller Gasverbrauchseinrichtungen, ggf. Voralarm: Reduzierung Gasentnahme | LI(SZ)ARLL ggf. LISRAL | ja | ja | | [2] 2.6.3 (3) [3] 3.5.6 / BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 (nur Hauptalarm) |
| 10. | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter | Außenlufteintrag ins Gassystem über Unterdrucksicherung | Druckerfassung im Gasraum für Druckregelung Schaltung und Alarm tief | Auslösung Not-Aus mit Abschalten der Gasverbrauchseinrichtungen, Stopp Entnahme z. B. von Gärresten | PIR(SZ)AL | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 10 [2] 2.6.3(3) [3] 3.5.6/ BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 (nur Hauptalarm) |
| 11. | 4.1 | Über- / Unterdrucksicherungen | Außenlufteintrag ins Gassystem über Über- / Unterdrucksicherung | Registrierung des Ansprechens der Unterdrucksicherung Schaltung und Alarm hoch | Auslösung Not-Aus mit Abschalten der Gasverbrauchseinrichtungen, Stopp Entnahme z. B. von Gärresten Alarm für Gegenmaßnahmen | FIRAH ggf. FIR(SZ)AH | ja | ja | Überwachung aller Unterdrucksicherungen zur Lokalisierung | 1], lfd. Nr. 10 +11 [2] 2.6.3 (4) / BIOGAS-3-A-21, -22, -31, -41 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 (jeweils als FIRAH, außer Plan -23: Dort FIR(SZ)AH) |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|---|--|---|---|-----------------------------|-----------|--------------|------------------------|--|
| 12. | 4.1 | Über- / Unterdrucksicherungen | Biogasfreisetzung über Über- / Unterdrucksicherung | Registrierung des Ansprechens der Überdrucksicherung Schaltung und Alarm hoch | Ableitung zur Notfackel mit automatischer Zündung, Alarm für Gegenmaßnahmen | FIRAH ggf. FIR(SZ)AH | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 8 + 9 [2] 2.6.3 (3) [3] 3.5.6/ BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 (nur Hauptalarm) |
| 13. | 4.1 | Über- / Unterdrucksicherungen | niedriger Flüssigkeitsstand (Gasdurchschlag, g. e. A. im Behälter) | Füllstandüberwachung der Tauchsicherungen | Auslösung der Wartung der Tauchsicherung | LIARL | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 17 / BIOGAS-3-A-21, -22, -31, 41 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31, -41 → -23 |
| 14. | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter | Blockieren der Rührwerke => Verstopfung, Bildung großer Gasblasen | Rührwerke: Erfassung Drehzahl, Schaltung und Alarm tief Ggf. Erfassung Stromaufnahme Schaltung und Alarm hoch | Abschaltung der Rührwerke | SISARL ggf. IISARH | ja | nein | | [1] lfd. Nr. 12 / BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 |
| 15. | 3.04, 3.3, 3.4 | Gärbehälter, interne biologische Entschwefelung | Über Bedarf liegender Außenluft eintrag ins Gas-system | Erfassung Sauerstoffkonzentration in der Biogasleitung (nach dem Gebläse) Schaltung und Alarm hoch | Begrenzung der Luft- / Sauerstoffzugabe, Armatur zu, Kompressor aus | AIR(SZ)AH (O ₂) | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 13/ BIOGAS-3-A-21, -22 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22 → -23 |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|---|---|--|--|------------------------------|------------|--------------|---|---|
| 16. A1 | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter, zweisechaliger Gasspeicher | Leckage der Gasmembran, Bildung von g. e. A. im Zwischenraum zweisechaliger Systeme | a) Zwischenraum oder Tragluftauslass: Erfassung Zündfähigkeit Schaltung und Alarm hoch | Stilllegung von Zündquellen im Zwischenraum und Ex-Zonen-Bereich des Tragluftauslasses | AIR(SZ)AH (CH ₄) | ja | ja | Dezentrales oder zentrales Messgerät, (mindestens) tägliches Ablesen und Dokumentieren, wöchentliche Auswertung | [1] lfd. Nr. 14 [2] 2.6.3 (5) [3] 3.5.1 (8) [2] 2.3 (3,4). 3.5.5(8)/ BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 (jeweils als AIR(SZ)AH (CH ₄)) |
| 16. A2 | wie 16. A1 | wie 16. A1 | wie 16. A1 | b) Zwischenraum oder Tragluftauslass ohne Zündquellen in betroffenen Ex-Zonen: Erfassung Zündfähigkeit, Alarm hoch | Alarm für Gegenmaßnahmen | AIRAH (CH ₄) | wie 16. A1 | wie 16. A1 | wie 16. A1 | wie 16. A1 |
| 17. A1 | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter (mit Tragluft) | Verlust der Statik des Daches | Erfassung Drehzahl Tragluftgebläse oder Durchfluss Tragluftzuführung Schaltung und Alarm tief | a) zweites Gebläse ein | SSARL oder FSARL | ja | nein | | [1] lfd. Nr. 15/ BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 (jeweils SSARL) |
| 17. A2 | wie 17. A1 | wie 17. A1 | wie 17. A1 | wie 17. A1 | b) Zu- und Ableitung Tragluft zu | wie 17. A1 | wie 17. A1 | wie 17. A1 | wie 17. A1 | wie 17. A1 |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|----------------------------|---|---|--|---------|-----------|--------------|------------------------|--|
| 18. | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter (mit Tragluft) | Verlust der Statik des Daches | Druckerfassung im Traglufttraum Schaltung und Alarm tief | zweites Gebläse ein und / oder Drosselung der Gasentnahme | PSARL | ja | nein | | [3] 3.5.5 (2) / BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 |
| 19. | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter (mit Tragluft) | Verlust der Statik des Daches | Erfassung elektrische Spannung bei den Tragluftgebläsen Schaltung und Alarm tief | Umschalten auf a) Notstromgenerator, soweit innerhalb xx Minuten einsatzbereit ³ b) USV | ESARL | ja | nein | | [3] 3.5.5(4) in Vbdg. mit [2] 2.6.5.3 / BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 |
| 20. A1 | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter mit Tragluft | Versagen des Klemmschlauches / Gasfreisetzung | a) Druckerfassung im Klemmschlauch + Rückschlagventil in Zuleitung(en), ausreichend dimensionierter Druckluftvorrat Alarm tief | Alarm für Gegenmaßnahmen | PIARL | ja | nein | | [1] lfd. Nr. 16 [3] 3.5.3(3) in Vbdg. mit [2] 2.6.5.3/ BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 (jeweils PIARL sowie EARL und PIRALL) |

³: Aussagekräftiges Notstromkonzept mit Ermittlung der notwendigen Reaktionszeit.

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|--------------------------|---|--|--|-----------------------------|------------|--------------|------------------------|--|
| 20. A2 | wie 20. A1 | wie 20. A1 | wie 20. A1 | b) Druckerfassung im Klemmschlauch + zweiter Kompressor Schaltung und Alarm tief | Gewährleistung des Mindestdrucks im Klemmschlauch | PISARL | wie 20. A1 | wie 20. A1 | wie 20. A1 | wie 20. A1 |
| 21. | 3.3, 3.4, 3.5 | Gärbehälter mit Tragluft | Versagen des Klemmschlauches / Gasfreisetzung | Zu a) + b) Redundanz: Erfassung elektrische Spannung bei Kompressor zur Druckluftversorgung, Alarm tief Erfassung Druck im Druckvorlagebehälter, Alarm tief (unterhalb der Steuergröße) | Alarm für Gegenmaßnahmen (zeitnahe Notstromversorgung) | EARL und PIRALL | ja | nein | | Siehe oben |
| 22. A1 | 4 | Gassystem | Eindringen von Luft (Sauerstoff) in das Gassystem über Undrucksicherung oder bei Unterdruck vor den Gebläsen über Undichtigkeiten | a) Erfassung Sauerstoffkonzentration in der Biogasleitung (nach dem Gebläse) Schaltung und Alarm hoch | Auslösung (partielles) „Not-Aus“ bei Grenzwertüberschreitung | AIR(SZ)AH (O ₂) | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 18 [2] 2.4. (8) / BIOGAS-3-A-21, -22, -31, 41, -42 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31, -41, -42 → -23 (jeweils beide Messgrößen) |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|--|--|---|--|------------------------------|------------|--------------|---|---|
| 22. A2 | wie 22. A1 | wie 22. A1 | wie 22. A1 | b) Erfassung Druck in der Biogasleitung vor dem Gebläse zur Verhinderung Ansprechen Unterdrucksicherung Schaltung und Alarm tief | wie 22. A1 | PIRZAL | wie 22. A1 | wie 22. A1 | wie 22. A1 | wie 22. A1 |
| 23. A1 | 5.1, 5.2 | Separater Gasspeicher (Doppelwandiges Membransystem) | Leckage der Gasmembran, Bildung von g. e. A. im Zwischenraum zweischaliger Systeme | a) Zwischenraum oder Tragluftauslass: Erfassung Zündfähigkeit Schaltung und Alarm hoch | Stilllegung von Zündquellen im Zwischenraum und Ex-Zonen-Bereich des Tragluftauslasses | AIR(SZ)AH (CH ₄) | ja | ja | Dezentrales oder zentrales Messgerät, (mindestens) tägliches Ablesen und Dokumentieren, wöchentliche Auswertung | [1] Ifd. Nr. 19 [2] 2.6.3 (5) [3] 3.5.1 (8) [2] 2.3(3,4), 3.5.5 (8)/ BIOGAS-3-A-41 → 23 BIOGAS-3-B-41 → 23 (jeweils als AIR(SZ)AH (CH ₄)) |
| 23. A2 | wie 23. A1 | wie 23. A1 | wie 23. A1 | b) Zwischenraum oder Tragluftauslass ohne Zündquellen in betroffenen Ex-Zonen: Erfassung Zündfähigkeit, Alarm hoch | Alarm für Gegenmaßnahmen | AIRAH (C _H 4) | wie 23. A1 | wie 23. A1 | wie 23. A1 | wie 23. A1 |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|--|-------------------------------|--|---|------------------|------------|--------------|------------------------|---|
| 24. A1 | 5.1, 5.2 | Separater Gasspeicher (Doppelwandiges Membransystem) | Verlust der Statik des Daches | Erfassung Drehzahl Tragluftgebläse oder Durchfluss Tragluftzuführung Schaltung und Alarm tief | a) zweites Gebläse ein | SSARL oder FSARL | ja | nein | | [1] Ifd. Nr. 20 / BIOGAS-3-A-41 → 23 BIOGAS-3-B-41 → 23 (jeweils SSARL) |
| 24. A2 | wie 24. A1 | wie 24. A1 | wie 24. A1 | wie 24. A1 | b) Zu- und Ableitung Tragluft zu | wie 24. A1 | wie 24. A1 | wie 24. A1 | wie 24. A1 | wie 24. A1 |
| 25. | 5.1, 5.2 | Separater Gasspeicher (Doppelwandiges Membransystem) | Verlust der Statik des Daches | Druckerfassung im Traglufttraum Schaltung und Alarm tief | zweites Gebläse ein und / oder-Drosselung der Gasentnahme | PSARL | ja | nein | | [3] 3.5.5 (2)/ BIOGAS-3-A-41 → 23 BIOGAS-3-B-41 → 23 |
| 26. | 5.1, 5.2 | Separater Gasspeicher (Doppelwandiges Membransystem) | Verlust der Statik des Daches | Erfassung elektrische Spannung bei den Tragluftgebläsen Schaltung und Alarm tief | Umschalten auf Notstromgenerator, soweit innerhalb xx Minuten Einsatzbereit ⁴ Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) | ESARL | ja | nein | | [3] 3.5.5 (4) in Vbdg. mit [2] 2.6.5.3/ BIOGAS-3-A-41 → 23 BIOGAS-3-B-41 → 23 |

⁴: Aussagekräftiges Notstromkonzept mit Ermittlung der notwendigen Reaktionszeit.

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|---|---|--|--|--|-----------|--------------|---|---|
| 27. | 6 | Aktivkohleadsorber (Entschwefelung) | Brandgefahr mit Freisetzung von Schwefeldioxid | Erfassung einer Entzündung z.B. durch Erfassung von Kohlenstoffmonoxid nach Aktivkohleadsorber Schaltung und Alarm hoch | Gasstrom Umschalten auf anderen Adsorber oder auf Fackel Alarm für Gegenmaßnahmen | AR(SZ)AH Jeweils (CO) oder (SO ₂) | ja | ja | | [1] Ifd. Nr. 21 [3] 3.7 (2)/ BIOGAS-3-A-42 BIOGAS-3-B-42 (jeweils angegeben für CO) |
| 28. | 7.1, 7.2 | Separate Entschwefelung mit Aufwuchsmasse oder Eisenmasse | Über Bedarf liegender Außenlufteintrag ins Gas-system | Erfassung Sauerstoffkonzentration in der Biogasleitung (nach dem Gebläse) Schaltung und Alarm hoch | Begrenzung der Luft- / Sauerstoffzugabe Armatur zu, Kompressor aus | AIR(SZ)AH (O ₂) | ja | ja | | [1] Ifd. Nr. 22/ BIOGAS-3-A-41 BIOGAS-3-A-42 BIOGAS-3-B-41 BIOGAS-3-B-42 |
| 29. | 8.2, 9 | Maschinenraum | Biogasaustritt in den Maschinenraum | Erfassung Methankonzentration in der Raumluft Schaltung und Alarm hoch mit Voralarm | 20%: untere Explosionsgrenze (UEG) => technische Lüftung volle Leistung | AIRSAH (CH ₄) | ja | nein | | [1] Ifd. Nr. 23 [3] 3.6 (1-3 und 6)/ BIOGAS-3-A-42 BIOGAS-3-B-42 |
| 30. | 8.2, 9 | Maschinenraum | Biogasaustritt in den Maschinenraum | Erfassung Methankonzentration in der Raumluft Schaltung und Alarm hoch mit Voralarm | 40% UEG Not-Aus; (fernbetätigbare Sicherheitsabsperarmatur am Gaseingang und für Zündöl) | AIR(SZ)AHH (CH ₄) | ja | ja | Schluss Zuleitungen: fail-safe-Ausführung | [1] Ifd. Nr. 23 [3] 3.6 (1-3 und 6) / BIOGAS-3-A-42 BIOGAS-3-B-42 |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|---|--|---|--|----------------------|-----------|--------------|--|--|
| 31. | 8.2 | Maschinenraum | Brand | automatische Brandmelder | Brandmeldung, Lüftung aus und zu, Schluss der Zuleitungen zum Raum | XSARH | ja | nein | VdS Zulassung, Alarm an verantwortliche Person | [1] lfd. Nr. 25 [2] 2.2.1 (7, 8) [3] 3.6 (2, 5)/ BIOGAS-3-A-42 BIOGAS-3-B-42 |
| 32. | 10.1 | Elektro-raum | Brand | automatische Brandmelder | Brandmeldung, Lüftung aus und zu | XSARH | ja | nein | VdS Zulassung, Alarm an verantwortliche Person | [1] lfd. Nr. 26 [2] 2.2.1 (7) [3] 3.11 (4)/ BIOGAS-3-A-42 BIOGAS-3-B-42 |
| 33. | 12 | Kondensatabscheider | Biogasfreisetzung (tief) bzw. was-sergefährdende Stoffe (hoch) | Erfassung Füllstand Flüssigkeitsschloss Schaltung und Alarm hoch / tief | Kondensatentnahme aus / ein (Kondensatpumpe) | LSARHH und L(SZ)ARLL | ja | Ja | regelmäßig auf Verschmutzung kontrollieren | [1] lfd. Nr. 27 [4] 4.8.12/ BIOGAS-3-A-41 BIOGAS-3-A-42 BIOGAS-3-B-41 BIOGAS-3-B-42 |
| 34. | 11.1 | Gebläse für Biogas zur Notfackel (zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung) | Stromausfall: Ansprechen der Überdrucksicherung, | Erfassung elektrische Spannung | Alarm für Gegenmaßnahmen: Notstromversorgung Soweit mit Luftgebläse betrieben: Luftgebläse notstromversorgt. | ESZARL | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 28 [3] 3.8 (2.6)/ BIOGAS-3-A-41 BIOGAS-3-B-41 |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|---|---|--|--------------------------|----------------|-----------|--------------|---|--|
| 35. | 11.1 | Gebläse für Biogas vor Notfackel (zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung) | Störung: Ansprechen der Überdrucksicherung, Biogasfreisetzung | Erfassung Drehzahl oder Förderleistung Alarm tief Alternativ: Gebläselaufüberwachung (nicht des Motors) | | SARL oder FARL | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 29 [3] 3.8 (2.10) / BIOGAS-3-A-41 BIOGAS-3-B-41 (jeweils SSARL) |
| 36. | 11.2 | Notfackel (zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung) | Ausfall: Ansprechen der Überdrucksicherung, Biogasfreisetzung | Erfassung des Biogasdrucks vor der Fackel (Gasmangelsicherung)Schaltung und Alarm hoch / tief | Alarm für Gegenmaßnahmen | PIARH / PIARL | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 30 / BIOGAS-3-A-41 BIOGAS-3-B-41 |
| 37. | 11.2 | Notfackel (zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung) | Ausfall: Ansprechen der Überdrucksicherung, Biogasfreisetzung | Flammenüberwachung Alarm tief | Alarm für Gegenmaßnahmen | BRAL | ja | ja | Brennersteuerung bzw. Verbrennungsautomat gemäß Technischen Regeln (z. B. DVGW) | [1] lfd. Nr. 31 [3] 3.8. (2.7)/ BIOGAS-3-A-41 BIOGAS-3-B-41 |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|---|---|--|--|------------------------------|-----------|--------------|--|--|
| 38. | 11.2 10 | Notfackel (zusätzliche Gasverbrauchs-einrichtung) | Betrieb: Erkennung unzulässiger Betriebszustände | Erfassung Betriebszeit (Datum, Zeit, Beginn, Ende) | Kontrolle und Dokumentation des Betriebs der Notfackel | KIR | nein | nein | | [1] lfd. Nr. 32 [3] 3.8 (2.10) / BIOGAS-3-A-41 BIOGAS-3-B-41 |
| 39. | 13 | Pumpenraum | Freisetzung von biogasbildendem Substrat in geschlossenen Raum | Erfassung Füllstand, pumpfähig im Auffangraum Schaltung und Alarm hoch | Pumpe(n) aus, Armaturen schließen | LSARH | ja | nein | Raum mit natürlicher oder technischer Lüftung / regelmäßig auf Verschmutzung kontrollieren | [1] lfd. Nr. 33 / BIOGAS-3-A-32 BIOGAS-3-B-32 |
| 40. | 13 | Pumpenraum | Gasfreisetzung aus über Leckagen ausgetretenem biogasbildendem Substrat | Erfassung Zündfähigkeit (Methan-konzentration) Schaltung und Alarm hoch | Pumpe(n) aus, Armaturen schließen | AI(SZ)ARH (CH ₄) | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 34 / BIOGAS-3-A-21 BIOGAS-3-B-32 |
| 41. | 13 | Pumpenraum | Vermeidung einer Aufkonzentrierung bei Substrataustritt | Erfassung des Betriebs der technischen Lüftung | Alarm für Gegenmaßnahmen | SARL / oder FARL | nein | nein | | [4] 4.8.19 in Vbdg. mit TRBS 2152 Teil 2 / BIOGAS-3-A-21 BIOGAS-3-B-32 (jeweils beide Messgrößen) |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|--|---|---|--------------------------------------|---------|-----------|--------------|--|---|
| 42. | 13 | Pumpenraum | Brandgefahr | automatische Brandmelder | Brandmeldung | XAH | nein | nein | | /BIOGAS-3-A-32 BIOGAS-3-B-32 |
| 43. | 14.1 bis 14.3 | Gärrestlager ohne Gasraum | Überfüllung, Freisetzung von wassergefährdenden Stoffen | Überfüllsicherung pumpfähiges Füllgut Schaltung hoch | Abschalten Aufgaben fest und flüssig | LISAH | ja | nein | Verschmutzungsunempfindlich | [1] lfd. Nr. 35 / BIOGAS-3-A-32 BIOGAS-3-B-32 |
| 44. | 15.2 | Gärrestabfüllung, flüssig | Freisetzung von Substrat | | Pumpe(n) aus, Armaturen schließen | | ja | nein | Nutzung einer Totmanneinrichtung | erprobtes Verfahren, Abweichung von [1] lfd. Nr. 36 |
| 45. | 17.4 | Gärrestetrocknung | Brandgefahr | Temperaturbegrenzung | Abregeln der Wärmezufuhr | TSAH | ja | nein | Vorgeschlagener Grenzwert 70°C | [1] lfd. Nr. 37 [3] 3.9(3) / BIOGAS-3-A-31 BIOGAS-3-B-31 |
| 46. | 17.4 | Gärrestetrocknung | Brandgefahr | automatische Brandmelder | Brandmeldung | XARH | ja | ja | Brandmelder für staubende Umgebung geeignet, VdS Zulassung | [1] lfd. Nr. 38 [3] 3.9(1) / BIOGAS-3-A-31 BIOGAS-3-B-31 |
| 47. | 18.1 | Lagerung von aerobisiertem und nicht getrocknetem festem Gärrest | Brandgefahr | automatische Brandmelder | Brandmeldung | XARH | ja | ja | VdS Zulassung | [1] lfd. Nr. 39 / BIOGAS-3-A-31 BIOGAS-3-B-31 |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagen-teil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (\leq S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|--------------------------------|-------------|--------------------------|--------------|---------|-----------------|--------------|------------------------|---|
| 48. | 18.2 | Lagerung getrockneter Gärreste | Brandgefahr | automatische Brandmelder | Brandmeldung | XARH | ja | ja | VdS Zulassung | [1] lfd. Nr. 39 / BIOGAS-3-A-31 BIOGAS-3-B-31 |

Begründung für eine Einteilung als MSR- / PLT-Schutzeinrichtung (Z):

Lfd. Nr. 5: Gärbehälter, Überfüllsicherung pumpfähiges Füllgut und Grenzstanderfassung Schaum mittels Füllstanderfassung:

Falls die Überwachung der Nr. 4, z. B. wegen Verschmutzung, ausgefallen ist, kann es infolge einer Überfüllung zur Verstopfung der Gasentnahme und der Überdrucksicherung kommen. Tritt dies bei vollem Gasspeicher auf, führt dies im ungünstigsten Fall in kurzer Zeit zu einem Druck, welcher die Schwächung des Gasspeichers mit anschließender massiver Biogasfreisetzung und damit einen Störfall verursacht. Entsprechend sind in der TRAS 120 3.3 (1) und 3.3 (2) sowohl für die Überfüllsicherung für pumpfähiges Füllgut als auch für die Grenzstanderfassung für Schaum eine Schutzeinrichtung gemäß VDI / VDE 2180 gefordert.

Lfd. Nr. 6: Gärbehälter, Unterfüllsicherung pumpfähiges Füllgut mittels Füllstanderfassung:

Bei einer Unterfüllung kann die Funktion der hydraulischen Sicherung bei im Normalbetrieb untergetauchten Befüllleinrichtungen verloren gehen. Dadurch kann Biogas in Bereiche freigesetzt werden, in denen sich Zündquellen befinden. Folge kann ein Störfall durch Explosion sein. Ob die Anforderungen an eine MSR- / PLT-Schutzeinrichtung einzuhalten sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung. Allerdings ist in der TRAS 120 unter Nr. 3.3 (1) für die Unterfüllsicherung für pumpfähiges Füllgut eine Schutzeinrichtung gemäß VDI / VDE 2180 gefordert.

Lfd. Nr. 7 und 8: Überfüllsicherung für den Gasspeicher mittels Füllstanderfassung oder Druckerfassung:

Bei einer Überfüllung des Gasspeichers spricht die Überdrucksicherung an. Unter ungünstigen Umständen kann es zu einer größeren Gaswolke mit einer Mischung des Biogases mit Außenluft innerhalb der Explosionsgrenzen für Biogas und zu einer Zündung dieses Gasgemisches kommen. Folge kann ein Störfall durch Explosion sein. Für die Überfüllsicherung ist in der TRAS 120 eine Schutzeinrichtung gemäß VDI / VDE 2180 gefordert. Sofern nachgewiesen wird (z. B. per Ausbreitungsrechnung mit etablierten Modellen), dass die Ableitung des Biogases in einen Bereich ohne ständige bzw. normalbetriebliche Zündquellen erfolgt, so kann auf eine Einstufung als Schutzeinrichtung verzichtet werden.

Lfd. Nr. 9 und 10: Unterfüllsicherung für den Gasspeicher mittels Füllstanderkennung oder Druckerfassung:

Bei einer Unterfüllung des Gasspeichers spricht die Unterdrucksicherung an. Unter ungünstigen Umständen kann es zu einem massiven Außenlufteintritt und mit diesem zu einer Vermischung dieser Außenluft mit dem weiterhin gebildeten Biogas mit Bildung eines Mischungsverhältnisses innerhalb der Explosionsgrenzen für Biogas kommen. Dies kann im Freibord des Gärbehälters zu einer großen zusammenhängenden Gaswolke und bei weiterer Absaugung zu einer Verteilung dieser Mischung in das Gasabsaugsystem führen. Bei einer Zündung dieses Gasgemisches kann ein Störfall durch Explosion auftreten. Für die Unterfüllsicherung ist daher in der TRAS 120 eine Schutzeinrichtung gemäß VDI / VDE 2180 gefordert. Sofern die installierte Ausrüstung (mit potenziellen geräteeigenen Zündquellen) im Gasspeicher und im nachgeschalteten Gasabsaugsystem explosionsgeschützt ausgeführt ist (im Sinne der EU-Richtlinie zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (2014 / 34 / EU) Gerätekategorie 3G oder besser), so kann auf eine Einstufung als Schutzeinrichtung verzichtet werden.

Lfd. Nrn. 11, 12 und 13: Registrieren des Ansprechens der Überdrucksicherung und des Ansprechens der Unterdrucksicherung sowie Füllstandüberwachung des Wasserschlosses der Überdrucksicherung und der Unterdrucksicherung:

Eine Gefährdung bei Ansprechen der Überdrucksicherung ist bei lfd. Nr. 7 dargestellt und eine Gefährdung bei Ansprechen der Unterdrucksicherung ist bei lfd. Nr. 8 dargestellt. Ob die Anforderungen an eine MSR- / PLT-Schutzeinrichtung einzuhalten sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung.

Lfd. Nrn. 15 und 28: Erfassung der Sauerstoffkonzentration nach der internen oder externen Entschwefelung sowie nach dem Gebläse:

Sollte die Luftzudosierung für die Entschwefelung nicht richtig auf die aktuell gebildete Biogasmenge nachgesteuert oder nachgeregelt sein, kann unter ungünstigen Umständen ein Luft- zu Biogasgemisch mit Konzentrationen innerhalb der Explosionsgrenzen für Biogas entstehen. Dieses Gemisch kann bei weiterer Absaugung zu einer Verteilung dieser Mischung in das Gasabsaugsystem führen. Bei einer Zündung dieses Gasgemisches kann ein Störfall durch Explosion auftreten. Ob die Anforderungen an eine MSR- / PLT-Schutzeinrichtung einzuhalten sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung.

Lfd. Nrn. 16 und 23: Erfassung der Methankonzentration in der Abluft aus dem Zwischenraum zwischen Gasmembran und äußerer Schale eines zweischaligen Systems:

Im Fall, dass methanangereicherte Abluft aus dem Zwischenraum zwischen Gasmembran und äußerer Schale eines zweischaligen Systems in Bereiche mit Zündquellen gelangen kann, ist bei Überschreitung der unteren Explosionsgrenze unter ungünstigen Umständen ein Durchzünden bis in den Zwischenraum und eine Beschädigung der Gasspeichermembran mit anschließender weiterer Biogasfreisetzung möglich. Dies kann das Ausmaß eines Störfalles haben. Ob die Anforderungen an eine MSR- / PLT-Schutzeinrichtung einzuhalten sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung.

Lfd. Nr. 27: Erfassung der Kohlenmonoxid-Konzentration im Gasstrom nach den Aktivkohleabsorbern als Leitgröße für das Erkennen einer Entzündung bzw. eines Brandes der Aktivkohle:

Bei zu hoher Sauerstoffkonzentration im Biogas, zu hoher Beladung der Aktivkohle mit Schwefel und / oder lokal ungenügender Durchströmung, d. h. mangelnder Abfuhr der Reaktionswärme, kann es zu einer Selbstentzündung der Aktivkohle und im ungünstigsten Fall zu einer anschließenden Freisetzung von Schwefeldioxid (akut toxisch) kommen. Ob die Anforderungen an eine MSR- / PLT-Schutzeinrichtung einzuhalten sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung und hängt insbesondere davon ab, wie viele Personen von der akut toxischen Atmosphäre betroffen sein können.

Lfd. Nr. 30: Raumlufterfassung Maschinenraum für explosionsfähige Atmosphäre bezogen auf Biogas mit Hauptalarm bei 40 % der UEG:

Ohne rechtzeitigen Stopp der Gaszuführung (und ggf. Zündölauführung) und rechtzeitige Abschaltung der Zündquellen im Maschinenraum, kann es zu einer Aufkonzentrierung von ausgetretenem Biogas in der Raumluft bis über die untere Explosionsgrenze kommen und dieses Gemisch zünden. Die Explosion kann das Ausmaß eines Störfalles haben. Ob die Anforderungen an eine MSR / PLT-Schutzeinrichtung einzuhalten sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung.

Lfd. Nr. 33: Unterfüllsicherung im Kondensatabscheider:

Bei einer Unterfüllung des Kondensatabscheiders kann konstant Biogas über diesen austreten. Befindet sich der Kondensatabscheider in einem größeren Raum oder Schacht, kann sich hierdurch eine größere zusammenhängende Gaswolke innerhalb des Explosionsbereiches bilden. Unter ungünstigen Umständen kann im Fall deren Zündung ein Störfall auftreten. Ob die Anforderungen an eine MSR- / PLT-Schutzeinrichtung einzuhalten sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung.

Lfd. Nrn. 34 bis 37: Alarmierung für Gegenmaßnahmen, falls ein angeforderter Fackelbetrieb nicht erfolgt. Als Messtechnik eingesetzt werden hierzu Messungen zur Registrierung eines Stromausfalls und Messungen zur Registrierung des Gebläsebetriebs für das Biogasgebläse vor der Notfackel sowie Messungen zur Registrierung des Biogasdrucks vor der Notfackel und zudem eine Flammenüberwachung bei der Notfackel⁵.

Bei nicht erkanntem Ausfall der Gasabsaugung zur Notfackel kann das nachgebildete Biogas zu einer Überfüllung des Gasspeichers mit Ansprechen der Überdrucksicherung führen. Gefährdung bei Ansprechen der Überdrucksicherung ist bei lfd. Nr. 7 dargestellt. Ob die Anforderungen an eine MSR- / PLT-Schutzeinrichtung einzuhalten sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung.

Lfd. Nr. 45: Raumlufterfassung Pumpenraum für explosionsfähige Atmosphäre bezogen auf Biogas:

⁵: Weitere Anforderungen der DVGW an die Fackel sind nicht betrachtet.

Tritt über längere Zeit unbemerkt biogasbildendes Substrat in den Pumpenraum aus, kann sich bei einem größeren Raum oder Schacht, durch Biogasbildung in dem ausgetretenen Substrat eine größere zusammenhängende Gaswolke innerhalb des Explosionsbereiches bilden. Unter ungünstigen Umständen kann im Fall von deren Zündung ein Störfall auftreten. Ob die Anforderungen an eine MSR- / PLT-Schutzeinrichtung einzuhalten sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung.

Lfd. Nrn. 46, 47 und 48: Brandmelder beim Trockner, Brandmelder beim Lager für getrockneten Gärrest und Brandgefahr beim Lager für aerobisierten und nicht getrockneten festen Gärrest:

In den betrachteten Bereichen sind Brandlasten in großer Menge vorhanden, so dass sich ein Brand schnell ausbreiten kann. Mit einer Selbstentzündung ist generell zu rechnen. Unter ungünstigen Umständen breitet sich der Brand rasch in Richtung gasführender Anlagen aus. Zudem ist sowohl beim Trockner als auch beim Lager für getrocknete Gärreste latent die Gefahr der Bildung einer explosionsfähigen Staubwolke gegeben. Bedingungen zur Auslösung eines Störfalles sind somit vorhanden. Ob die Anforderungen an eine MSR- / PLT-Schutzeinrichtung einzuhalten sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung.

2.2.4 Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120 mit kontinuierlichem Betrieb

Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120 (Typ B) sollen außer mit den in der Tabelle 2 angegebenen MSR- / PLT-Einrichtungen zusätzlich mit den in der Tabelle 3 angegebenen MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit ausgerüstet werden.

Für jede MSR- / PLT-Einrichtung, bei der die Schaltung einer MSR- / PLT-Schutzeinrichtung (Z) als einzige Möglichkeit oder als Ergebnis einer Gefahrenanalyse oder Gefährdungsbeurteilung angegeben ist, findet sich im Anschluss an die Tabelle die Begründung hierfür.

Tabelle 3: Bei Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120 zusätzlich erforderliche MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagenteil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S 1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|--|---|--|---|--|---|------------|--------------|------------------------|--|
| 49. | 2.2 | Vorlagen fest | Aufkonzentrierung freigesetzter Gase bis über gesundheitsgefährdende Konzentrationen aus Ausgasung | Erfassung der Konzentration der genannten Biogasinhaltsstoffe Schaltung und Alarm hoch | Lüftung maximal Alarm für Gegenmaßnahmen: Befüllung ist umgehend zu beenden | AIR(SZ)AH (H ₂ S) ggf. zusätzlich für (NH ₃) und / oder (CO ₂) | ja | ja | Überwachte Lüftung | [1] lfd. Nr. 40 [2] 2.7 (10) [4] 4.8.1.3.1 / BIOGAS-3-B-10 (angegeben für H ₂ S) |
| 50 | 2.2 | Vorlagen fest | Biogasfreisetzung bis zum Erreichen von g. e. A. | Erfassung Zündfähigkeit Alarm hoch | Lüftung maximal, Alarm für Gegenmaßnahmen | A(SZ)ARH (CH ₄) | ja | ja | Überwachte Lüftung | [1] lfd. Nr. 40 [2] 2.7 (10) [4] 4.8.1.3.1 / BIOGAS-3-B-10 |
| 51. | 2.3 mit 2.1.1 (und 2.2, dort ohnehin erforderlich) | Annahmehalle sowie alle dort vorhandene Annahmebehälter | Aufkonzentrierung freigesetzter Gase bis über gesundheitsgefährdende Konzentrationen aus Ausgasung | Erfassung der Konzentration der genannten Biogasinhaltsstoffe in jedem Annahmebehälter und im Gebäude Schaltung und Alarm hoch | Lüftung maximal Alarm für Gegenmaßnahmen: Befüllung ist umgehend zu beenden | AIR(SZ)AH (H ₂ S) ggf. zusätzlich für (NH ₃) und / oder (CO ₂) | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 41 [2] 2.7 (10) / BIOGAS-3-B-10 (angegeben für H ₂ S) |
| 52. | 2.3 | Annahmehalle | Brandgefahr | automatische Brandmelder | Brandmeldung | XAH | ja | nein | | Lehre aus aktuellem Schadensfall/ BIOGAS-3-B-10 |

| Lfd. Nr. | Anlagen-teil-Nr. | Anlagenteil | Gefahren | MSR- / PLT-Einrichtung | Funktion | Zeichen | Sb (≤ S1) | Se (S2 - S4) | Ausführung / Kontrolle | Quelle / Plan-Nr. |
|----------|------------------|----------------|--|--|--|------------------------------|-----------|--------------|------------------------|---|
| 53. | 2.1 bis 2.3 | Annahme | Aufkonzentrierung freigesetzter Gase bis über gesundheitsgefährdende Konzentrationen aus Ausgasung bzw. Biogasfreisetzung bis zum Erreichen von g. e. A. | Erfassung des Betriebs der technischen Lüftung (Strömungsüberwachung oder Drehzahlüberwachung ⁶) Schaltung und Alarm tief | Stopp der Befüllung Alarm für Gegenmaßnahmen: Stopp der Entladung / Befüllung | S(SZ)ARL oder F(SZ)ARL | ja | ja | | [1] lfd. Nr. 42 [2] 2.7 (8) / BIOGAS-3-B-10 (beide Messgrößen) |
| 54. | 3.2 und 17.3 | Hygienisierung | Austrag von keimbelastetem Gärrest | Erfassung der Temperatur innerhalb der Behälter der Hygienisierung Alarm tief | Alarm für Gegenmaßnahmen: | TIRAL | ja | nein | | [1] lfd. Nr. 43 [3] 3.2.2 / BIOGAS-3-B-22 |

Begründung für eine Einteilung als PLT-Schutzeinrichtung (Z):

Lfd. Nr. 49, 50, 51 und 53: Überwachung der Vorlagen für Feststoffe sowie einzeln der Annahmehalle und aller dort vorhandener Annahmebehälter auf Schwefelwasserstoff sowie Überwachung des Betriebs der technischen Lüftung bzw. des Absaugvolumenstromes bei Schwefelwasserstoffquellen:

Schwefelwasserstoff und gegebenenfalls andere Gase werden als Leitparameter für das Ausgasen toxischer Gase gemessen. Gesundheitsgefährdende Konzentrationen von toxischen Gasen, wie Schwefelwasserstoff und Ammoniak sowie Kohlenstoffdioxid können bei der Annahme von Gärsubstraten austreten oder bei einer Vermischung von Einsatzstoffen untereinander oder mit Substrat entstehen. Bei größeren Annahmebereichen können viele Personen von der Gesundheitsgefährdung betroffen sein. Ob die Anforderungen an eine PLT-Schutzeinrichtung einzuhalten sind, ergibt sich aus der anlagenspezifischen Gefahrenanalyse und Gefährdungsbeurteilung.

⁶: Nach TRBS 2152 Teil 2 / TRGS 722 ist im Fall der Überwachung einer Ex-Gefahr (hier nur für 2.2 und nicht für 2.1 und 2.3 gegeben) ein Strömungswächter erforderlich und eine Überwachung der Ventilatorumdrehzahl allein nicht ausreichend.

2.3 Muster-Verfahrensfließschemata und Muster R- und I-Fließschemata

Die Muster-Verfahrensfließschemata und die Muster-R- und I-Fließschemata sind in der Anlage dargestellt. Die Dateien für die Fließschemata stehen im dwg-Format AutoCAD 2013 zur Verwendung und weiteren Bearbeitung für eine anlagenspezifische Ergänzung zur Verfügung.

In den Fließschemata werden Anlagenteile abgebildet, wie sie in der Praxis vorkommen und daher mit MSR- / PLT-Einrichtungen ausgerüstet sein sollten. Das Vorkommen in der Praxis bedeutet nicht immer, dass die abgebildeten Anlagenteile den aktuellen Vorgaben der BImSchG, StörfallV oder anderen öffentlich rechtlichen Vorschriften entsprechen. Dies ist bei Neuanlagen, bei wesentlichen Änderungen an Anlagen bzw. einer Anpassung an den Stand der Technik / Stand der Sicherheitstechnik zu berücksichtigen.

Folgende Hinweise zu den R- und I-Fließschemata:

- ▶ Sind in der Tabelle 2 alternative Möglichkeiten zur Überwachung genannt, ist zwecks Übersichtlichkeit nur eine der möglichen Alternativen, und zwar die in der Tabelle erstgenannte Alternative, in den R- und I-Fließschemata dargestellt.
- ▶ Die thermische Hygienisierung vor den Fermentern ist in den R- und I-Fließschemata nicht dargestellt. Dafür ist die wesentlich häufiger anzutreffende Gärrest-Hygienisierung dargestellt. Auf die Darstellung der Hygienisierung vor den Fermentern wurde verzichtet, da für diese die gleichen Anforderungen wie bei der Gärrest-Hygienisierung gelten.
- ▶ Die Fließschemata sind wie folgt nummeriert (A jeweils für Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein entsprechend Typ A und B jeweils für Biogasanlagen nach TRAS 120 für besondere Einsatzstoffe entsprechend Typ B):
 - BIOGAS-3-A-10 oder BIOGAS-3-B-10:
Gärsubstratannahme
 - BIOGAS-3-A-21, BIOGAS-3-A-22, BIOGAS-3-A-23 oder BIOGAS-3-B-21, BIOGAS-3-B-22, BIOGAS-3-A-23:
Hydrolyse / Fermenter / Nachgärer / Hygienisierung
 - BIOGAS-3-A-31, BIOGAS-3-A-32 oder BIOGAS-3-B-31, BIOGAS-3-B-32:
Gärrestnachbehandlung und Gärrestlagerung
 - BIOGAS-3-A-41, BIOGAS-3-A-42 oder BIOGAS-3-B-41, BIOGAS-3-B-42:
Biogasspeicherung, -behandlung und -verwertung
 - BIOGAS-3-B-50:
Ablufferfassung und -behandlung sowie übergeordnete Anlagenteile

3 Haftungsausschlusses

Die vorliegende Studie wurde vom beauftragten Unternehmen sowie den Verfassern (u. a. Sachverständiger nach § 29a / b BImSchG) für das Umweltbundesamt mit größter Sorgfalt erarbeitet und mit Vertretern des Umweltbundesamtes und des Arbeitskreises Biogasanlagen der Kommission für Anlagensicherheit besprochen. Sie bietet damit Mustervorschläge für eine mögliche Anwendung bei der Planung oder Auslegung von Biogas- / Anaerobanlagen.

Dies entbindet mögliche Anwender jedoch nicht von der sorgfältigen eigenverantwortlichen Prüfung auf Vollständigkeit und Richtigkeit. Der Anwender kann dabei auch zu anderen Lösungen kommen. Vor einer Übernahme von Inhalten dieser Studie muss daher im eigenen Interesse genau überlegt werden, ob und in welchen Teilen zur Anpassung an die jeweilige Anlage Ergänzungen und gegebenenfalls Modifikationen gewählt werden, um der konkreten Situation gerecht zu werden.

Das beauftragte Büro und die Verfasser übernehmen somit keinerlei Haftung für mögliche Schäden bei der Anwendung der Studie. Auch die Haftung für leichte Fahrlässigkeit ist grundsätzlich ausgeschlossen.

Vorsorglich wird darauf hingewiesen, dass bei der Nutzung der Muster-Fließschemata auch eine anlagenspezifische Anpassung und Ergänzung um die betrieblich erforderlichen Anlagenteile (z. B. Rührwerke in Vorlagen) und um die betrieblich erforderliche MSR- / PLT-Einrichtungen unerlässlich ist.

4 Quellenverzeichnis

DGVU (2019) DGVU 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“, Stand Mai 2019

DIN (1984) ISO 3511 „Messen, Steuern und Regeln in der Verfahrenstechnik; Zeichen für die funktionelle Darstellung“

DIN (1991): DIN 19227-2 „Leittechnik; Grafische Symbole und Kennbuchstaben für die Prozessleittechnik“

DIN (2013) DIN EN ISO 10 628-2 „Schemata für die chemische und petrochemische Industrie - Teil 2: Graphische Symbole“ (2013)

DIN (2014): DIN 28000-4 „Chemischer Apparatebau - Teil 4: Grafische Symbole für Armaturen, Rohrleitungen und Stellantriebe“

DIN (2015): DIN EN ISO 10 628-1 „Schemata für die chemische und petrochemische Industrie - Teil 1: Spezifikation der Schemata“ (incl. Beiblatt 1)

DIN (2017): DIN EN 62 424 „Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik – Fließbilder und Datenaustausch zwischen EDV-Werkzeugen zur Fließbilderstellung und CAE-Systemen“

KAS (2019) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit – Bekanntmachung einer sicherheitstechnischen Regel der Kommission für Anlagensicherheit (TRAS 120 „Sicherheitstechnische Anforderungen an Biogasanlagen“) vom 20. Dezember 2018; BAnz AT 21.01.2019 B4

Störfall-Verordnung (2000): Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung - 12. BImSchV), Ausfertigungsdatum: 26.04.2000, in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. März 2017 zuletzt geändert: 8. Dezember 2017

Betriebssicherheitsverordnung (2015): Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV) vom 3. Februar 2015, zuletzt geändert: 30.4.2019

Explosionsschutzprodukteverordnung (2016): 11. ProdSV – Explosionsschutzprodukteverordnung vom 6. Januar 2016 (11. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz)

TRAS 120: Technische Regeln für Anlagensicherheit - Sicherheitstechnische Anforderungen an Biogasanlagen; Bekanntmachung einer sicherheitstechnischen Regel der Kommission für Anlagensicherheit vom 20. Dezember 2018; Veröffentlicht am Montag, 21. Januar 2019, BAnz AT 21.01.2019 B4

TRGS 529 (2015): Technische Regeln für Gefahrstoffe - Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas, Fassung vom 12.10.2017

TRGS 721 (2006): Technische Regeln für Betriebssicherheit / Gefahrstoffe Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre– Beurteilung der Explosionsgefährdung TRBS 2152 Teil 1/TRGS 721-vom 2. Juni 2006

TRGS 722 (2012): Technische Regeln für Betriebssicherheit / Gefahrstoffe Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre TRBS 2152 Teil 2 / TRGS 722. Ausgabe: März 2012

TRGS 725 (2018): Technische Regeln für Gefahrstoffe - Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen, Ausgabe: Januar 2016, zuletzt geändert am 03.04.2018

VDI / VDE 2180 Blatt 1 bis 6 (2007 bis 2013): Technische Regel des Verbandes der Deutschen Ingenieure und des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e. V. „Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT)“, Ausgabe 2007-04, 2010-05, 2010-07, 2013-06