

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-
eurbüro 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 Verfahrensfließschemata 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 Verfahrensflißschemata 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 Verfahrensflißschemata und Rohrleitungs- und Instrumenten Fließschemata (R- und I-Fließschemata) für Biogaserzeugungsanlagen

- ▶ Erstellung von Verfahrensflißschemata 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 Verfahrensflißschemata 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 Verfahrensfliessschemata 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 Verfahrensfliessschemata 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	Eintragssysteme 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	Austragseinrichtungen 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.	Gärrestelagerung			
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 Flüssigbeschickung 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, zweischaliger Gasspeicher	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] 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 Tragluftraum 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 Ansprechens 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] lfd. 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] lfd. 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	Aktivkohle-adsorber (Entschwefelung)	Brandgefahr mit Freisetzung von Schwefeldioxid	Erfassung einer Entzündung z.B. durch Erfassung von Kohlenstoffmonoxid nach Aktivkohle-adsorber 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] lfd. 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] lfd. 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] lfd. 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] lfd. 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	Al(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 (≤ 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. Zündölzuführung) und rechtzeitige Abschaltung der Zündquellen im Maschinenraum, kann es zu einer Aufkonzentrierung von ausgetretenem Biogas in der Raumlufte 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 zusammenhängen 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)	Annahme-halle 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	Annahme-halle	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:
Gärs substratannahme
 - 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:
Abluft erfassung 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

DGUV (2019) 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“, 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