

TEXTE

27/2021

Muster-Rohrleitungs- und Instrumentenfließ- schemata für Biogaserzeugungsanlagen

Endbericht mit Fortschreibung

TEXTE 27/2021

Projektnummer 140354

FB000480/1

Muster-Rohrleitungs- und Instrumentenfließschemata für Biogaserzeugungsanlagen

Endbericht mit Fortschreibung

von

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Rettenberger
Sachverständiger nach § 29b BImSchG

Projektleitung RUK:
Dipl.-Chem. Rolf Schneider,
RUK GmbH, Stuttgart

Computer-Aided-Design Schemata:
M. Sc. Mahdi Kalari
Ingenieurgruppe RUK GmbH, Stuttgart

unter Mitarbeit von

Dipl. Ing. Emil Ninov
ENOVAS Ingenieurbüro 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:

November 2020

Redaktion:

Fachgebiet III 2.3 Anlagensicherheit
Roland Fendler

Publikationen als pdf:

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

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Februar 2021

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. prozessleitetechnischen 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

Samples of process flow diagrams and piping and instrument flow diagrams (P&ID) for biogas production plants were separately prepared for plants for special feedstocks according to Technical Rules for Plant Safety (TRAS) 120 (hereinafter referred to as Type B) and the other plants subject to TRAS 120 (hereinafter referred to as Type A). The samples contain only the instrumentation and control (I&C) equipment and process control technology (PCT) equipment with relevance to safety which result from the requirements of TRAS 120 "Safety Requirements for Biogas Plants". In the case of requirements going beyond this, e.g. from regulation 113-001 of the German Social Accident Insurance (DGUV), these are listed in addition. The samples are provided to the reader in editable form and must be supplemented by other and plant specific I&C and PCT equipment in case of application.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
Zusammenfassung	11
Summary	12
1 Zielsetzung	13
1.1 Allgemein	13
1.2 Umfang	13
2 Ergebnisse	15
2.1 Liste zu berücksichtigender Anlagenteile	15
2.2 Liste der MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit	19
2.2.1 Vorgehensweise bei der Erstellung	19
2.2.1.1 Allgemeine Vorgehensweise	19
2.2.1.2 Hier relevante Angaben zur Systematik in der VDI / VDE-Richtlinie 2180 Blatt 1	20
2.2.1.3 Anwendung der VDI/VDE Richtlinie 2180	23
2.2.2 Erläuterung der Spaltenbeschriftung	23
2.2.3 Erläuterung der Zeichen	24
2.2.4 Biogasanlagen allgemein, ausgenommen diskontinuierlich betriebene Anlagen	25
2.2.5 Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120 mit kontinuierlichem Betrieb	56
2.2.6 Beispielhaftes Umsetzen der Technischen Regel Gefahrstoffe (TRGS) 725	64
2.2.6.1 Anforderungen der TRGS 725	64
2.2.6.2 Umsetzung der Vorgaben der TRGS 725 an zwei Beispielen	68
2.3 Muster-Verfahrensfließschemata und Muster R- und I-Fließschemata.....	70
3 Haftungsausschlusses	72
4 Quellenverzeichnis.....	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für Gärbehälter, Überfüllsicherung pumpfähiges Füllgut und Grenzstanderfassung Schaum mittels Füllstanderfassung bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein42
Abbildung 2:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für Gärbehälter, Unterfüllsicherung pumpfähiges Füllgut mittels Füllstanderfassung bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein43
Abbildung 3:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überfüllsicherung des Gasspeichers mittels Füllstanderfassung oder Druckerfassung bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein45
Abbildung 4:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Unterfüllsicherung des Gasspeichers mittels Füllstanderfassung oder Druckerfassung bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein47
Abbildung 5:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für das Registrieren des Ansprechens der Unterdrucksicherung bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein48
Abbildung 6:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Sauerstoffkonzentration im Biogas nach dem Biogasgebläse bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein49
Abbildung 7:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Methankonzentration in der Abluft aus dem Zwischenraum zwischen Gasmembran und äußerer Schale eines zweischaligen Systems bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein50
Abbildung 8:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Schwefeldioxid-Konzentration im Gasstrom nach den Aktivkohleadsorbent als Leitgröße für das Erkennen einer Entzündung bzw. eines Brandes der Aktivkohle bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein51
Abbildung 9:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Raumluftüberwachung im Maschinenraum auf explosionsfähige Atmosphäre bezogen auf Biogas mit Hauptalarm bei 40% der UEG bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein52
Abbildung 10:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Unterfüllsicherung im Kondensatabscheider bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein53
Abbildung 11:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Alarmierung für Gegenmaßnahmen, falls ein angeforderter Fackelbetrieb nicht erfolgt bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein54
Abbildung 12:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Raumluftüberwachung im Pumpenraum auf explosionsfähige Atmosphäre bezogen auf Biogas bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein55
Abbildung 13:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Raumluft in Vorlagen zur Vermischung von festen und pumpfähigen Substraten oder Gärresten auf Schwefelwasserstoff bei Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 12058

Abbildung 14:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Raumluft in Vorlagen zur Vermischung von festen und pumpfähigen Substraten oder Gärresten hinsichtlich zündfähiger Atmosphäre bei Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120.....	59
Abbildung 15:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Raumluft in der Annahmehalle im Bereich der angelieferten Substrate auf Schwefelwasserstoff bei Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120	61
Abbildung 16:	Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Erfassung des Betriebs der technischen Lüftung für die Annahmehalle und die dort vorhandenen Quellenabsaugungen durch Strömungsüberwachung oder Drehzahlüberwachung bei Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Liste der relevanten Anlagenteile in Typ-A- und Typ-B-Anlagen	15
Tabelle 2:	Bei Biogasanlagen nach TRAS 120 erforderliche MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit	25
Tabelle 3:	Bei Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120 zusätzlich erforderliche MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit.....	56
Tabelle 4:	Klassifizierungsstufen und Reduzierungsstufen nach TRGS 725.....	65
Tabelle 5:	Einfluss der Zoneneinteilung und Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer wirksamen Zündquelle auf die erforderliche Anzahl von Reduzierungsstufen nach TRGS 725.....	65
Tabelle 6:	Anzahl erzielbarer Reduzierungsstufen in Abhängigkeit vom Ausfallverhalten der Ex-Vorrichtungen (Wertigkeit der Ex-Vorrichtung) nach TRGS 725	66
Tabelle 7:	Anforderungen an die Fehlersicherheit und die Funktionale Sicherheit in Abhängigkeit von der Klassifizierungsstufe nach TRGS 725.....	66
Tabelle 8:	Zuordnung des Sicherheitsintegritätslevel zu der Klassifizierungsstufe nach TRGS 725	67
Tabelle 9:	Anforderungen an die Fehlersicherheit und die Funktionale Sicherheit von betriebsbewährten Funktionseinheiten in Abhängigkeit von der Klassifizierungsstufe nach TRGS 725	67

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
AK BGA	Arbeitskreis Biogasanlagen der KAS
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
B	Betriebseinrichtung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BGA	Biogasanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BS	Betriebseinrichtung mit Sicherheitsfunktion
CH ₄	Methan
ChemG	Chemikaliengesetz
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
e. g.	example given
g. e. A.	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GÜD	Gas-Über- und -Unterdrucksicherung
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
I&C	instrumentation and control
i. e.	Id est = "that is to say" ("das heißt")
KAS	Kommission für Anlagensicherheit
Lfd. Nr.	Laufende Nummer
MSR-Einrichtungen	Mess-, Steuerungs- und Regelungseinrichtungen
NH ₃	Ammoniak
O ₂	Sauerstoff

Abkürzung	Erläuterung
OEG	Obere Explosionsschutzgrenze
PCT	Process Control technology = Prozessleittechnik
P- and ID, P&ID	Piping and Instrumentation Diagram = R- und I-Fließschema
PLT	Prozessleittechnik, prozessleittechnisch
R- und I-Fließ- schema	Rohrleitungs- und Instrumentenfließschema
SGB	Sozialgesetzbuch
SIL	Sicherheitsintegritätslevel
SIL 1	Sicherheitseinrichtung mit einem einzuhaltenden SIL von 1
SO ₂	Schwefeldioxid
SSPS	Sicherheits-Speicherprogrammierbare Steuerung
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 von Mustern beinhaltet die folgenden Bestandteile:

- ▶ Tabelle 1 mit den allgemein und bei Anlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120 zu berücksichtigenden Anlagenteilen.
- ▶ Tabelle 2 mit Angaben zu Mess-, Steuer- und Regel- / Prozessleittechnischen Einrichtungen (MSR- / PLT-Einrichtungen) mit Bedeutung für die Sicherheit, welche bei allen der TRAS 120 unterliegenden Anlagen (Typ A und Typ B) erforderlich sind.
- ▶ Tabelle 3 mit Angaben zu MSR- / PLT-Einrichtungen mit Bedeutung für die Sicherheit, welche bei Anlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120 (Typ B) zusätzlich erforderlich sind.
gemäß den Vorgaben der TRAS 120 und ergänzt um Vorgaben aus der Regel 113-001 der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV).
- ▶ 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 (StörfallV) dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen müssen.

Beim Abgleich der Muster mit Beispielanlagen wurde festgestellt, dass die Anwendung der Muster auf bestehende konkrete Anlagen technisch und mit überschaubarem Aufwand möglich ist.

Summary

The aim was to develop patterns for process flow diagrams such as Piping- and Instrumentation flowcharts (P- and ID) 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 with information on instrumentation and control equipment and process control equipment (I&C / PCT equipment) with significance for safety, which is required for all installations subject to TRAS 120 (Type A and Type B).
- ▶ Table 3 with information on I&C / PCT equipment with significance for safety, which is additionally required for systems for special materials in accordance with TRAS 120 (Type B).
according to the specifications of TRAS 120 and supplemented by specifications from regulation 113-001 of the German Social Accident Insurance (DGUV).
- ▶ 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 instrumentation and control technology required for plant operation.
- ▶ The samples 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.

When comparing the samples with sample plants, it was found that the application of the samples to existing plants is possible technical and with manageable effort.

1 Zielsetzung

1.1 Allgemein

Wesentlicher Bestandteil der vorliegenden Ausarbeitung sind Muster für Verfahrensfliesschemata 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 „Sicherheitstechnische Anforderungen an Biogasanlagen“ zu erleichtern.

Zur anlagenspezifischen Nutzung sind die Muster zu überprüfen und um betrieblich zusätzlich erforderliche Anlagenteile, Messstellen und Steuerungsaufgaben zu ergänzen. Auch ist eine Abstimmung mit dem jeweiligen Notfallplan einer Anlage erforderlich, in dem gemäß TRAS 120 Kapitel 2.6.5.2 zu erläutern ist, durch welche Maßnahmen relevante Abweichungen so kontrolliert werden können, dass die Anlage in einen sicheren Zustand übergeht und verbleibt. Die vorliegenden Muster können einen wesentlichen Beitrag leisten, um dieser Anforderung nachzukommen, jedoch entsprechend der jeweiligen Notfallplanung auch Ergänzungen bedürfen.

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 gemäß dem Risikographenmodell der Richtlinie 2180 des VDI / VDE (Verein Deutscher Ingenieure / Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, vgl. Kapitel 2.2.1.2) Bei den nach TRAS 120 als Schutzeinrichtungen eingestuften Einrichtungen ist in der TRAS 120 darauf verwiesen, dass die VDI/VDE Richtlinie 2180 zu beachten ist. In diesem Zusammenhang wird in der TRAS 120 ausdrücklich auf die Anwendung der VDI / VDE Richtlinie 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. Da die VDI / VDE Richtlinie 2180 für die vorliegende Ausarbeitung als Blatt 1 bis 4 in aktualisierter Form vorliegt, dient diese aktualisierte Form als Grundlage für die vorliegende Ausarbeitung (VDI / VDE Richtlinie 2180 Blatt 1 bis 4 Stand 2019 bis 2020).

1.2 Umfang

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

- ▶ Erstellung von Mustern für Verfahrensfliesschemata zur Darstellung der zu berücksichtigenden Anlagenteile und von Mustern für Rohrleitungs- und Instrumenten Fließschemata, in denen die Mess- und Steuerungstechnik dargestellt wird, d.h. mit Grund- und Zusatzinformation.

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 Richtlinie 2180 Anwendung finden.

- ▶ Die zu erstellenden Muster für Verfahrenfließschemata und R- und I-Fließschemata sollen die wichtigsten, für die Durchführung des Verfahrens und die Wirkung der MSR- / PLT-Einrichtungen erforderlichen Anlageteile und Stoffströme zeigen.
- ▶ Es sollen Muster für 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 zu erstellenden Muster für Verfahrenstechnik und MSR- / PLT-Einrichtungen müssen dem Stand der Sicherheitstechnik und den expliziten Anforderungen der Störfall-Verordnung (StörfallV) genügen.
 - Die zu erstellenden Muster für Verfahrenfließschemata sollen Kapitel 9.2.3.2.3 der Vollzugshilfe des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) zur StörfallV entsprechen.
 - In den zu erstellenden Muster für 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 bei Typ A und Typ B 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 Mustern für Verfahrenfließschemata und 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
2.1.3	Abgedeckte Substratannahme flüssig / pastös/ Gülle, im Freien unterirdisch	X		Typ A
2.2	Abgedeckte Substratannahme fest mit Zumischung von Gülle		X	Typ B
2.3	Annahmehalle		X	Typ B
2.4	entfällt (war vorgesehen für „Vorlagen für feste Substrate“)			
2.5	Substratvorbehandlung (wie mechanische Aufbereitung, Zerkleinerung)	X	X	Typ A + Typ B
2.6	Störstoffabscheidung		X	Typ B

Nr.	Anlagenteil	Typ A	Typ B	Darstellung im Musterfließschema
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
3.0.5	entfällt (war vorgesehen für „Schaugläser“)			
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
3.0.8	entfällt (war vorgesehen für „Durchführungen in den Fermenter für Messstellen oder Probenehmer“)			
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

Nr.	Anlagenteil	Typ A	Typ B	Darstellung im Musterfließschema
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
9.2	entfällt (war vorgesehen für „Anschlüsse an Gasleitungen für Probenahme und / oder Inertisierung vor Instandhaltung“)			
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
Siehe 3.5	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

Nr.	Anlagenteil	Typ A	Typ B	Darstellung im Musterfließschema
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
17.3.1	Gärrest-Hygenisierung mit Anschluss an die Abluft	X	X	Typ A + Typ B
17.3.2	Gärrest-Hygenisierung mit Anschluss ans Biogassystem	X	X	Typ A + Typ B
17.4.1	Gärresttrocknung bis 60°C	X	X	Typ A + Typ B
17.4.2	Gärresttrocknung über 60°C	X	X	Typ A + Typ B
17.5	Eindampfung	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

2.2.1 Vorgehensweise bei der Erstellung

2.2.1.1 Allgemeine Vorgehensweise

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 sind.
- ▶ 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 sind.

Grundlagen der geforderten MSR- / PLT-Einrichtungen sind:

- ▶ Bezüglich der Festlegung der Anforderungen an die PLT-Sicherheitseinrichtungen wird aufbauend auf dem folgenden Ansatz die VDI / VDE Richtlinie 2180 mit Stand 2019 bis 2020 zur Ermittlung der Anforderungen verwendet:
 - Grundsätzlich sind für Biogasanlagen mehrere Rechtsbereiche zu beachten, wie das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), das Chemikaliengesetz (ChemG), das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und das Sozialgesetzbuch (SGB). Diese Rechtsnormen stehen nebeneinander.
 - Da Biogasanlagen häufig nach dem BImSchG genehmigt werden, müssen zunächst jene Anforderungen ermittelt werden, die sich hieraus ergeben.
 - Aus dem BImSchG ergibt sich die Berücksichtigung der TRAS 120, die wiederum die Berücksichtigung der VDI/VDE Richtlinie 2180 fordert.
- ▶ Die Prüfung der Anforderungen aus dem ChemG und der damit zu betrachtenden Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 725 erfolgt bei der Festlegung der Anforderungen auf Basis der VDI/VDE Richtlinie 2180 an zwei Beispielen, um zu prüfen, ob die genannte Regel weitere Schritte erforderlich macht oder ob mit der Betrachtung auf Basis der VDI/VDE Richtlinie 2180 die materiellen Anforderungen an die MSR/PLT entsprechend TRGS 725 in angemessenem Umfang erfüllt werden.
- ▶ Eine Einteilung der MSR- / PLT-Einrichtungen erfolgt nach dem Risikographenmodell der VDI/VDE-Richtlinie 2180 (siehe Kapitel 2.2.1.2).
- ▶ 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 Anforderungen an diese funktionale Einheiten ist durch Regeln des Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) und die Produktsicherheitsanforderungen geregelt. 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.

2.2.1.2 Hier relevante Angaben zur Systematik in der VDI / VDE-Richtlinie 2180 Blatt 1

Die grundsätzliche Vorgehensweise ist in Kapitel 5.1 der VDI / VDE-Richtlinie 2180 Blatt 1 beschrieben. Demnach wird bei nicht inhärent sicheren Verfahrensschritten die sicherheitstechnische Aufgabenstellungen mit Mitteln der Verfahrenstechnik² und wo deren Einsatz nicht zweckmäßig oder allein nicht ausreichend ist mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT) gelöst. Bei der eingesetzten PLT wird dabei in der VDI / VDE-Richtlinie 2180 Blatt 1 unterschieden nach:

- ▶ PLT-Betriebsfunktion = Funktion, die im bestimmungsgemäßen Betrieb einer Anlage agiert, Beispiele: Messen, Steuern, Regeln, Überwachen, Melden und Registrieren. Dazu gehören auch Funktionen, die auf Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs hinweisen (z. B. durch Alarmieren oder Schalten).
- ▶ PLT-Sicherheitsfunktion = Funktion, die für ein bestimmtes gefährliches Ereignis einen sicheren Zustand für den Prozess erreichen oder aufrechterhalten soll. PLT-Sicherheitsfunktionen verhindern durch einen selbsttätigen Eingriff in den Prozess eine Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs oder veranlassen im begründeten Ausnahmefall das Bedienpersonal durch einen Alarm zu einem Eingreifen oder sie begrenzen im Fall des Eintritts eines gefährlichen Ereignisses die möglichen Auswirkungen dieses Ereignisses.

PLT-Sicherheitsfunktionen können als PLT-Sicherheitseinrichtung oder als PLT-Betriebseinrichtung mit Sicherheitsfunktion ausgeführt werden.

Weiterhin wird unterschieden nach:

- ▶ PLT-Betriebseinrichtung dienen der Realisierung einer vorgegebenen PLT-Betriebsfunktion. An diese werden bezüglich der Sicherheit keine Anforderungen gestellt.
- ▶ PLT-Betriebseinrichtung mit Sicherheitsfunktion = Realisierung einer vorgegebenen PLT-Sicherheitsfunktion mit einem Risikoreduzierungsfaktor von bis zu 10 im Prozessleitsystem (PLS).

Eine PLT-Betriebseinrichtung mit Sicherheitsfunktion kann beispielsweise eine PLT-Einrichtung sein, die zum Explosionsschutz und hierbei vorwiegend zum primären, teilweise auch zum sekundären Explosionsschutz eingesetzt wird, beispielsweise zur Zonen- bzw. Zündquellenreduzierung und/oder deren Überwachung, oder eine anderweitige PLT-Sicherheitsfunktion übernimmt. Gegenüber PLT-Betriebseinrichtungen bestehen weitergehende Anforderungen (z. B. wiederkehrende Prüfungen).

² Beispielsweise durch druckfeste oder druckstoßfeste Auslegung, Sicherheitsventile und Berstscheiben, ausreichend große dichte Auffangräume für Behälter.

- ▶ PLT-Sicherheitseinrichtung (ehemals „Schutzeinrichtung“) = Realisierung einer vorgegebenen PLT-Sicherheitsfunktion mit einem SIL zwischen 1 und 4:

Mit einem höheren SIL steigen die sicherheitstechnischen Anforderungen an die PLT-Sicherheitsfunktionen und die PLT-Sicherheitseinrichtungen. Die erforderliche Risikominderung liegt bei SIL 1 zwischen 10 und 100, bei SIL 2 zwischen 100 und 1.000 bei SIL 3 zwischen 1.000 und 10.000 und bei SIL 4 zwischen 10.000 und 100.000. Entsprechend verringert sich die zugelassene Ausfallwahrscheinlichkeit.

Die grundsätzliche Vorgehensweise zur Entwicklung von Sicherheitskonzepten zur Risikoreduzierung besteht gemäß Kapitel 5.1 der VDI / VDE-Richtlinie 2180 Blatt 1 aus folgenden Teilaufgaben:

- ▶ Systematische Identifikation von Gefährdungspotenzialen und Ereignissen, die diese Gefährdungspotenziale aktivieren könnten.
- ▶ Zuordnung der Sicherheitsmaßnahmen (PLT oder Nicht-PLT) sowie Festlegung der erforderlichen Risikoreduzierung.
- ▶ Festlegung der technischen Ausführung und erforderlicher organisatorischer Maßnahmen.
- ▶ im Fall von PLT-Sicherheitsfunktionen: Einstufung als PLT-Betriebseinrichtung mit Sicherheitsfunktion oder als PLT-Sicherheitseinrichtung mit Zuordnung des Sicherheitsintegritätslevels (SIL).

Bei der Entwicklung von Sicherheitskonzepten werden hierbei hinsichtlich Bewertung des abzudeckenden Risikos und hinsichtlich Zuordnung von Sicherheitsmaßnahmen abhängig vom abzudeckenden Risiko in vielen Fällen Risikographen gemäß dem Anhang der VDI / VDE-Richtlinie 2180 Blatt 1 verwendet.

Folgende Vorgaben der VDI / VDE-Richtlinie 2180 werden bei der weiteren Betrachtung angewendet:

- ▶ Sicherheitsfunktionen sind grundsätzlich unabhängig von betrieblichen Funktionen aufzubauen (VDI / VDE-Richtlinie 2180 Blatt 1, Kapitel 6.3, Seite 33).
- ▶ Die Bewertung des abzudeckenden Risikos und Zuordnung von Sicherheitsmaßnahmen erfolgt durch Verwendung des Risikographen. Es werden nach VDI / VDE-Richtlinie 2180 Blatt 1 in einer Risikoermittlung verschiedene Risikoparameter zur Klärung der Frage genutzt, ob und wenn ja in welcher der vier Stufen SIL 1 bis SIL 4 eine Sicherheitsintegrität³ erforderlich ist. Im Geltungsbereich der Störfall-Verordnung erfolgt die exakte Quantifizierung von Risiken auf Grundlage von Bild A1 der VDI / VDE-Richtlinie 2180 Blatt 1 anhand der folgenden vier qualitativen Einflussgrößen (Parameter).
 - Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S).
 - Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A).

³: Nach VDI / VDE Richtlinie 2180 gilt per Definition: Sicherheitsintegrität = Fähigkeit der PLT-Sicherheitseinrichtung, die erforderliche PLT-Sicherheitsfunktion auszuführen.

- Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G) bei Berücksichtigung folgender Faktoren:
 - Betrieb der Anlage ständig überwacht (das heißt durch ausgebildetes oder nicht ausgebildetes Personal) oder nicht ständig überwacht.
 - Entwicklungsgeschwindigkeit des gefährlichen Ereignisses (z. B. plötzlich, schnell oder langsam).
 - Einfache Gefahrerkennung (z. B. sofort erkannt, mit oder ohne technische Mittel entdeckt).
 - Vermeidung des gefährlichen Ereignisses (z. B. Fluchtweg möglich, unmöglich oder unter bestimmten Bedingungen möglich).
 - Vorliegende Erfahrungen (mit dem gleichen oder einem ähnlichen Verfahren oder keine Erfahrungen).
- Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W) unter Ansatz eines unerwünschten Ereignisses ohne eine PLT-Sicherheitseinrichtung, jedoch unter Berücksichtigung aller sonstigen Einrichtungen zur Risikominderung.

Schwere der Auswirkung (S):

- ▶ S1: Leichte Verletzung von Personen, kleine Umwelteinflüsse; beides außerhalb des Geltungsbereichs der Störfall-Verordnung.
- ▶ S2: Schwere, bleibende Verletzung einer oder mehrerer Personen; Tod einer Person, vorübergehende größere schädliche Umwelteinflüsse, z. B. nach Störfall-Verordnung.
- ▶ S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde größere schädliche Umwelteinflüsse, z. B. nach Störfall-Verordnung.
- ▶ S4: Katastrophale Auswirkungen, viele Tote.

Aufenthaltshäufigkeit im gefährdeten Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A):

- ▶ A1: Seltener bis häufiger Aufenthalt in der gefährdeten Zone.
- ▶ A2: Häufiger bis andauernder Aufenthalt in der gefährdeten Zone.

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G):

- ▶ G1: Unter bestimmten Bedingungen möglich.
- ▶ G2: Fast unmöglich.

Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Auftretens (W):

- ▶ W1: Sehr geringe Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Auftretens und nur sehr wenige unerwünschte Ereignisse sind im betrachteten oder in ähnlichen Prozessen wahrscheinlich.
- ▶ W2: Geringe Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Auftretens und nur wenige unerwünschte Ereignisse sind im betrachteten oder in ähnlichen Prozessen wahrscheinlich.

- ▶ W3: Relativ hohe Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Auftretens und häufige unerwünschte Ereignisse sind im betrachteten oder in ähnlichen Prozessen wahrscheinlich.

In der Regel gilt, dass mit der Höhe des abzudeckenden Risikos die sicherheitstechnischen Anforderungen und damit die notwendigen Maßnahmen ansteigen.

2.2.1.3 Anwendung der VDI/VDE Richtlinie 2180

Bei der Anwendung der VDI/VDE-Richtlinie 2180 im Rahmen der vorliegenden Ausarbeitung wurde Folgendes beachtet:

- ▶ Es wurde nur der Teil der VDI/VDE Richtlinie 2180 angewendet, den man benötigt, um die SIL-Einstufung durchführen zu können.
- ▶ Bei den hier betrachteten Anlagen, die der StörfallV unterliegen, wird erwartet, dass das in der VDI/VDE Richtlinie 2180 geforderte Managementsystem der funktionalen Sicherheit zumindest teilweise mit dem Sicherheitsmanagementsystem nach § 8 und Anhang III der StörfallV, dessen Anwendung zu den Grundpflichten eines Betreibers einer solchen Anlage zählt, abgedeckt wird und für fehlende Teile mit überschaubarem Aufwand auf diesem aufgesetzt werden kann.
- ▶ Für die Einstufung in SIL ist eine qualifizierte Gefahrenanalyse erforderlich.
- ▶ Es wurde beachtet, dass die Einstufung nach Risikograph dem Zugriff auf eine Datenbank zu bisherigen Unfällen an Biogaserzeugungsanlagen und/oder einer entsprechenden Erfahrung bedarf (Hintergrundwissen muss für die Einstufung vorhanden sein).
- ▶ Alle Einrichtungen mit Sicherheitsfunktion sind mit Sicherheits-Speicherprogrammierbare Steuerung (SSPS) oder hartverdrahtet auszuführen. Dies setzt nicht voraus, dass die gesamten Vorgaben der VDI/VDE Richtlinie 2180 umgesetzt werden.

Diese genannten Grundsätze sind im Fall einer Anwendung der Muster auf eine konkrete Anlage zu beachten.

2.2.2 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.

B:	Betriebseinrichtung.
BS:	Betriebseinrichtung mit Sicherheitsfunktion.
SIL 1:	Sicherheitseinrichtung mit einem einzuhaltenden SIL von 1.
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.

2.2.3 Erläuterung der Zeichen

In der Tabelle genutzte Abkürzungen:

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

g. e. A. = gefährliche explosionsfähige Atmosphäre⁴.

In der Tabelle angegebene Alarmer:

- ▶ 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 Alarmer. Soweit nicht ohnehin eine Registrierung der Messwerte erfolgt, ist dies jeweils als Registrierung der Alarmer „AR“ angegeben.

⁴: 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.

2.2.4 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 eine sicherheitsrelevante binäre Steuerungsfunktion oder Schaltfunktion (Z) angegeben ist, findet sich im Anschluss an die Tabelle die Begründung hierfür. Grundsätzlich ergibt sich erforderliche Ausführung anlagenspezifisch aus der SIL-Einstufung nach Risikograph.

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

Lfd Nr.	Anlagenteil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
1.	1.1.2	Sammlung Silagesickersaft (Mit Leckageerkennung) ⁵	Überfüllung mit Freisetzung wassergefährdender Stoffe	Füllstanderfassung pumpfähiges Füllgut Alarm hoch	Verhinderung der Überfüllung, Alarm für Gegenmaßnahmen	LIARH	ja	nein	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	nein	verschmutzungsunempfindlich, ggf. mit Spüleinrichtung /	[1] lfd. Nr. 2/ BIOGAS-3-A-10 BIOGAS-3-B-10

⁵: Alle unterirdischen Behälter müssen über eine Leckageüberwachung verfügen. In den R und I-Schemata ist für solche Behälter eine Überwachung mittels LAH eingezeichnet.

Lfd. Nr.	Anlagenteil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	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	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	LIZARH H	nein	ja	nein	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.	Anlagenteil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	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	LARL LZARLL	nein	ja	nein	verschmutzungsunempfindlich, ggf. mit Spüleinrichtung	[1] Ifd. 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- ZAHH ggf. LIRAH	nein	ja	nein	Einsatz einer Technik, welche reproduzierbare Werte liefert, Einrichtung separat zur Gasfüllstandmessung	[1] Ifd. 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- ZAHH ggf. PIRAH	nein	ja	nein		[1] Ifd. 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.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
9.	3.3, 3.4, 3.5	Gärbehälter	Außenlufteintrag ins Gassystem über Untersicherungen	Unterfüllsicherung Gasspeicher Schaltung und Alarm tief ggf. mit Voralarm	Auslösung Not-Aus mit Abschalten der Gasverbrauchseinrichtungen, Stopp Entnahme z. B. von Gärresten Alarm für Gegenmaßnahmen	LIZARLL ggf. LISRAL	nein	ja	nein		[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 Untersicherungen	Druckerfassung im Gasraum für Druckregelung Schaltung und Alarm tief	Auslösung Not-Aus mit Abschalten der Gasverbrauchseinrichtungen, Stopp Entnahme z. B. von Gärresten Alarm für Gegenmaßnahmen	PIRZAL	nein	ja	nein		[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- / Untersicherungen	Außenlufteintrag ins Gassystem über Untersicherungen	Registrierung des Ansprechens der Untersicherungen Schaltung und Alarm hoch	Auslösung Not-Aus mit Abschalten der Gasverbrauchseinrichtungen, Stopp Entnahme z. B. von Gärresten Alarm für Gegenmaßnahmen	GSARH	ja	nein	nein	Überwachung aller Untersicherungen 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

Lfd. Nr.	Anlagenteil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
12.	4.1	Über- / Unterdrucksicherungen	Biogasfreisetzung über Überdrucksicherung	Registrierung des Ansprechens der Überdrucksicherung Alarm hoch	Alarm für Gegenmaßnahmen	GARH	ja	nein	nein		[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. ⁶	4.1	Über- / Unterdrucksicherungen	niedriger Flüssigkeitsstand (Gasdurchschlag, g. e. A. im Behälter)	Füllstandüberwachung der Tauchsicherungen	Auslösung der Wartung der Tauchsicherung	LIARL	ja	nein	nein		[1] lfd. Nr. 17 / BIOGAS-3-A-21, -22, -31, 41 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31, -41 → -23
14. ⁷	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	nein		[1] lfd. Nr. 12 / BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23

⁶: Einzusetzen, soweit konstruktionsbedingt erforderlich.

⁷: Bei Anlagen mit hohem TM-Gehalt sicherheitsbedeutsam.

Lfd. Nr.	Anlagenteil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
15.	3.04, 3.3, 3.4	Gärbehälter, interne biologische Entschwefelung	Über Bedarf liegender Außenlufteintrag ins Gassystem	Erfassung Sauerstoffkonzentration in der Biogasleitung (nach dem Gebläse) Schaltung und Alarm hoch	Begrenzung der Luft- / Sauerstoffzugabe, Armatur zu, Kompressor aus	AIRZAH (O ₂)	nein	ja	nein		[1] Ifd. Nr. 13/ BIOGAS-3-A-21, -22 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22 → -23
16.	3.3, 3.4, 3.5	Gärbehälter, zweischaliger Gasspeicher ⁸	Leckage der Gasmembran, Bildung von g. e. A. im Zwischenraum zweischaliger Systeme	Zwischenraum oder Tragluftauslass: Erfassung Zündfähigkeit Schaltung und Alarm hoch	Stilllegung von Zündquellen im Zwischenraum und Ex-Zonen-Bereich des Tragluftauslasses	AIRZAH (CH ₄)	nein	nein	ja	Kontinuierliche Messung wegen Anforderung der StörfallV	[1] Ifd. 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
17. A1 ⁹	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	nein		[1] Ifd. Nr. 15/ BIOGAS-3-A-21, -22, -31 → -23 BIOGAS-3-B-21, -22, -31 → -23 (jeweils SSARL)

8: Die Angaben in der Tabelle betreffen einen zweischaligen Gasspeicher mit Tragluftdach. Im Fall eines zweischaligen Gasspeichers mit festem Dach ist Voraussetzung für die Erfassung der Undichtigkeit durch Messung der Methankonzentration am Auslass, dass der Zwischenraum belüftet ist und die Funktion der Belüftung gewährleistet ist. Die Überwachung der Funktion der Belüftung kann durch Drehzahlüberwachung des Gebläses oder Strömungsüberwachung am Auslass überwacht werden. Beides ist für diesen Fall in den R&I-Schemata eingezeichnet.

9: Kann entfallen, wenn Drucküberwachung im Traglufttraum gegeben ist.

Lfd Nr.	Anlagen-teil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
17. A2	wie 17. A1	wie 17. A1	wie 17. A1	wie 17. A1	b) Zu- und Ableitung Tragluft zu	wie 17. A1	ja	nein	nein	wie 17. A1	wie 17. A1
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	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 ¹⁰ b) USV	ESARL	ja	nein	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	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

¹⁰: Aussagekräftiges Notstromkonzept mit Ermittlung der notwendigen Reaktionszeit.

Lfd. Nr.	Anlagen-teil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	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	ja	nein	nein	wie 20. A1	wie 20. A1
21.	3.3, 3.4, 3.5	Gärbehälter mit Tragluft	Versagen des Klemmschlauches / Gasfreisetzung	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	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 EARL und PIRALL)
22.	4	Gassystem	Eindringen von Luft (Sauerstoff) in das Gassystem über Undrucksicherung oder bei Unterdruck vor den Gebläsen über Undichtigkeiten	Erfassung Sauerstoffkonzentration in der Biogasleitung (nach dem Gebläse) Schaltung und Alarm hoch	Auslösung (partielles) „Not-Aus“ bei Grenzwertüberschreitung	AIRZAH (O ₂)	nein	ja	nein		[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.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
23. 1.	5.1, 5.2	Separater Gasspeicher	Biogasfreisetzung über Überdrucksicherung	Überfüllsicherung Gasspeicher Schaltung und Alarm hoch ggf. mit Voralarm	Stopp der Befüllung des Gasspeichers (ggf. durch Einschaltung von (zusätzlichen) Gasverbrauchseinrichtungen, z. B. Ableitung über Notfackel inkl. automatischer Zündung)	LIR-ZAHH ggf. LIRAH	nein	ja	nein	Einsatz einer Technik, welche reproduzierbare Werte liefert, Einrichtung separat zur Gasfüllstandmessung	[1] Ifd. 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)
23. 2.	5.1, 5.2	Separater Gasspeicher	Biogasfreisetzung über Überdrucksicherung	Druckerfassung im Gasraum für Druckregelung Schaltung und Alarm 2 hoch ggf. mit Voralarm	Stopp der Befüllung des Gasspeichers (ggf. durch Einschaltung von (zusätzlichen) Gasverbrauchseinrichtungen, z. B. Ableitung über Notfackel inkl. automatischer Zündung)	PIR-ZAHH ggf. PIRAH	nein	ja	nein		[1] Ifd. 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)
23. 3.	5.1, 5.2	Separater Gasspeicher	Außenlufteintrag ins Gassystem über Undrucksicherung	Unterfüllsicherung Gasspeicher Schaltung und Alarm tief ggf. mit Voralarm	Auslösung Not-Aus mit Abschalten der Gasverbrauchseinrichtungen, Stopp Entnahme z. B. von Gärresten Alarm für Gegenmaßnahmen	LIZARLL ggf. LISRAL	nein	ja	nein		[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.	Anlagenteil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
23.4.	5.1, 5.2	Separater Gasspeicher	Außenlufteintrag ins Gassystem über Undrucksicherung	Druckerfassung im Gasraum für Druckregelung, Schaltung und Alarm tief	Auslösung Not-Aus mit Abschalten der Gasverbrauchseinrichtungen, Stopp Entnahme z. B. von Gärresten Alarm für Gegenmaßnahmen	PIRZAL	nein	ja	nein		[1] Ifd. 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)
23.5	5.1, 5.2	zweischaliger separater Gasspeicher ¹¹	Leckage der Gasmembran, Bildung von g. e. A. im Zwischenraum zweischaliger Systeme	Zwischenraum oder Tragluftauslass: Erfassung Zündfähigkeit, Schaltung und Alarm hoch	Stilllegung von Zündquellen im Zwischenraum und Ex-Zonen-Bereich des Tragluftauslasses	AIRZAH (CH ₄)	nein	nein	ja	Kontinuierliche Messung wegen Anforderung der StörfallIV	[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
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	nein		[1] Ifd. Nr. 20 / BIOGAS-3-A-41 → 23 BIOGAS-3-B-41 → 23 (jeweils SSARL)

11: Die Angaben in der Tabelle betreffen einen zweischaligen Gasspeicher mit Tragluftdach. Im Fall eines zweischaligen Gasspeichers mit festem Dach ist Voraussetzung für die Erfassung der Undichtigkeit durch Messung der Methankonzentration am Auslass, dass der Zwischenraum belüftet ist und die Funktion der Belüftung gewährleistet ist. Die Überwachung der Funktion der Belüftung kann durch Drehzahlüberwachung des Gebläses oder Strömungsüberwachung am Auslass überwacht werden. Beides ist für diesen Fall in den R und I-Schemata eingezeichnet.

Lfd Nr.	Anlagen-teil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
24. A2	wie 24. A1	wie 24. A1	wie 24. A1	wie 24. A1	b) Zu- und Ableitung Tragluft zu	wie 24. A1	ja	nein	nein	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	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 ¹² Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	ESARL	ja	nein	nein		[3] 3.5.5 (4) in Vbdg. mit [2] 2.6.5.3/ BIOGAS-3-A-41 → 23 BIOGAS-3-B-41 → 23
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	ARSAH Jeweils (CO) oder (SO ₂)	ja	nein	nein		[1] lfd. Nr. 21 [3] 3.7 (2)/ BIOGAS-3-A-42 BIOGAS-3-B-42 (jeweils angegeben für CO)

¹²: Aussagekräftiges Notstromkonzept mit Ermittlung der notwendigen Reaktionszeit.

Lfd. Nr.	Anlagen-teil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
28.	6, 7.1, 7.2	Separate 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	AIRZAH (O ₂)	nein	ja	nein		[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, BHKW-Aufstellraum	Biogasaustritt in den Maschinenraum	Erfassung Methankonzentration in der Raumluft Schaltung und Alarm hoch als Voralarm	20%: untere Explosionsgrenze (UEG) => technische Lüftung volle Leistung	AIRSAH (CH ₄)	ja	nein	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, BHKW-Aufstellraum	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)	AIRZAHH (CH ₄)	nein	nein	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
31.	8.2, 9	Maschinenraum, BHKW-Aufstellraum	Brand	automatische Brandmelder	Brandmeldung, Lüftung aus und zu, Schluss der Zuleitungen zum Raum	XSARH	ja	nein	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

Lfd. Nr.	Anlagenteil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
32.	10.1	Elektroraum	Brand	automatische Brandmelder	Brandmeldung, Lüftung aus und zu	XSARH	ja	nein	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
33.1	12	Kondensatabscheider	Freisetzung wassergefährdender Stoffe (Erfassung Füllstand Flüssigkeits-schloss Alarm 2 hoch	Kondensatentnahme ein (Kondensatpumpe)	LISARH H	ja	nein	nein	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
33.2	12	Kondensatabscheider	Biogasfreisetzung	Erfassung Füllstand Flüssigkeits-schloss Schaltung und Alarm 2 tief	Kondensatentnahme aus (Kondensatpumpe), Zündquellen aus	LIZARLL	nein	ja	nein	regelmäßig auf Verschmutzung kontrollieren	Wie 33.1
34.	11.1, 11.2	Gebläse für Biogas zur Notfackel (zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung) + Notfackel	Stromausfall: Ansprechen der Überdrucksicherung,	Erfassung elektrische Spannung	Alarm für Gegenmaßnahmen bzw. Schaltung: Notstromversorgung Soweit mit Luftgebläse betrieben: Luftgebläse notstromversorgt.	EZARL	nein	ja	nein		[1] lfd. Nr. 28 [3] 3.8 (2.6)/ BIOGAS-3-A-41 BIOGAS-3-B-41

Lfd. Nr.	Anlagenteil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	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)	Alarm für Gegenmaßnahmen	SARL oder FARL	ja	nein	nein		[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 Biogasdruck vor der Fackel (Gasmangelsicherung) Schaltung und Alarm hoch/tief	Alarm für Gegenmaßnahmen	PIARH / PIARL	ja	nein	nein		[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	nein	nein	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
38.	11.2 10	Notfackel (zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung)	Betrieb: Erkennung unzulässiger Betriebszustände	Erfassung Betriebszeit (Datum, Zeit, Beginn, Ende)	Kontrolle und Dokumentation des Betriebs der Notfackel	KIR	ja	nein	nein		[1] lfd. Nr. 32 [3] 3.8 (2.10) / BIOGAS-3-A-41 BIOGAS-3-B-41

Lfd. Nr.	Anlagen-teil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
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	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 (Methankonzentration) Schaltung und Alarm hoch	Pumpe(n) aus, Armaturen schließen	AIZARH (CH ₄)	nein	ja	nein		[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	ja	nein	nein		[4] 4.8.19 in Vbdg. mit TRBS 2152 Teil 2 / BIOGAS-3-A-21 BIOGAS-3-B-32 (jeweils beide Messgrößen)
42.	13	Pumpenraum	Brandgefahr	automatische Brandmelder	Ausschaltung Lüftung, Brandmeldung	XSARH	ja	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	LISARH	ja	nein	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	nein	Nutzung einer Totmanneinrichtung	erprobtes Verfahren

Lfd. Nr.	Anlagenteil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
45.	17.4.1 und 17.4.2	Gärrest-trocknung	Brandgefahr	Temperaturbe-grenzung	Abregeln der Wär-mezufuhr	TSARH	ja	nein	nein	Vorgeschlagener Grenzwert 70°C	[1] Ifd. Nr. 37 [3] 3.9(3) / BIOGAS-3-A-31 BIOGAS-3-B-31
46. 1	17.4.1	Gärrest-trocknung bis 60°C	Brandgefahr	automatische Brandmelder	Brandmeldung	XARH	ja	nein	nein	Brandmelder für staubende Umge-bung geeignet, VdS Zulassung	[1] Ifd. Nr. 38 [3] 3.9(1) / BIOGAS-3-A-31 BIOGAS-3-B-31
46. 2	17.4.2	Gärrest-trocknung über 60°C	Brandgefahr	automatische Brandmelder,	Stickstoffzufüh-rung auf und Stopp Zuluftzuführung (Anlage wird mit Stickstoff geflutet, um Brand zu lö-schen)	XSARH	ja	nein	nein	Brandmelder für staubende Umge-bung geeignet, VdS Zulassung	Wie 46.1
47.	18.1	Lagerung von aero-bisiertem und nicht getrockne-tem festem Gärrest	Brandgefahr	automatische Brandmelder	Brandmeldung	XARH	ja	nein	nein	VdS Zulassung	[1] Ifd. Nr. 39 / BIOGAS-3-A-31 BIOGAS-3-B-31
48.	18.2	Lagerung ge-trockneter Gärreste	Brandgefahr	automatische Brandmelder	Brandmeldung	XARH	ja	nein	nein	VdS Zulassung	[1] Ifd. Nr. 39 / BIOGAS-3-A-31 BIOGAS-3-B-31

Begründung für eine Einteilung als sicherheitsrelevante Steuerungs- oder Schaltfunktion (Z):

Es wird von einer fiktiven Anlage ausgegangen, an welcher aufgezeigt wird, wie eine Gefahrenanalyse aussehen kann. Dies ist auf eine konkrete Anlage anzupassen.

Schwerere Auswirkungen als S2, also z. B. S3 (Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse) sind bei einer Biogasanlage auszuschließen, beispielsweise, weil sich der Einflussbereich einer Explosion auf wenige Meter beschränkt und in diesem Einflussbereich nicht vom Tod mehrerer Personen ausgegangen werden kann. Die beim Umweltbundesamt geführte Datenbank weist daher seit 2005 (Beginn der Erfassung) an Biogasanlagen nur zwei Unfälle mit mehr als einem Toten auf. Ursache war in beiden Fällen Vergiftung.

Aufgrund des eben Gesagten gehen die Zuordnungen in den folgenden Risikographen immer von S2 aus, ohne dass dies nochmals begründet wird. Die Darstellung in den Risikographen beschränkt sich entsprechend auf S2.

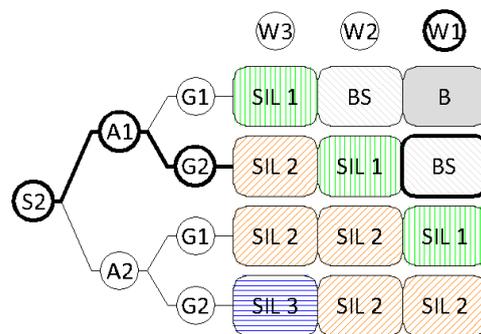
Lfd. Nr. 5: Gärbehälter, Überfüllsicherung pumpfähiges Füllgut und Grenzstand erfassung
Schaum mittels Füllstand erfassung:

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 Grenzstand erfassung für Schaum eine sicherheitsrelevante Steuerungs- oder Schaltfunktion (Z) gemäß VDI / VDE Richtlinie 2180 gefordert.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Bereich des Fermenters kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einer Explosion ist es grundsätzlich fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden.
- Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist wegen der in Tabelle 2 beschriebenen zusätzlichen Betriebseinrichtungen bei Umsetzung der in der TRAS 120 formulierten Anforderungen an organisatorische Maßnahmen sehr gering.

Abbildung 1: Gefahrenanalyse nach Risikograph für Gärbehälter: Überfüllsicherung pumpfähiges Füllgut und Grenzstand erfassung von Schaum mittels Füllstand erfassung bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
 S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
 S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
 S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
 A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
 G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
 W2: gering
 W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

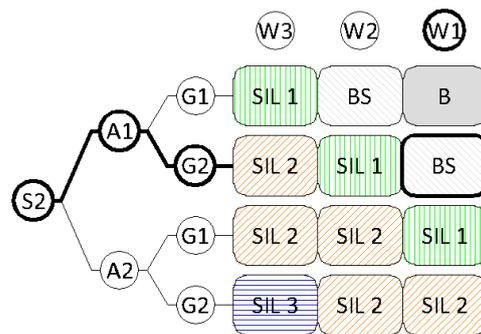
Lfd. Nr. 6: Gärbehälter, Unterfüllsicherung pumpfähiges Füllgut mittels Füllstanderkennung:

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. In der TRAS 120 ist unter Nr. 3.3 (1) für die Unterfüllsicherung für pumpfähiges Füllgut eine Schutzzeineinrichtung gemäß VDI / VDE Richtlinie 2180 gefordert.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Bereich der betroffenen Anlagenteile kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einer Explosion ist es grundsätzlich fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden.
- Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist wegen der in Tabelle 2 beschriebenen zusätzlichen Betriebseinrichtungen bei Umsetzung der in der TRAS 120 formulierten Anforderungen an organisatorische Maßnahmen sehr gering.

Abbildung 2: Gefahrenanalyse nach Risikograph für Gärbehälter: Unterfüllsicherung pumpfähiges Füllgut mittels Füllstanderkennung bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
- S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
- S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
- S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
- A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
- G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
- W2: gering
- W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

Lfd. Nrn. 7 und 8: Überfüllsicherung für den Gasspeicher mittels Füllstanderkennung oder Druckerfassung¹³:

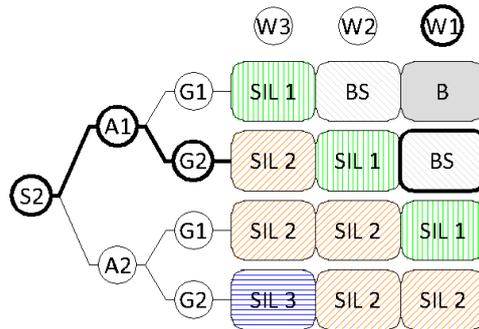
Bei einer Überfüllung des Gasspeichers spricht die Überdrucksicherung an. Unter ungünstigen Umständen kann es zu einer größeren Gaswolke mit einer Mischung des Biogases mit Außenluft innerhalb der Explosionsgrenzen für Biogas und zu einer Zündung dieses Gasgemisches kommen. Folge kann ein Störfall durch Explosion sein. Für die Überfüllsicherung ist in der TRAS 120 eine sicherheitsrelevante Steuerungs- oder Schaltfunktion (Z) 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 sicherheitsrelevante Steuerungs- oder Schaltfunktion (Z) verzichtet werden.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Bereich des Fermenters kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einer Explosion ist es grundsätzlich fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden.
- Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist wegen der in Tabelle 2 beschriebenen zusätzlichen Betriebseinrichtungen und der dort beschriebenen zusätzlichen Sicherheitseinrichtung (Überfüllsicherung ist durch 7 und 8 mit zwei unterschiedlichen Messprinzipien gegeben) bei Umsetzung der in der TRAS 120 formulierten Anforderungen an organisatorische Maßnahmen sehr gering.

¹³: Die Druckerfassung zusätzlich zur Füllstanderkennung ist erforderlich, da nicht auszuschließen ist, dass sich die Membran nicht vollständig entfaltet und ein Überdruck bereits vor dem Erreichen des für die Auslösung des Überfüllungsalarms verwendeten Füllstandes erreicht wird.

Abbildung 3: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überfüllsicherung des Gasspeichers mittels Füllstanderkennung oder Druckerfassung bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
- S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
- S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
- S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
- A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
- G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
- W2: gering
- W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

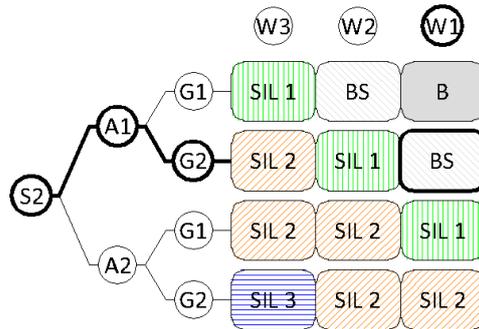
Lfd. Nrn. 9 und 10: Unterfüllsicherung für den Gasspeicher mittels Füllstand erfassung oder Druckerfassung:

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 sicherheitsrelevante Steuerungs- oder Schaltfunktion (Z) gemäß VDI / VDE Richtlinie 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 sicherheitsrelevante Steuerungs- oder Schaltfunktion (Z) verzichtet werden.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Bereich der betroffenen Anlagenteile kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einer Explosion ist es grundsätzlich fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden.
- Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist wegen der in Tabelle 2 beschriebenen zusätzlichen Betriebseinrichtungen und der dort beschriebenen zusätzlichen Sicherheitseinrichtung (Unterfüllsicherung ist durch 9 und 10 mit zwei unterschiedlichen Messprinzipien gegeben) bei Umsetzung der in der TRAS 120 formulierten Anforderungen an organisatorische Maßnahmen sehr gering.

Abbildung 4: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Unterfüllsicherung des Gasspeichers mittels Füllstanderkennung oder Druckerfassung bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
- S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
- S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
- S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
- A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
- G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
- W2: gering
- W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

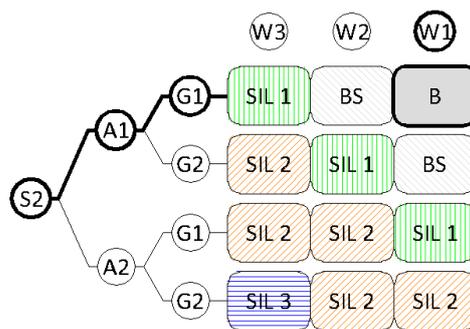
Lfd. Nr. 11: Registrieren des Ansprechens der Unterdrucksicherung:

Eine Gefährdung bei Ansprechen der Unterdrucksicherung ist bei lfd. Nr. 8 dargestellt.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Bereich der betroffenen Anlagenteile kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Die Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden ist dadurch gegeben, dass es mit den lfd. Nrn. 9 und 10 zwei Unterfüllsicherungen mit unterschiedlichen Messgrößen gibt die gleichzeitig unbemerkt ausfallen müssten.
- Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist wegen der in Tabelle 2 beschriebenen zusätzlichen Betriebseinrichtungen und der dort beschriebenen zusätzlichen beiden Sicherheitseinrichtungen (Unterfüllsicherung ist durch 9 und 10 mit zwei unterschiedlichen Messprinzipien gegeben) bei Umsetzung der in der TRAS 120 formulierten Anforderungen an organisatorische Maßnahmen sehr gering.

Abbildung 5: Gefahrenanalyse nach Risikograph für das Registrieren des Ansprechens der Unterdrucksicherung bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
- S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
- S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
- S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
- A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
- G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
- W2: gering
- W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

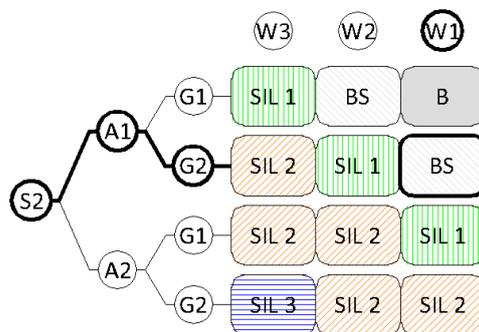
Lfd. Nrn. 15, 22 und 28: Überwachung der Sauerstoffkonzentration im Biogas nach dem Biogasgebläse
wegen der Luftzugabe für die interne oder externe Entschwefelung
zur Erfassung von Außenlufteintritt über Unterdrucksicherung(en) sowie
für den Fall von Leckagen bei Unterdruck in der Biogaserfassung vor dem Gebläse:

Sollte die Luftzudosierung für eine Entschwefelung nicht richtig auf die aktuell gebildete Biogasmenge nachgesteuert oder nachgeregelt sein oder es zu einem Außenlufteintritt über Leckagen im Unterdruckbereich kommen, 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.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Bereich der betroffenen Anlagenteile kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einer Explosion ist es grundsätzlich fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden.
- Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist wegen der in Tabelle 2 beschriebenen zusätzlichen Betriebseinrichtungen bei Umsetzung der in der TRAS 120 formulierten Anforderungen an organisatorische Maßnahmen sehr gering.

Abbildung 6: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Sauerstoffkonzentration im Biogas nach dem Biogasgebläse bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
- S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
- S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
- S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
- A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
- G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
- W2: gering
- W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

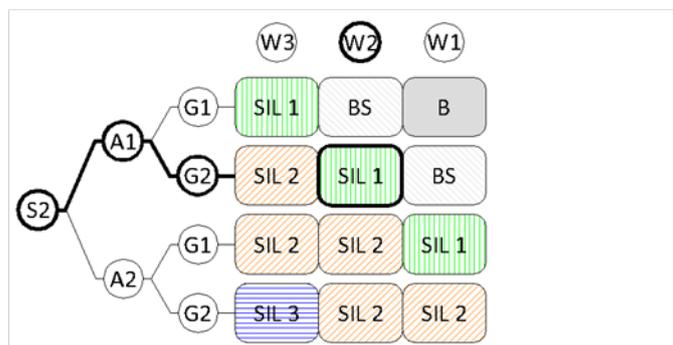
Lfd. Nrn. 16 und 23: Überwachung der Methankonzentration in der Abluft aus dem Zwischenraum zwischen Gasmembran und äußerer Schale eines zweischaligen Systems:

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.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Bereich des Gasspeichers kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einer Explosion ist es grundsätzlich fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden.
- Da die Überwachung der Undichtigkeit nur durch diese Sicherheitseinrichtung erfolgt und eine Leckagebildung durch zunehmende Schwächung wegen des dauernden Befüllens und Entleerens nicht auszuschließen ist, ist die Wahrscheinlichkeit nicht mehr sehr gering sondern bis zum Erreichen der vom Hersteller vorgegebenen Nutzungsdauer gering.

Abbildung 7: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Methankonzentration in der Abluft aus dem Zwischenraum zwischen Gasmembran und äußerer Schale eines zweischaligen Systems bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
- S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
- S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
- S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
- A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
- G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
- W2: gering
- W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

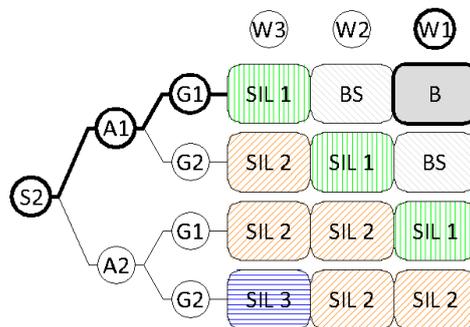
Lfd. Nr. 27: Überwachung der Schwefeldioxid- oder Kohlenmonoxid-Konzentration im Gasstrom nach den Aktivkohleadsorbern als Leitgröße für das Erkennen einer Entzündung bzw. eines Brandes der Aktivkohle:

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.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Bereich der Aktivkohleadsorber kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Auswirkungen können durch einen Stopp der Sauerstoff- bzw. Luftzuführung vermieden werden.
- Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist wegen der in Tabelle 2 beschriebenen zusätzlichen Betriebseinrichtungen und der als Sicherheitseinrichtung nach den Adsorbern vorhandenen Sauerstoffmessung sehr gering.

Abbildung 8: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Schwefeldioxid-Konzentration im Gasstrom nach den Aktivkohleadsorbern als Leitgröße für das Erkennen einer Entzündung bzw. eines Brandes der Aktivkohle bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
- S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
- S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
- S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
- A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
- G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
- W2: gering
- W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

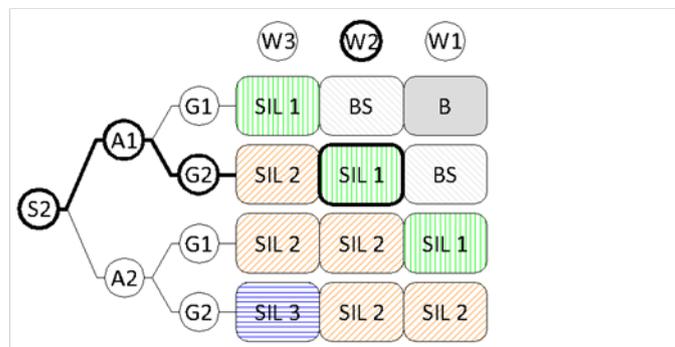
Lfd. Nr. 30: Raumluftüberwachung Maschinenraum für explosionsfähige Atmosphäre bezogen auf Biogas mit Hauptalarm bei 40 % der UEG unter der Voraussetzung, dass Voralarm bei 20 % der UEG mit Auslösung von Sicherheitsfunktionen gegeben ist:

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 Raumluft bis über die untere Explosionsgrenze kommen und dieses Gemisch zünden. Die Explosion kann das Ausmaß eines Störfalles haben.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Bereich des Maschinenraumes / BHKW-Aufstellraumes kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einer Explosion ist es grundsätzlich fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden.
- Die Lfd. Nr. 30 (AIRZAHH (CH₄)) ist mit einem Voralarm Nr. 29 (AIRSAH (CH₄)) versehen, der bei 20 % UEG oder mehr die technische Lüftung des Raumes auf Maximum schaltet. Wenn Lfd. Nr. 30 bei 40 % oder mehr UEG trotzdem anspricht, so muss eine massive Leckage des Gassystems vorliegen, die ohne die technische Lüftung wahrscheinlich zündfähig ist. Wegen des Vorhandenseins des BHKW mit ständigen Zündquellen wird die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses nicht "sehr gering" sondern W2 "gering" zugeordnet.

Abbildung 9: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Raumluftüberwachung im Maschinenraum auf explosionsfähige Atmosphäre bezogen auf Biogas mit Hauptalarm bei 40% der UEG bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
 S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
 S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
 S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
 A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
 G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
 W2: gering
 W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

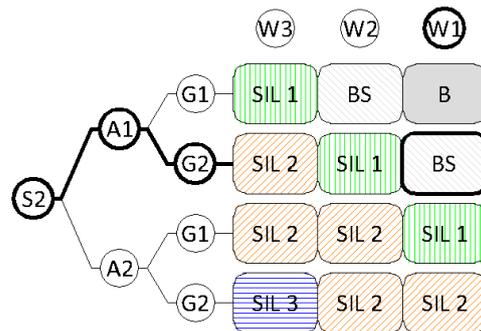
Lfd. Nr. 33.2: Unterfüllsicherung im Kondensatabscheider:

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.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Auswirkungsbereich kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einer Explosion ist es grundsätzlich fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden.
- Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist wegen der zusätzlichen Betriebseinrichtungen bei Umsetzung der in der TRAS 120 formulierten Anforderungen an organisatorische Maßnahmen sehr gering. Bei üblichen Betriebsbedingungen einer Biogasanlage im Normalbetrieb ist ein Austrocknen nicht zu erwarten, so dass als Ursache das Versagen der Pumpensteuerung verbleibt.

Abbildung 10: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Unterfüllsicherung im Kondensatabscheider bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
 S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
 S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
 S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
 A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
 G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
 W2: gering
 W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

Lfd. Nr. 34: Alarmierung für Gegenmaßnahmen, falls ein angeforderter Fackelbetrieb nicht erfolgt:

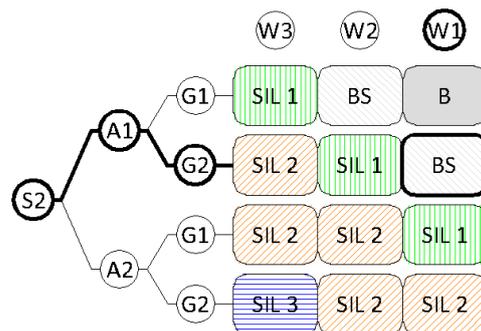
Bei nicht erkanntem Ausfall der Gasabsaugung zur Notfackel kann das nachgebildete Biogas zu einer Überfüllung des Gasspeichers mit Ansprechen der Überdrucksicherung führen.

Gefährdung bei Ansprechen der Überdrucksicherung ist bei lfd. Nr. 7 dargestellt.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Bereich des Gasspeichers kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einer Explosion ist es grundsätzlich fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden.
- Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist sehr gering, da wegen der in Tabelle 2 beschriebenen zusätzlichen Betriebseinrichtungen die Erfordernis eines unmittelbaren Notfackeleinsatzes bei Umsetzung der in der TRAS 120 formulierten Anforderungen an organisatorische Maßnahmen bei ausreichendem Puffervolumen im Gasspeicher sehr gering ist.

Abbildung 11: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Alarmierung für Gegenmaßnahmen, falls ein angeforderter Fackelbetrieb nicht erfolgt bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
 S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
 S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
 S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
 A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
 G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
 W2: gering
 W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

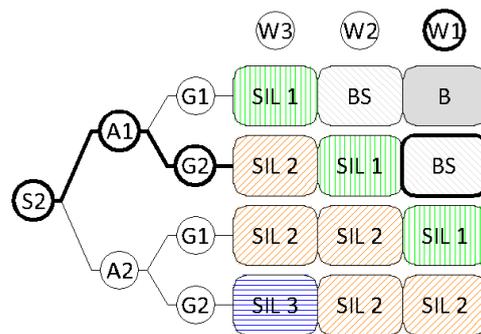
Lfd. Nr. 40: Raumlufüberwachung Pumpenraum für explosionsfähige Atmosphäre bezogen auf Biogas:

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.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Pumpenraum kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einer Explosion ist es grundsätzlich fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden¹⁴.
- Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist bei ausreichender Lüftung und Drucküberwachung der Pumpe sowie bei Umsetzung der in der TRAS 120 formulierten Anforderungen an organisatorische Maßnahmen sehr gering.

Abbildung 12: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Raumlufüberwachung im Pumpenraum auf explosionsfähige Atmosphäre bezogen auf Biogas bei Biogasanlagen nach TRAS 120 allgemein



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
- S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
- S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
- S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
- A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
- G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
- W2: gering
- W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

¹⁴: Ist ein Voralarm bei 20 % der UEG mit Alarmierung für Gegenmaßnahmen zusätzlich zum Hauptalarm gegeben, kann G1 anstatt G2 angesetzt werden, was dazu führt, dass eine Betriebseinrichtung ausreichend wäre.

2.2.5 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 eine sicherheitsrelevante binäre Steuerungsfunktion oder Schaltfunktion (Z) angegeben ist, findet sich im Anschluss an die Tabelle die Begründung hierfür. Grundsätzlich ergibt sich erforderliche Ausführung anlagenspezifisch aus der SIL-Einstufung nach dem Risikograph.

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

Lfd Nr.	Anlage-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
49.	2.2	Vorlagen fest mit Zumischung von z. B. Gülle	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	AIRZAH (H ₂ S) ggf. zusätzlich für (NH ₃) und / oder (CO ₂)	nein	nein	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 mit Zumischung von z. B. Gülle	Biogasfreisetzung bis zum Erreichen von g. e. A.	Erfassung Zündfähigkeit Alarm hoch	Lüftung maximal, Alarm für Gegenmaßnahmen	AZARH (CH ₄) oder (H ₂)	nein	nein	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	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	Lüftung maximal, Alarm für Gegenmaßnahmen: Befüllung ist umgehend zu beenden	AIRZAH (H ₂ S) ggf. zusätzlich für (NH ₃) und / oder (CO ₂)	nein	nein	ja		[1] lfd. Nr. 41 [2] 2.7 (10) / BIOGAS-3-B-10 (angegeben für H ₂ S)

Muster-Rohrleitungs- und Instrumentenfließschemata für Biogaserzeugungsanlagen

Lfd. Nr.	Anlagenteil-Nr.	Anlagenteil	Gefahren	MSR- / PLT-Einrichtung	Funktion	Zeichen	B	BS	SIL1	Ausführung / Kontrolle	Quelle / Plan-Nr.
52.	erforderlich) 2.3	Annahmehalle	Brandgefahr	Schaltung und Alarm hoch automatische Brandmelder	Brandmeldung	XAH	ja	nein	nein		Lehre aus aktuellem Schadensfall/ BIOGAS-3-B-10
53.	2.1 bis 2.3 Bereich mit technischer Lüftung	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 ¹⁵) Schaltung und Alarm tief	Stopp der Befüllung Alarm für Gegenmaßnahmen: Stopp der Entladung / Befüllung	SZARL oder FZARL	nein	nein	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	nein		[1] lfd. Nr. 43 [3] 3.2.2 / BIOGAS-3-B-22

¹⁵: Nach 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.

Begründung für eine Einteilung als sicherheitsrelevante Steuerungs- oder Schaltfunktion (Z):

Die einleitenden Sätze unter der Tabelle 2 gelten hier in gleicher Weise.

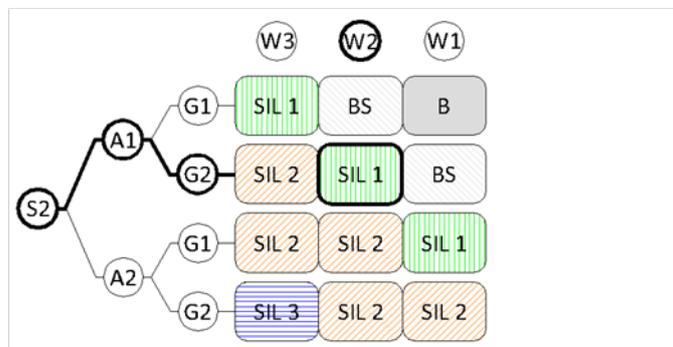
Lfd. Nr. 49: Überwachung der Raumluft in Vorlagen zur Vermischung von festen und pumpfähigen Substraten oder Gärresten auf Schwefelwasserstoff:

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 Gärrest entstehen.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Vorlagebehälter und an dessen üblicherweise geschlossenen Öffnungen kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einem unbemerkten Austritt toxischer Gase in gesundheitsschädigender Konzentration ist es fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden.
- Da es sich üblicherweise um geschlossene Behälter handelt ist die Wahrscheinlichkeit gering. Die Wahrscheinlichkeit ist nicht sehr gering, da ein Ausgasen auch aus verbliebenen Reststoffen beim Öffnen und/oder über Eintragsrichtungen für die Feststoffe möglich ist.

Abbildung 13: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Raumluft in Vorlagen zur Vermischung von festen und pumpfähigen Substraten oder Gärresten auf Schwefelwasserstoff bei Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
- S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
- S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
- S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
- A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
- G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
- W2: gering
- W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

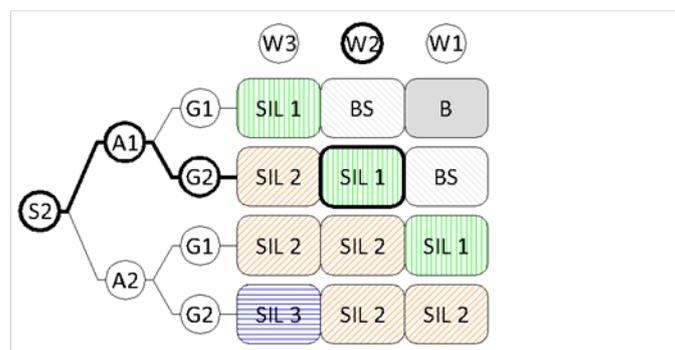
Lfd. Nr. 50: Überwachung der Raumluft in Vorlagen zur Vermischung von festen und pumpfähigen Substraten oder Gärresten hinsichtlich zündfähiger Atmosphäre:

Durch Biogasbildung in dem Substrat könnte sich eine größere zusammenhängende Gaswolke innerhalb des Explosionsbereiches bilden. Unter ungünstigen Umständen kann im Fall von deren Zündung ein Störfall auftreten.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Im Vorlagebehälter und an dessen üblicherweise geschlossenen Öffnungen kann von einem seltenen bis häufigen Aufenthalt ausgegangen werden.
- Bei einer Explosion ist es grundsätzlich fast unmöglich die Auswirkungen zu vermeiden¹⁶.
- Da es sich üblicherweise um geschlossene Behälter ohne Zündquellen im Inneren handelt ist die Wahrscheinlichkeit gering. Die Wahrscheinlichkeit ist nicht sehr gering, da ein Ausgasen bis zu potenziellen Zündquellen auch aus verbliebenen Reststoffen beim Öffnen und/oder über Eintragseinrichtungen für die Feststoffe möglich ist.

Abbildung 14: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Raumluft in Vorlagen zur Vermischung von festen und pumpfähigen Substraten oder Gärresten hinsichtlich zündfähiger Atmosphäre bei Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
 S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
 S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
 S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
 A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
 G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
 W2: gering
 W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

¹⁶: Ist im Fall einer täglich geleerten Vorlage ein Voralarm bei 20 % der UEG mit Alarmierung für Gegenmaßnahmen gegeben, kann G1 anstatt G2 angesetzt werden, was dazu führt, dass eine Betriebseinrichtung mit Sicherheitsfunktion ausreichend wäre.

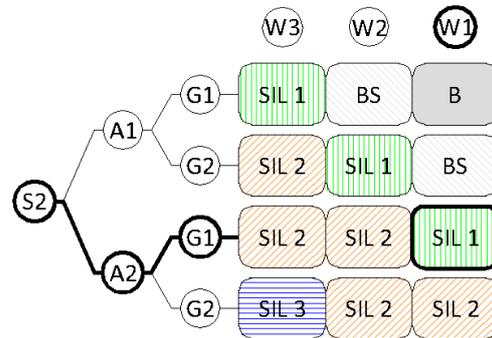
Lfd. Nr. 51: Überwachung der Raumluft in der Annahmehalle im Bereich der angelieferten Substrate auf Schwefelwasserstoff:

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 Gärrest entstehen.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Bei größeren Annahmebereichen können viele Personen von der Gesundheitsgefährdung betroffen sein. Von einem häufigen bis dauernden Aufenthalt von Personen ist auszugehen.
- Hohe Konzentrationen sind nur unmittelbar am Substrat gegeben und werden bei großen Hallenvolumen bei den vorgeschriebenen Lüftungsmaßnahmen bereits in kurzer Entfernung dazu rasch geringer.
- Bei üblichem Betrieb mit arbeitstäglicher Abarbeitung des angenommenen Substrates ist die Gefahr zu hoher Konzentrationen allenfalls sehr selten gegeben, beispielsweise wenn eine Substratzugabe über längere Zeit gestört und eine Zwischenlagerung im Annahmebereich unvermeidlich ist, insbesondere bei der Aufnahme des dann länger gelagerten Substrates z. B. für den Eintrag und / oder falls die Lüftung längere Zeit ausfällt. Die Wahrscheinlichkeit ist also sehr gering.

Abbildung 15: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Überwachung der Raumluft in der Annahmehalle im Bereich der angelieferten Substrate auf Schwefelwasserstoff bei Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
- S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
- S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
- S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
- A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
- G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
- W2: gering
- W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

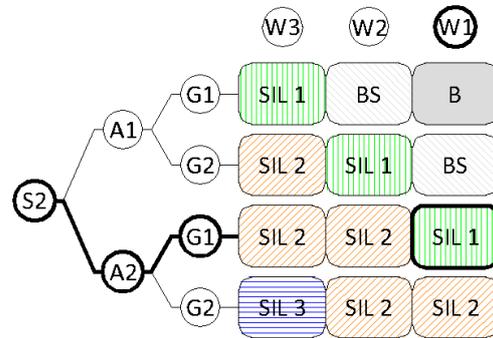
Lfd. Nr. 53: Erfassung des Betriebs der technischen Lüftung für die Annahmehalle und die dort vorhandenen Quellenabsaugungen durch Strömungsüberwachung oder Drehzahlüberwachung:

Ohne Lüftung könnte sich durch Ausgasung eine Aufkonzentrierung freigesetzter Gase bis über gesundheitsgefährdende Konzentrationen ergeben und /oder es könnte durch Biogasbildung eine größere zusammenhängende Gaswolke innerhalb des Explosionsbereiches bilden. Unter ungünstigen Umständen kann im Fall von deren Zündung ein Störfall auftreten.

Bei der Beurteilung gemäß Risikograph (siehe folgende Abbildung) ergibt sich die im Folgenden dargestellte Abbildung wie folgt:

- Bei größeren Annahmebereichen können viele Personen von der Gesundheitsgefährdung betroffen sein. Von einem häufigen bis dauernden Aufenthalt von Personen ist auszugehen.
- Hohe Konzentrationen sind bei einer Lüftung nur unmittelbar am Substrat gegeben. Bei Ausfall der Lüftung steigen die Konzentrationen in der Halle nur langsam. Der Ausfall der Hallenbelüftung führt damit nicht unmittelbar zu einer Gefahr, vielmehr kann in Betriebszeiten organisatorisch eingegriffen werden. Auswirkungsbegrenzung ist also unter bestimmten Bedingungen möglich.
- Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist bei Beachtung der Wartungsintervalle nach Herstellerangaben sowie bei Umsetzung der in der TRAS 120 formulierten Anforderungen an organisatorische Maßnahmen sehr gering.

Abbildung 16: Gefahrenanalyse nach Risikograph für die Erfassung des Betriebs der technischen Lüftung für die Annahmehalle und die dort vorhandenen Quellenabsaugungen durch Strömungsüberwachung oder Drehzahlüberwachung bei Biogasanlagen für besondere Einsatzstoffe gemäß TRAS 120



Schwere der Auswirkung des gefährlichen Ereignisses (S)

- S1: leichte Verletzung, kleine Umwelteinflüsse
- S2: bleibende Verletzung von ≥ 1 Person; Tod einer Person, vorübergehende schädliche Umwelteinflüsse
- S3: Tod mehrerer Personen, lang andauernde Umwelteinflüsse
- S4: katastrophale Auswirkungen

Aufenthaltshäufigkeit im gefährlichen Bereich multipliziert mit der Aufenthaltsdauer (A)

- A1: selten bis häufig
- A2: häufig bis dauernd

Möglichkeit, die Auswirkungen des gefährlichen Ereignisses zu vermeiden (G)

- G1: unter bestimmten Bedingungen möglich
- G2: fast unmöglich

Eintrittswahrscheinlichkeit des gefährlichen Ereignisses (W)

- W1: sehr gering
- W2: gering
- W3: relativ hoch

Quelle: eigene Abbildung, Ingenieurgruppe RUK GmbH auf Basis der VDI / VDE Richtlinie 2180

2.2.6 Beispielhaftes Umsetzen der Technischen Regel Gefahrstoffe (TRGS) 725

2.2.6.1 Anforderungen der TRGS 725

Als wichtigstes ist darauf hinzuweisen, dass die TRGS 725, wie im Titel dieses Regelwerkes angegeben, ausschließlich die Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen behandelt und damit außerhalb von Explosionsschutzmaßnahmen nicht zur Anwendung kommen darf.

Das Vorgehen in der TRGS 725 beruht hauptsächlich auf den folgenden Definitionen:

- ▶ Grundlage der Sicherheitsbetrachtung ist die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung nach § 6 GefStoffV. Diese gibt vor, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um
 - a. die Wahrscheinlichkeit für das zeitgleiche Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g. e. A.) und wirksamen Zündquellen ausreichend sicher zu reduzieren oder
 - b. die Auswirkungen von Explosionen auf ein unbedenkliches Maß zu verringern.
- ▶ Eine Ex-Vorrichtung besteht aus einer oder mehreren Explosionsschutzeinrichtungen (Ex-Einrichtungen) und erforderlichenfalls deren Überwachung und kann MSR- / PLT-Einrichtungen beinhalten.
- ▶ Ex-Einrichtungen führen die in der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Sicherheitsfunktionen zum primären, sekundären oder tertiären Explosionsschutz aus.
- ▶ Funktionseinheiten sind miteinander in Beziehung stehende Teile einer Ex-Einrichtung oder einer Überwachung.
- ▶ Überwachung dient dazu, den Ausfall der Ex-Einrichtung rechtzeitig zu erkennen und den Prozess durch Einleitung wirksamer technischer oder organisatorischer Maßnahmen innerhalb der Prozessfehlertoleranzzeit (PFT) in den sicheren Zustand zurückzuführen.
- ▶ Zuverlässigkeit = Fähigkeit einer Einrichtung, eine geforderte Funktion unter vorgegebenen Bedingungen auszuführen. Bestimmende Größen sind:
 - a. Betriebsweise und Beanspruchungswerte aus der Umgebung und dem Prozess
 - b. Häufigkeit eines Eingriffs der Überwachung
 - c. Anforderungen hinsichtlich der Schnelligkeit des Eingriffs (Prozessfehlertoleranzzeit).
- ▶ Betriebsbewährte MSR- / PLT-Einrichtungen = Eignung ist für den Anwendungsfall nachgewiesen. In der Bewährungsphase wurden systematische Fehler ausgeschlossen.
- ▶ Das erforderliche Maß an Sicherheit der Maßnahmen zum primären und sekundären Explosionsschutz wird durch Reduzierungsstufen ausgedrückt.

Das Vorgehen in der TRGS 725 beruht hauptsächlich auf den folgenden Grundsätzen und der darauf basierende Gefährdungsbeurteilung:

- ▶ Zur Bewertung der Zuverlässigkeit der Ex-Vorrichtung kann diese in Funktionseinheiten unterteilt werden.

- ▶ Zuverlässigkeit der Funktionseinheiten wird mit Hilfe von Klassifizierungsstufen beschrieben.
- ▶ Aus der Kombination der Klassifizierungsstufen einzelner Funktionseinheiten ergibt sich die resultierende Klassifizierungsstufe für die Ex-Vorrichtung, welche der geforderten Reduzierungsstufe entsprechend der folgenden Tabelle entsprechen muss.

Tabelle 4: Klassifizierungsstufen und Reduzierungsstufen nach TRGS 725

Klassifizierungsstufe	Reduzierungsstufe
K1	1
K2	2
K3	3

- ▶ Die Beurteilung der zuverlässigen Funktion der Ex-Vorrichtung muss einschließen:
 - a. Die bestimmungsgemäße Verwendung und
 - b. den zu erwartenden Fehlgebrauch (Fehlbedienung).
- ▶ Die notwendige Zuverlässigkeit einer Ex-Vorrichtung ist abhängig von der Zoneneinteilung und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer wirksamen Zündquelle entsprechend der folgenden Tabelle.

Tabelle 5: Einfluss der Zoneneinteilung und Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer wirksamen Zündquelle auf die erforderliche Anzahl von Reduzierungsstufen nach TRGS 725

Vorhandensein von Zündquellen	Zone 0/20 Anzahl erforderlicher Reduzierungsstufen	Zone 1/21 Anzahl erforderlicher Reduzierungsstufen	Zone 2/22 Anzahl erforderlicher Reduzierungsstufen	Keine Zone Anzahl erforderlicher Reduzierungsstufen
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	3	2	1	-
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	2	1	-	-
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltener Betriebsstörungen vorhanden	1	-	-	-
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	-	-	-	-

Die Bewertung einer Ex-Vorrichtung erfolgt auf Basis der genannten Grundsätze wie folgt:

- ▶ Die erzielbare Anzahl von Reduzierungsstufen ist abhängig vom Ausfallverhalten der Vorrichtung entsprechend der folgenden Tabelle.

Tabelle 6: Anzahl erzielbarer Reduzierungsstufen in Abhängigkeit vom Ausfallverhalten der Ex-Vorrichtungen (Wertigkeit der Ex-Vorrichtung) nach TRGS 725

Zuverlässigkeit der Ex-Vorrichtung	dauerhaft sichergestellt	hoch	ausreichend
zugehöriges Ausfallverhalten der Ex-Vorrichtung	sehr selten	selten	vorhersehbar
erzielbare Anzahl von Reduzierungsstufen der Ex-Vorrichtung	3	2	1

- ▶ Bei einer Unterteilung der Ex-Vorrichtung in Funktionseinheiten erfolgt die Bewertung der Ex-Vorrichtung nach den in der TRGS 725 und der daraus resultierenden Klassifizierungsstufe des Gesamtsystems.
- ▶ Ohne Unterteilung der Ex-Vorrichtung in Funktionseinheiten kann für diese lediglich ein vorhersehbares Ausfallverhalten angenommen werden.

Für die Umsetzung der Klassifizierungsstufen in ein Konzept der funktionalen Sicherheit sieht die TRGS 725 verschiedene Möglichkeiten vor. Hierzu ist in den Tabellen 9 bis 13 und in Anhang 2 der TRGS 725 der Zusammenhang zwischen funktionaler Sicherheit und Klassifizierungsstufen beschrieben. Im Folgenden ist eine Auswahl der Möglichkeiten aufgelistet:

- ▶ Sollen keine hinsichtlich der funktionalen Sicherheit bewerteten Funktionseinheiten Verwendung finden gilt Tabelle 9 der TRGS 725 (siehe folgende Tabelle).

Tabelle 7: Anforderungen an die Fehlersicherheit und die Funktionale Sicherheit in Abhängigkeit von der Klassifizierungsstufe nach TRGS 725

Klassifizierungsstufe	K3	K2	K1
erforderliche Fehlersicherheit (HFT)	Zweifehlersicherheit (HFT = 2)	Einfehlersicherheit (HFT = 1)	Nicht-fehlersicher (HFT = 0)
funktionale Sicherheit (Mindestanforderungen) ¹⁷	1 von 3 Redundanz einschließlich Zusatzmaßnahmen nach Anhang 1 und bewährte Bauteile nach DIN EN ISO 13849-2:2008 oder Fail Safe	1 von 2 Redundanz einschließlich Zusatzmaßnahmen nach Anhang 1 und bewährte Bauteile nach DIN EN ISO 13849-2:2008 oder Fail Safe	Zusatzmaßnahmen nach Anhang 1 und bewährte Bauteile nach DIN EN ISO 13849-2:2008 Oder Fail Safe

- ▶ Liegen vom Hersteller Bewertungen der funktionalen Sicherheit entsprechend einer einschlägigen DIN vor, so erfolgt die Zuordnung entsprechend Tabelle 10 der TRGS 725 (siehe folgende Tabelle).

¹⁷: Fail Safe oder fehlersicher ist eine Funktionseinheit, wenn es die Fähigkeit besitzt, beim Auftreten gefährlicher Fehler (z. B. innerer Fehler) im sicheren Zustand zu bleiben oder vor Ablauf der Fehlertoleranzzeit in einen anderen sicheren Zustand überzugehen. Die Eigenschaft „Fail Safe“ ist unverlierbar, sie wird vom Hersteller bestätigt.

Tabelle 8: Zuordnung des Sicherheitsintegritätslevel zu der Klassifizierungsstufe nach TRGS 725

Klassifizierungsstufe	Safety Integrity Level (SIL oder SIL _{CL})
K1	SIL 1 oder SIL _{CL} 1
K2	SIL 2 oder SIL _{CL} 2

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen dass die Verwendung der Abkürzung SIL in der TRGS 725 nicht die gleichen Anforderungen unterstellt wie sie in der VDI/VDE Richtlinie 2180 angesprochen werden.

- Liegen vom Arbeitgeber Bewertungen für Funktionseinheiten zur Betriebsbewährung vor, erfolgt die Zuordnung entsprechend Tabelle 13 der TRGS 725 (siehe folgende Tabelle).

Tabelle 9: Anforderungen an die Fehlersicherheit und die Funktionale Sicherheit von betriebsbewährten Funktionseinheiten in Abhängigkeit von der Klassifizierungsstufe nach TRGS 725

Klassifizierungsstufe	K3	K2	K1
erforderliche Fehlersicherheit (HFT)	Ein-Fehlersicher (HFT = 1)	nicht fehlersicher (HFT = 0)	nicht fehlersicher (HFT = 0)
funktionale Sicherheit	1 von 2 Redundanz oder 2 von 3 Redundanz und Anforderungen nach Anhang 2	Anforderungen nach Anhang 2	Anforderungen nach Anhang 2

Die wichtigsten Unterschiede zur VDI/VDE Richtlinie 2180 in der Vorgehensweise nach TRGS 725 lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Eine Ex-Vorrichtung kann durch Auswahl geeigneter Komponenten so zusammengebaut werden, dass eine erforderliche Klassifizierungsstufe erreicht wird. Die Bewertung erfolgt also auf Komponentenebene. Im Gegensatz dazu ist bei einer Bewertung nach VDI /VDE Richtlinie 2180 die Gesamtfunktion zu bewerten.
- Das Erreichen von Reduzierungsstufen ist nicht nur durch Bestandteile / Vorrichtungen mit SIL-Eignung möglich. Vielmehr sind unterschiedliche Möglichkeiten der Realisierung gegeben. Eine der Möglichkeiten ist die Verwendung betriebsbewährter Systeme, welche die in der TRGS 725 definierten Voraussetzungen erfüllen.
- Die TRGS 725 sieht ein schrittweises Vorgehen vor, das von einem qualifizierten Explosionsschutzkonzept ausgeht und auf dieser Basis eine Geräteauswahl vorgibt, wo eine bestimmte Qualität der Geräte gefordert ist. Die geforderte Ausfallsicherheit entspricht nicht den in der VDI/VDE Richtlinie 2180 geforderten strengeren Vorgaben. Dies ist auch nicht erforderlich, da beim Explosionsschutz immer zwei Bedingungen gleichzeitig gegeben sein müssen, nämlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre und eine Zündquelle. Dies wiederum führt zu der Feststellung, dass die TRGS 725, welche nur für den Explosionsschutz erstellt worden ist, auch nur für diesen Bereich eingesetzt werden darf.

2.2.6.2 Umsetzung der Vorgaben der TRGS 725 an zwei Beispielen

Es erfolgt eine Anwendung der Gefährdungsbeurteilung nach TRGS 725 auf die folgenden Beispiele:

- ▶ Anwendung auf die Raumlufüberwachung im BHKW-Aufstellraum (Ifd. Nr. 30 in der Tabelle 2, gilt sowohl für Typ A- als auch für Typ B-Anlagen).
- ▶ Anwendung auf Raumlufüberwachung in der Vorlage zur Vermischung von festen und pumpfähigen Substraten oder Gärresten (Ifd. Nr. 50 in der Tabelle 3, gilt für Typ A-Anlagen).

Folgendes Ergebnis wurde ermittelt:

- ▶ Anwendung auf die Raumlufüberwachung (RLÜ) im BHKW-Aufstellraum:
 - Es findet unabhängig von der Raumlufüberwachung eine dauerhafte technische Belüftung in Betriebszeiten statt.
 - Diese technische Belüftung findet aber nicht derart statt, dass austretendes Gas sicher unter die UEG verdünnt werden kann, sondern zur Wärmeabfuhr Ergebnis: Zone 1.
 - Es sind Zündquellen im Normalbetrieb vorhanden Ergebnis: 2 Reduzierungsstufen erforderlich Ergebnis: Klassifizierungsstufe K2.
 - Eine Reduzierungsstufe kann durch das technisch dichte Gassystem erreicht werden.
 - Damit verbleibt für die Raumlufüberwachung eine Klassifizierungsstufe K1 und damit der Einsatz einer Raumlufüberwachung mit SIL 1.
 - Das Ergebnis unterscheidet sich nicht von dem Ergebnis bei Anwendung der VDI/VDE Richtlinie 2180.
- ▶ Anwendung auf Raumlufüberwachung in der Vorlage zur Vermischung von festen und pumpfähigen Substraten oder Gärresten:
 - Es findet unabhängig von der Raumlufüberwachung eine dauerhafte technische Belüftung in Betriebszeiten statt.
 - Es ist eine Aufkonzentrierung über die UEG auch bei Ansatz dieser dauerhaften technischer Belüftung möglich, Ergebnis: Zone 1.
 - Es sind Zündquellen im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden, Ergebnis: 1 Reduzierungsstufe erforderlich.
 - Damit verbleibt für die Raumlufüberwachung eine Klassifizierungsstufe K1 und damit der Einsatz einer Raumlufüberwachung mit SIL 1.
 - Das Ergebnis unterscheidet sich nicht von dem Ergebnis bei Anwendung der VDI/VDE Richtlinie 2180.

Bei der Anwendung der TRGS 725 auf die beiden ausgewählten Beispiele hat somit Folgendes bestätigt:

- ▶ Bei Anwendung der TRGS 725 ergibt sich eine vergleichbare Einstufung wie bei der Anwendung der VDI/VDE Richtlinie 2180.
- ▶ Bei Anwendung der TRGS 725 ergibt sich keine Notwendigkeit, zusätzliche MSR- / PLT-Einrichtungen oder MSR- / PLT-Einrichtungen mit höherer Zuverlässigkeit einzubauen.

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.

Es wurde ein Hinweis ergänzt, dass für den Umfang der aus den Messungen folgenden Steuerungsaufgaben die Angaben in den Tabellen 2 und 3 zu berücksichtigen sind. Zwecks Verbesserung der Übersichtlichkeit sind die automatischen Folgehandlungen in den Muster R- und I-Fließschemata nicht an allen Stellen vollumfänglich enthalten.

In den Muster-R- und I-Fließschemata ist Umfang der aus den Messungen folgenden Steuerungsaufgaben zwecks Verbesserung der Übersichtlichkeit nicht an allen Stellen vollumfänglich enthalten. Relevant sind diesbezüglich die Angaben in den Tabellen 2 und 3. Beispielsweise kann die Sauerstoffmessung im erfassten Biogas nach dem Biogasverdichter zur Reduzierung der Förderleistung der Luftpumpe(n) vor der Entschwefelung eingesetzt werden (Ifd. Nrn. 15 und 22 in Tabelle 2) und/oder zu einem partiellen Not-Aus der Anlage führen (Ifd. Nr. 22 in Tabelle 2). Im Muster ist aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die Darstellung der Steuerungsaufgabe verzichtet worden (Pläne Biogas-3-A-42 und Biogas-3-B-42).

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:
„Ablufterfassung 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. Bei der Betrachtung handelt es sich um die Betrachtung einer fiktiven Anlage. Es kann bei anderen Anlagen der Fall auftreten, dass weitere Mess- Steuer- und Regelungstechnik mit Sicherheitsfunktion notwendig wird. 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 für Verfahrensfließschemata und R- und I-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

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

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013, zuletzt geändert am 19. Juni 2020

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 EN 61511-1:2019-02; VDE 0810-1:2019-02 - Funktionale Sicherheit - PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie - Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Anforderungen an Systeme, Hardware und Anwendungsprogrammierung

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

2012/18/EU (2012): RICHTLINIE 2012/18/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates

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

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) vom 26. November 2010, zuletzt geändert am 29. März 2017

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

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 720 (2020): Technische Regeln für Gefahrstoffe - Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines vom 24.07.2020, Fassung vom 27.07.2020

TRGS 720 (2020): Technische Regeln für Gefahrstoffe - Gefährliche explosionsfähige Gemische - Allgemeines vom 24.07.2020

TRGS 721 (2020): Technische Regeln für Gefahrstoffe - Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre– Beurteilung der Explosionsgefährdung vom 2. Oktober 2020

TRGS 722 (2012): Technische Regeln für Gefahrstoffe - Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, Ausgabe: März 2012

TRGS 723 (2019): Technische Regeln für Gefahrstoffe - Gefährliche explosionsfähige Gemische - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische, Ausgabe: Juli 2019, zuletzt geändert: 26.08.2019 zuletzt geändert: 02.10.2020

TRGS 724 (2019): Technische Regeln für Gefahrstoffe - Gefährliche explosionsfähige Gemische - Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken, Ausgabe: Juli 2019, zuletzt geändert: 26.08.2019

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

TRGS 727 (2016): Technische Regeln für Gefahrstoffe - Vermeidung von Zündgefahren in-folge elektrostatischer Aufladungen, Ausgabe: Januar 2016, zuletzt geändert: 29.07.2016

VDI / VDE 2180 Richtlinie 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

VDI / VDE 2180 Richtlinie Blatt 1 (2019): Technische Regel des Verbandes der Deutschen Ingenieure und des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V. „Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie Einführung, Begriffe, Konzeption“, Ausgabe 2019-04

VDI / VDE 2180 Richtlinie Blatt 2 (2019): Technische Regel des Verbandes der Deutschen Ingenieure und des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V. „Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie Planung, Errichtung und Betrieb von PLT-Sicherheitsfunktionen“, Ausgabe 2019-09

VDI / VDE 2180 Richtlinie Blatt 3 (2019): Technische Regel des Verbandes der Deutschen Ingenieure und des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V. „Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie Nachweis der Ausfallwahrscheinlichkeit im Anforderungsfall (PFD)“, Ausgabe 2019-09

VDI / VDE 2180 Richtlinie Blatt 4 (2020) Entwurf: Technische Regel des Verbandes der Deutschen Ingenieure und des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V. „Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie Mechanische Komponenten in PLT-Sicherheitseinrichtungen“, Ausgabe 2020-02