DMT GmbH & Co. KG
Anlagen- und Produktsicherheit
Zentrum für Brand- und Explosionsschutz

Tremoniastraße 13
44137 Dortmund, Deutschland

Telefon +49 231 5333-391
Telefax +49 231 5333-299
aps@dmt-group.com
www.dmt-group.com/de

TÜV NORD GROUP

Explosionsschutzkonzept gemäß § 6 (9) GefStoffV für die Errichtung eines Gasmotorenkraftwerks zur Bereitstellung von Wärme und Netzdienstleistungen (KWK) am Standort Energiepark Zolling

- - - - - - - - - - - - - - - - - - -

Bearbeiter:
Dipl.-Ing. (FH) / M.Sc. Martin Möller
Fachkundig gemäß § 2 (16) GefStoffV für die Erstellung von Explosionsschutzkonzepten
Zur Prüfung befähigte Person nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 3.3 BetrSichV

Prüfung auf Plausibilität:
Dipl.-Ing. Stephanie Klose
Fachkundig gemäß § 2 (16) GefStoffV für die Erstellung von Explosionsschutzkonzepten
Zur Prüfung befähigte Person nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 3.3 BetrSichV

8119293091/10 APS-EX-Möl Index 4.0
Dortmund, 10.03.2022

DMT GmbH & Co. KG
Anlagen- und Produktsicherheit
Zentrum für Brand- und Explosionsschutz

Dieses Explosionsschutzkonzept umfasst 42 Seiten und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Von diesem Explosionsschutzkonzept wurde eine geschützte PDF-Datei ausgehändigt. Eine Veröffentlichung bedarf unserer Zustimmung.

DIN EN ISO 9001 14001

Mit Sicherheit Zukunft.

INHALTSVERZEICHNIS **SEITE**

0 INDEX ... 5

1 VERANLASSUNG – AUFGABENSTELLUNG ... 5

1.1 GRUNDLEGENDE ANLAGENINFORMATIONEN ... 6

2 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN ... 6

2.1 RECHTLICHE GRUNDLAGEN ... 6

2.2 TECHNISCHE GRUNDLAGEN ... 8

3 EXPLOSIONSSCHUTZKONZEPT ... 9

3.1 ANLAGEN- UND VERFAHRENSBESCHREIBUNG ... 9

3.2 ANLAGENDARSTELLUNG ... 10

4 STOFFE ... 11

4.1 GASE, DÄMPFE, FLÜSSIGKEITEN ... 11

4.2 STÄUBE ... 12

5 ERMITTLUNG UND BEWERTUNG DER EXPLOSIONSGEFÄHRDUNGEN, EXPLOSIONSSCHUTZMAßNAHMEN ... 12

5.1 VORBEMERKUNGEN ... 12

6 DETAILBEWERTUNG ... 14

6.1 GASMOTORENKRAFTWERK ... 15

7 MAßNAHMEN ZUR VERMEIDUNG VON G.E.A. / G.E.G. ... 24

8 SCHUTZMAßNAHMEN GEGEN ZÜNDGEFAHREN ... 24

8.1 ÜBERSICHT EXPLOSIONSGEFÄHRDETER BEREICHE ... 24

8.2 GERÄTE, SICHERHEITS-, KONTROLL- UND REGELVORRICHTUNGEN GEMÄß RICHTLINIE 2014/34/EU BZW. RICHTLINIE 94/9/EG ... 25

8.3 BETRIEBLICHE ZÜNDQUELLEN ... 26

8.3.1 Grundlegende Zündquellenbewertung ... 26

8.3.2 Heiße Oberflächen ... 27

8.3.3 Flammen und heiße Gase ... 27

8.3.4 Mechanisch erzeugte Funken ... 27

8.3.5 Elektrische Anlagen ... 27

8.3.6 Statische Elektrizität ... 28

8.3.7 Blitzschlag ... 29

9 MAßNAHMEN ZUR REDUZIERUNG VON EXPLOSIONSAUSWIRKUNGEN AUF EIN UNGEFÄHRLICHES MAß ... 29

10 PLT-SCHUTZMAßNAHMEN ... 29

11 ORGANISATORISCHE EXPLOSIONSSCHUTZMAßNAHMEN ... 30

11.1 SCHRIFTLICHE BETRIEBSANWEISUNGEN / PROZESSANWEISUNGEN / ARBEITSANWEISUNGEN ... 30

11.2 SCHULUNGEN ... 31

11.3 ARBEITSFREIGABESYSTEM ... 31

11.4 INSPEKTIONS-, WARTUNGS-, MONTAGE- UND REPARATURARBEITEN ... 32

11.5 PRÜFUNGEN ... 32

11.5.1 Prüfung vor Inbetriebnahme ... 33
11.5.2 Wiederkehrende Prüfungen ... 33
11.5.3 Zur Prüfung befähigte Person ... 34
11.5.4 Übersicht der Prüfinhalte ... 34
11.6 KOORDINATION ... 35
11.7 KENNZEICHNUNG DER EXPLOSIONSGEFÄHRDETEN BEREICHE ... 36
11.8 SCHUTZ VOR DEM ZUTRITT UNBEFUGTER ... 36
11.9 FLUCHT- UND RETTUNGSWEGE ... 36

12 WEITERE UNTERLAGEN ZUR AUFNAHME IN DAS EXPLOSIONSSCHUTZDOKUMENT ... 37

13 RECHTLICHE UND TECHNISCHE GRUNDLAGEN ... 38

13.1 WICHTIGE GESETZE, VERORDNUNGEN, UNFALLVERHÜTUNGSVORSCHRIFTEN, TECHNISCHE REGELN, NORMEN UND ANDERE VORSCHRIFTEN ZUM EXPLOSIONSSCHUTZ ... 38
13.2 LITERATUR, DATENBANKEN ... 40
13.3 WESENTLICHE BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN ... 40

14 ZUSAMMENFASSUNG ... 42

Begriffe / Abkürzungen / Definitionen

g.e.A. / G.e.A.	gefährliche explosionsfähige Atmosphäre[1]
e.A. / E.A.	explosionsfähige Atmosphäre
e.B. / E.B.	explosionsgefährdeter Bereich *Hinweis: Der explosionsgefährdete Bereich ist formal nur für atmosphärische Bedingungen (g.e.A.) definiert. Der Begriff wird zur sprachlichen Vereinfachung in diesem Dokument jedoch auch für nicht-atmosphärische Bedingungen (g.e.G.) verwendet.*
g.e.G. / G.e.G.	gefährliches explosionsfähiges Gemisch
e.G. / E.G.	explosionsfähiges Gemisch
Zone X	Festlegung der Auftrittswahrscheinlichkeit von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in explosionsgefährdeten Bereichen (Anhang I, 1.7 GefStoffV /R7/); Gase / Dämpfe: Zone 0, 1, 2 / Stäube: Zone 20, 21, 22
Zone X n.a.	Festlegung der Auftrittswahrscheinlichkeit von g.e.G. in e.B. Die zeitlichen Randbedingungen werden gleich denen der Festlegungen für g.e.A. getroffen, der Zusatz „n.a.“ weist auf nicht-atmosphärische Bedingungen hin.
UEG	untere Explosionsgrenze
OEG	obere Explosionsgrenze
SGK	Sauerstoffgrenzkonzentration
MV	Maßnahmen zur Vermeidung oder zur Reduzierung der Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre bzw. gefährlichen explosionsfähigen Gemischen
ZQV	Zündquellenvermeidung für wirksame Zündquellen
KEx	Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes
PLT	Prozessleittechnik
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
k. A.	keine Angabe verfügbar
BA+U	Betriebsanweisung und Unterweisung
MOP	Maximal zulässiger Betriebsdruck
i.N.	Im Normzustand
GDRMA	Gasdruck-Regel-und-Messanlage
ESK	Explosionsschutzkonzept
ESD	Explosionsschutzdokument
TK	Temperaturklasse
EG	Explosionsgruppe

[1] Atmosphärische Bedingungen: -20 °C bis +60 °C, 0,8 bar bis 1,1 bar

0 Index

Index	Inhalt	Datum
0.1	1. Entwurf Bearbeitung durch Herrn Möller (DMT GmbH & Co. KG) unter Mitwirkung seitens Herrn Vahl (en*pros* consulting GmbH)	23.07.2021
0.2	2. Entwurf Bearbeitung durch Herrn Möller (DMT GmbH & Co. KG) unter Mitwirkung seitens Herrn Vahl (en*pros* consulting GmbH)	29.07.2021
1.0	1. Endfassung Bearbeitung durch Herrn Möller (DMT GmbH & Co. KG) unter Mitwirkung seitens Herrn Vahl und Herrn Schwarz (en*pros* consulting GmbH) sowie Herrn Enste und Herrn Dünschede (ONYX Wärmekraftwerk GmbH)	25.11.2021
2.0	2. Endfassung Bearbeitung durch Herrn Möller (DMT GmbH & Co. KG) unter Mitwirkung seitens Herrn Schwarz (en*pros* consulting GmbH) Anpassung der sicherheitstechnischen Kenngrößen mit Blick auf die Beimischung von 20 % Wasserstoff.	06.12.2021
3.0	3. Endfassung Bearbeitung durch Herrn Möller (DMT GmbH & Co. KG) unter Mitwirkung seitens Herrn Schwarz (en*pros* consulting GmbH) Fortschreibung mit Blick auf den aktuellen Planungsstand; Anpassung von Anlagenbezeichnungen und des Drucks im Gassystem hinter der Druckregelanlage	08.02.2022
4.0	4. Endfassung Bearbeitung durch Herrn Möller (DMT GmbH & Co. KG) unter Mitwirkung seitens Herrn Schwarz (en*pros* consulting GmbH) Fortschreibung mit Blick auf den aktuellen Planungsstand; Anpassung von Schutzmaßnahmen und Zonen am BHKW	10.03.2022

1 Veranlassung – Aufgabenstellung

Die ONYX Wärmekraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA (nachfolgend kurz ONYX genannt) beauftragte uns mit der Identifizierung und Bewertung der Explosionsgefahren, der Auswahl der Explosionsschutzmaßnahmen und der Erarbeitung des Explosionsschutzkonzeptes für das durch die enpros consulting GmbH geplante Gasmotorenkraftwerk Zolling 8 ur Bereitstellung von Wärme und Netzdienstleistungen (KWK) am Standort des Energieparks Zolling. Grundlage hierfür bildet das erste Basic Engineering. Das Gasmotorenkraftwerk befindet sich in der Planungsphase und soll im Wesentlichen folgende Anlagenteile umfassen:

- Gasmotorengebäude zur Errichtung von 5 Gasmotoren, Erweiterungsoption für einen Gasmotor
- Ergänzungsanlage 3-geschossig mit 2 EB-Trafos, Schmieröl-Lager- und Schmieröl-Pumpenraum, Entsalzungsanlage, Schaltanlagenräumen, Drucklufterzeugung, Treppenhaus, Lastenaufzug, 2 Batterieräume

- 2 Blocktransformatoren (Öltrafos) im Außenbereich, 110 kV-Schaltanlage (Außenaufstellung)
- Harnstofflager außen, Entladetasse für Harnstoff, Glykol und Schmieröl
- GDMRA-Anlage an der Grundstücksgrenze im NW des Kraftwerkes

Die Bearbeitung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Antragsteller ONYX Wärmekraftwerk Zolling GmbH sowie der mit der Projektplanung beauftragten en*pros* consulting GmbH. Hierzu wurde diesen Gelegenheit gegeben, sich anhand des Entwurfs des Explosionsschutzkonzepts von der korrekten Übermittlung und Übernahme der Informationen zu überzeugen und insbesondere die korrekte Darstellung der Anlagen hinsichtlich der Anlagenausführung, Arbeitsabläufe und Betriebsparameter zu prüfen.

Das Explosionsschutzkonzept führt die für den sicheren Betrieb der Anlage erforderlichen technischen und organisatorischen Explosionsschutzmaßnahmen auf. Es handelt sich um eine reine Konzepterstellung. Eine detaillierte Prüfung der Umsetzung dieser Maßnahmen in der Anlage ist nicht Gegenstand der Beurteilung.

Die Bewertung des Anlagenbestands in vor- oder nachgeschalteten Anlagenbereichen oder die Bewertung hinsichtlich anderer Gefahrenaspekte, z. B. Arbeits-, Brand- oder Umweltschutz oder des Schutzes vor Sprengstoffen sind nicht Gegenstand der Beurteilung.

1.1 Grundlegende Anlageninformationen

Name und Adresse des Unternehmens	Onyx Kraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA Leininger Straße 1 85406 Zolling
Anlagenart	Gasmotorenkraftwerk bestehend aus 5 Gasmotoren (Erweiterungsoption auf 6 Gasmotoren)
Name und Adresse der Betriebsstätte	Onyx Kraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA Leininger Straße 1 85406 Zolling

2 Beurteilungsgrundlagen

2.1 Rechtliche Grundlagen

Gemäß § 5 des Arbeitsschutzgesetzes /R4/ hat der Arbeitgeber durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind. Dies beinhaltet eine Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich des Explosionsschutzes gemäß § 6 GefStoffV /R7/. Gemäß § 6 (4) der GefStoffV muss er im Rahmen dieser Gefährdungsbeurteilung prüfen,

„ob die verwendeten Stoffe, Gemische und Erzeugnisse bei Tätigkeiten, auch unter Berücksichtigung verwendeter Arbeitsmittel, Verfahren und der Arbeitsumgebung sowie ihrer möglichen Wechselwirkungen, zu Brand- oder Explosionsgefährdungen führen können. Dabei hat er zu beurteilen

1. *ob gefährliche Mengen oder Konzentrationen von Gefahrstoffen, die zu Brand- und Explosionsgefährdungen führen können, auftreten; dabei sind sowohl Stoffe und Gemische mit physikalischen Gefährdungen nach der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 wie auch andere Gefahrstoffe, die zu Brand- und Explosionsgefährdungen führen können, sowie Stoffe, die in gefährlicher Weise miteinander reagieren können, zu berücksichtigen,*
2. *ob Zündquellen oder Bedingungen, die Brände oder Explosionen auslösen können, vorhanden sind und*
3. *ob schädliche Auswirkungen von Bränden oder Explosionen auf die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten möglich sind.“*

Gefahren, die durch gefährliche explosionsfähige Gemische erzeugt werden, sind gemäß § 6 (9) GefStoffV /R7/ in Form eines Explosionsschutzdokuments besonders auszuweisen. Aus dem Explosionsschutzdokument muss mindestens hervorgehen:

1. *„dass die Explosionsgefährdungen ermittelt und einer Bewertung unterzogen worden sind,*
2. *dass angemessene Vorkehrungen getroffen werden, um die Ziele des Explosionsschutzes zu erreichen (Darlegung eines Explosionsschutzkonzeptes),*
3. *ob und welche Bereiche entsprechend Anhang I Nummer 1.7 in Zonen eingeteilt wurden,*
4. *für welche Bereiche Explosionsschutzmaßnahmen nach § 11 und Anhang I Nummer 1 getroffen wurden,*
5. *wie die Vorgaben nach § 15 umgesetzt werden (betrifft die Zusammenarbeit mehrerer Firmen) und*
6. *welche Überprüfungen nach § 7 Absatz 7 und welche Prüfungen zum Explosionsschutz nach Anhang 2 Abschnitt 3 der Betriebssicherheitsverordnung durchzuführen sind.“*

Das hier vorliegende Explosionsschutz*konzept* beinhaltet gemäß TRGS 720 /R12/ die Auswahl und Bewertung der erforderlichen Explosionsschutzmaßnahmen in einem widerspruchsfreien Konzept. Es dient dem Arbeitgeber als Basis für das gemäß § 6 (9) GefStoffV /R7/ zu erstellende Explosionsschutz*dokument*. Die noch zur Vervollständigung zum Explosionsschutzdokument durch den Arbeitgeber mindestens hinzuzufügenden Unterlagen, z. B. Anlagendokumentation, Prüfkonzepte oder Betriebsanweisungen sind im Kapitel 12 aufgeführt. Diese Unterlagen werden, soweit möglich, im Projektverlauf durch den Anlagenhersteller geliefert. Das Explosionsschutzdokument ist durch eine fachkundige Person für den Explosionsschutz im Sinne § 2 Nr. 16 GefStoffV zu erstellen.

Gemäß § 6 (10) GefStoffV und § 3 (7) BetrSichV hat der Arbeitgeber die Gefährdungsbeurteilung regelmäßig zu überprüfen und bei Bedarf zu aktualisieren. Im Zuge der Überprüfung und Aktualisierung ist der Stand der Technik zu berücksichtigen. Ergibt die Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung, dass keine Aktualisierung erforderlich ist, so sollte in Anlehnung an § 3

(7) BetrSichV der Arbeitgeber dies unter Angabe des Datums der Überprüfung in der Dokumentation vermerken.

Einzelheiten hinsichtlich der angewendeten Richtlinien, Gesetze, Verordnungen, Normen und sonstigen technischen Regelwerke können dem Quellenverzeichnis in Abschnitt 13.1 entnommen werden. Es wurde jeweils die zum Zeitpunkt der Bearbeitung aktuelle Fassung herangezogen.

2.2 Technische Grundlagen

Grundlage der Ermittlung und der Bewertung der Explosionsgefahren sind die Unterlagen und Informationen, die uns vom Auftraggeber bzw. der en*pros* consulting GmbH zur Verfügung gestellt wurden. Einzelheiten können dem Abschnitt 13.3 entnommen werden.

3 Explosionsschutzkonzept

3.1 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung

Am Standort des Energieparks Zolling wird im südwestlichen Bereich des Kraftwerksgeländes eine Gasmotorenanlage (Gasmotorenkraftwerk mit 5 Gasmotoren) errichtet. Hierfür wird eine Verbindungsleitung zwischen der Pipeline Forchheim-Finsing und dem Energiepark Zolling mit einer Stichleitung errichtet. Die Einbindung wird mit einer Sammelleitung ausgeführt und das Erdgas-Wasserstoff-Gemisch (20 % Wasserstoff) über eine Gas-Druckregel- und Messanlage (GDRMA) dem Gasmotorenkraftwerk zugeführt. Die GDRMA wird im nordwestlichen Bereich des Kraftwerksgeländes errichtet. Die Wasserstoffdosierung erfolgt beim Netzbetreiber. Daher werden in Absprache mit der en*pros* consulting GmbH die Wasserstofflagerung und -dosierung in diesem Konzept nicht betrachtet.

Von der BayernETS-Leitung wird die Stichleitung DN 500 (Stahlleitung mit kathodischem Korrosionsschutz) ca. 700 m unterirdisch bis vor die GDRMA geführt. Die DN 500-Gasleitung mit Armaturen, Spül- und Belüftungsleitungen wird bis zum Reserveanschluss DN 500 am GDRMA-Bauwerk vorbeigeführt. Sie dient einer späteren Erweiterung auf andere Gasanlagen (neue oder umgerüstete). Die Übergabe (Beginn Betrachtungsumfang) erfolgt an einem oberirdischen Isolierflansch DN 500. Von der DN 500 Leitung zweigt eine Zuleitung (max. DN 200) in das GDRMA-Gebäude ab. Alle Leitungsabschnitte verfügen über Doppelabsperrungen sowie Spül- und Entlüftungsanschlüsse.

Das Erdgas-Wasserstoff-Gemisch wird mit Hilfe von Fernwärmewasser in der Joule-Thomson-Vorwärmung um einige Grad erhitzt (ca. 12-14 K), damit bei der späteren Entspannung kein Kondensat anfällt. Die eigentliche Reduzier- und Messstrecke wird redundant (2 x 100 %) und mit einem Bypass ausgeführt. Die zwei Turbogaszähler können in Z-Schaltung geschaltet werden, um Messabweichungen festzustellen. Der Bypass, welcher an den Zählern vorbeiführt, ist durch die BayernETS verplombt.

Nach der GDRMA strömt das von ca. 45 $bar_ü$ auf ca. 10 - 20 $bar_ü$ entspannte Erdgas-Wasserstoff-Gemisch durch eine unterirdische Leitung (PN 16) zum Gasmotorenkraftwerk. Dort tritt die Gasleitung außen aufgeteilt in 5 einzeln absperrbare (manuell und automatisch) Einzelleitungen DN 80 bis DN 100 in die 5 Motorräume ein.

In den Motorräumen wird der Gasdruck weiter auf den benötigten Gasladedruck (ca. 4-10 $bar_ü$) und ggf. in einer getrennten Regelstrecke auf den benötigten Vorkammerdruck (ca. 4-8 $bar_ü$) reduziert. Diese Motorgasregelstrecken befinden sich in der Nähe der Motoren bzw. der Turbolader.

Bei der Gasmotorenanlage handelt es sich <u>nicht</u> um eine erlaubnispflichtige Ex-Anlage nach § 18 BetrSichV.

3.2 Anlagendarstellung

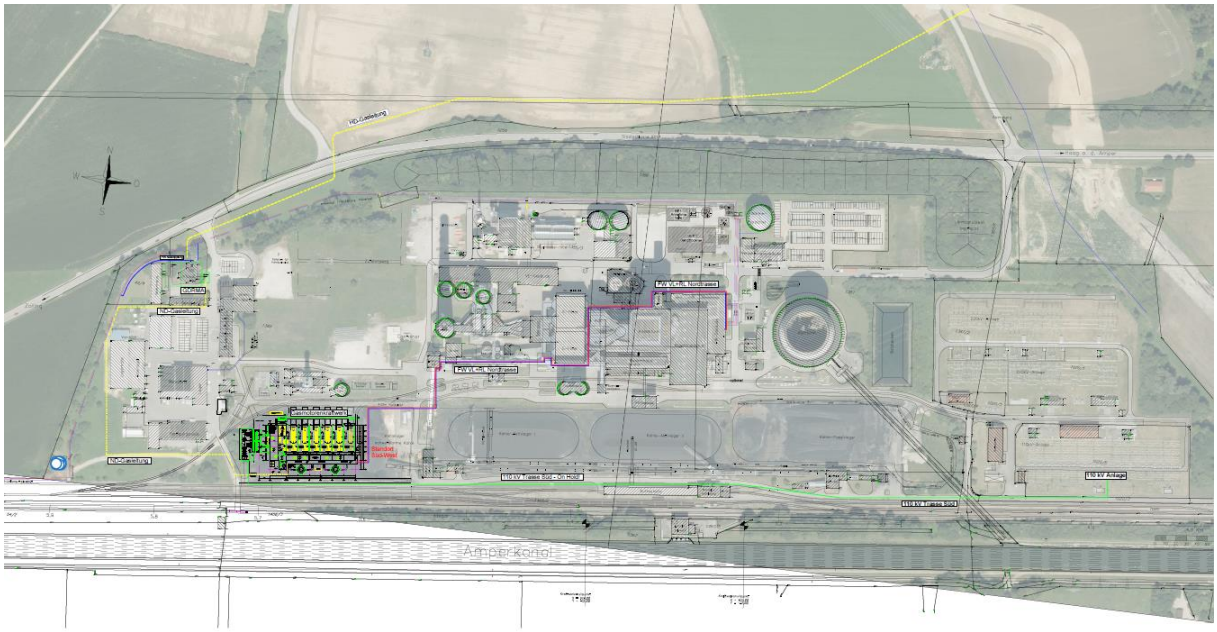

Abbildung 1: Gesamtansicht des Standortes

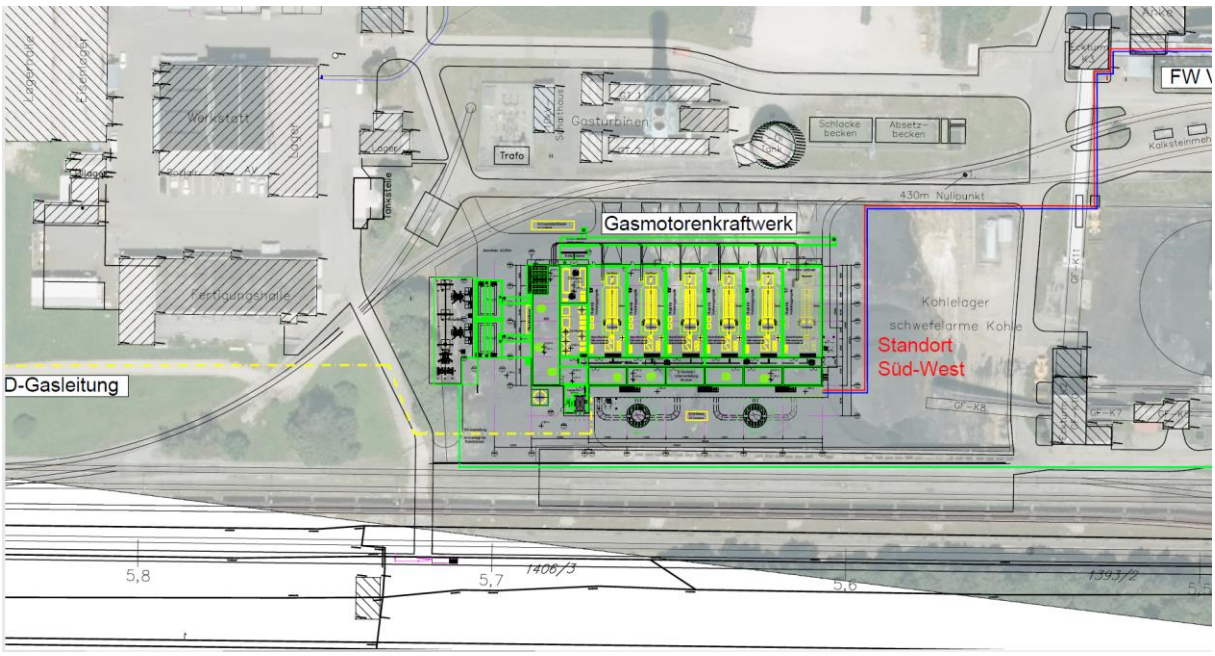

Abbildung 2: Ansicht des Gasmotorenkraftwerks

4 Stoffe

4.1 Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten

Das für den Betrieb des Gasmotorenkraftwerks u.a. verwendete Erdgas ist ein natürlich vorkommendes Gas, das hauptsächlich aus Methan (70 bis 98 Massenprozent) besteht. Die übrigen Komponenten, wie Ethan, Propan, Butan, Pentan und der Anteil der Inertgase Stickstoff und Kohlendioxid, variieren je nach Fundstätte. Daher finden in der weiteren Betrachtung die sicherheitstechnischen Kenngrößen von Methan Anwendung.

Sicherheitstechnische Kenngrößen von Methan-Wasserstoff-Gemischen und auch Erdgas-Wasserstoff-Gemischen wurden 2016 seitens der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) untersucht /L3/. Das hier angesetzte Modell-Erdgas bestand aus 89,37 Mol-% Methan, 7,94 Mol-% Ethan, 1,98 Mol-% Propan und 0,71 Mol-% n- Butan.

Soweit keine gesonderten Quellen angegeben sind, sind die sicherheitstechnischen Kenngrößen der Stoffdatenbank GESTIS des Instituts für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) /L1/ bzw. die Mindestzündenergie der TRGS 727 Anhang G, Tabelle 18 entnommen.

Position	**G01**	**G02**	**G03**
Stoffbezeichnung	**Erdgas**	**Wasserstoff**	**Erdgas-Wasserstoff-Gemisch**
Gase / Dämpfe schwerer / leichter als Luft	leichter	leichter	leichter
Flammpunkt in °C	k. A.	k. A.	k. A.
Explosionsgrenzen in % Vol.-Anteil	4,4 – 17	4,0 – 77	4,0 – 21 [III]
Explosionsgrenzen in g/m³	29 – 113	3,4 – 65	≥ 3,4 (UEG)
Sauerstoffgrenzkonzentration in % Vol.-Anteil	9,9 [I]	4,3 [I]	8,9 [III]
Zündtemperatur in °C	575 – 640	560	> 560 [III]
Temperaturklasse	T1	T1	T1 [III]
Mindestzündenergie in mJ	0,29	0,016 [II]	≥ 0,23 [IV]
Explosionsgruppe	IIA	IIC	IIA [III]
Maximaler Explosionsdruck (abs.) in bar	8,1	8,3	8,3 [III]

[I] Der Tabelle 1 der TRGS 722 entnommen

[II] Der Tabelle 18 der TRGS 727 entnommen.

[III] Dem Bericht zum Forschungsvorhaben 2539 der BAM entnommen. Da zum Teil keine Daten für genau 20 % Wasserstoff vorlagen, wurden die nächstkritischeren Werte angesetzt, z. B. 25 % Wasserstoff.

[IV] Über das Zündstromverhältnis zurückgerechnet. Für die Explosionsgruppe IIA liegt das Zündstromverhältnis gemäß DIN EN ISO IEC 80079-20-1 bei > 0,8. Daraus ergibt sich: 0,8 x 0,29 mJ = 0,23 mJ. Die Mindestzündenergie liegt bei ≥ 0,23 mJ.

Die verwendeten Öle weisen Flammpunkte von mehr als 300 °C auf /U2/. Sie werden im Zuge der Handhabung nicht versprüht oder relevant erwärmt. Die Betriebstemperatur liegt sicher mindestens 15 °C unterhalb des Flammpunktes. Gleiches gilt für das gehandhabte Glykol, welches einen Flammpunkt von 111 °C aufweist. Die Bildung einer g.e.A. durch die gehandhabten Öle ist daher nicht zu erwarten.

Harnstoff ist nicht brennbar, so dass durch diesen Stoff ebenfalls nicht mit der Bildung einer g.e.A. zu rechnen ist.

Es werden keine pyrophoren Stoffe eingesetzt. Sollten Stoffe mit kritischeren sicherheitstechnischen Kenngrößen als oben aufgeführt gelagert werden, ist das Explosionsschutzkonzept zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten.

4.2 Stäube

Im Bereich des Gasmotorenkraftwerks werden keine brennbaren Stäube gehandhabt. Die Bildung einer g.e.A. durch Staub ist daher nicht möglich.

5 Ermittlung und Bewertung der Explosionsgefährdungen, Explosionsschutzmaßnahmen

5.1 Vorbemerkungen

Die Ermittlung von explosionsgefährdeten Bereichen, ihrer räumlichen Ausdehnung sowie die *Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen* wird aufgrund der anlagen- und verfahrenstechnischen sowie der örtlichen Situation auf Basis einschlägiger Regelwerke und Erkenntnisquellen durchgeführt. Sie erfolgt gemäß Gefahrstoffverordnung Anhang 1 Nummer 1 Abschnitt 1.7 für den Normalbetrieb. Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt werden, wobei alle Arbeitsschritte, An- und Abfahren und auch übliche Störungen bis zum Energieausfall einbezogen werden.

Da innerhalb der Anlage aufgrund der hohen Drücke *nicht-atmosphärische Bedingungen* vorliegen[2], wird der Geltungsbereich der Richtlinien 2014/34/EU und 1999/92/EG verlassen. Bei der Auswahl und Eignungsprüfung der eingesetzten Geräte, Schutzsysteme sowie Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen nach RL 2014/34/EU sind zusätzlich die von den definierten Bedingungen abweichenden Drücke und Temperaturen zu berücksichtigen.

<u>Hinweis:</u> In Bereichen mit nicht-atmosphärischen Bedingungen gelten formal die Atex Richtlinien RL 1999/92/EG und RL 2014/34/EU sowie die darauf basierenden sonstigen Regelwerke, Normen etc. nicht. Über die GefStoffV wird auch eine Bewertung und Integration ins ESD für nicht-atmosphärische Bereiche gefordert. Nachfolgend werden für alle Anlagenbereiche, auch solche mit nicht-atmosphärischen Bedingungen, die Begriffe der Atex-Richtlinien,

[2] Atmosphärische Bedingungen im Sinne der Richtlinien 2014/34/EU und 1999/92/EG sind:
0,8 bar – 1,1 bar und −20 °C ≤ T ≤ 60 °C

z. B. explosionsgefährdeter Bereich, Zone oder Gerätekategorie verwendet. Durch den Zusatz „n.a." hinter der definierten Zone wird noch einmal auf die nicht-atmosphärischen Bedingungen hingewiesen.

Formal müssen / können in Bereichen mit Explosionsgefahr unter nicht-atmosphärischen Bedingungen keine Geräte oder Schutzsysteme nach RL 2014/34/EU eingesetzt werden, wenn ausgeschlossen ist, dass neben g.e.G. auch g.e.A. vorliegen kann, z. B. beim An- und Abfahren. Geräte oder Schutzsysteme unter (ausschließlich) nicht-atmosphärischen Bedingungen sind nicht über die Atex-Richtlinie abgedeckt. Nachfolgend wird dennoch auch für die Bereiche mit Explosionsgefahr unter nicht-atmosphärischen Bedingungen (e.B. n.a.) angegeben, welche Gerätekategorie, Explosionsgruppe und Temperaturklasse unter atmosphärischen Bedingungen minimal erforderlich wäre. In diesen Bereichen sind Geräte, Schutzsysteme und SKRV einzusetzen, die das gleiche Sicherheitsniveau wie entsprechende Produkte nach RL 20124/34/EU sicherstellen, jedoch zusätzlich für die nicht-atmosphärischen Bedingungen geeignet sind.

Für einige Anlagenbereiche (hier Gasleitungen) wird zunächst unterstellt, dass diese gemäß Stand der Technik »*dauerhaft technisch dicht*« gemäß TRGS 722 /R14/, Abschnitt 4.5.2 ausgeführt sind und daher in ihrer Umgebung keine explosionsgefährdeten Bereiche vorliegen. Der Nachweis hierzu ist jeweils durch den Arbeitgeber zu führen. Geeignet sind beispielsweise Dichtungssysteme, die nach Anhang 1 der TRGS 500 einen Verfahrensindex von 0,25 aufweisen. Sollte sich gemäß Betriebserfahrung herausstellen, dass bestimmte Anlagenbereiche nicht dauerhaft technisch dicht sind, so ist eine Neubewertung dieser Bereiche erforderlich und es sind zusätzliche Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Dies können beispielsweise eine Verkürzung der Prüf- und Wartungsintervalle oder die Festlegung eines explosionsgefährdeten Bereichs sein.

Die aufgeführte Bewertung erfolgt unter der Voraussetzung einer Gesamtanlage, die ordnungsgemäß geprüft und gewartet wird und in der sämtliche Anlagen, Maschinen und Geräte innerhalb der Grenzen ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung eingesetzt werden, soweit nicht explizit anders beschrieben. Weiterhin wird entsprechend Anhang I Kapitel 1.4 der GefStoffV /R7/ der ausschließliche Einsatz von zuverlässigen, mit den Tätigkeiten, den dabei auftretenden Gefährdungen und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertrauten und entsprechend unterwiesenen Beschäftigten vorausgesetzt.

Das übliche Maß überschreitende Explosionsauswirkungen sind gemäß TRGS 721 /R13/ Kapitel 3.4.1 hier nicht zu erwarten, da keine Versammlungsstätten, Wege mit dichtem Verkehr, Wohnungen oder größere Büroräume im gefährdeten Bereich liegen und durch eine Explosion keine Folgeschäden größeren Ausmaßes zu erwarten sind.

Auch sind keine das übliche Maß unterschreitenden Explosionsauswirkungen zu erwarten, da es sich z. B. weder um eine abseits gelegene, ferngesteuerte Anlage handelt, noch ausschließlich Chlor-Kohlenwasserstoff-Verbindungen (CKW) eingesetzt werden.

6 Detailbewertung

Die in den nachfolgenden Unterkapiteln genutzte Bewertungstabelle soll hinsichtlich der Funktionsweise nachfolgend kurz erläutert werden. Bei der Bewertung wird die gemäß § 11 der GefStoffV vorgegebene Reihenfolge hinsichtlich der zu treffenden Explosionsschutzmaßnahmen berücksichtigt.

MV	Beschreibt die im betrachteten Anlagenbereich relevanten Maßnahmen zur Vermeidung des Auftretens g.e.G. / g.e.A. bzw. zur Reduzierung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens g.e.G. / g.e.A. Eine Zusammenfassung aller vorbeugenden Maßnahmen erfolgt in Kapitel 7.
E.B.	Beschreibt die räumliche Ausdehnung des e.B. und die darin festgelegte Zone. Eine Zusammenfassung aller festgelegten e.B. und Zonen erfolgt in Kapitel 8.1.
ZQV	Beschreibt die im festgelegten e.B. relevanten Maßnahmen zur Vermeidung wirksamer Zündquellen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden hier lediglich die speziell für den betrachteten Anlagenbereich relevanten Maßnahmen aufgeführt. Allgemeingültige Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung (z. B. Erdung, Rauchverbot, Freigabeverfahren), welche sich auf alle e.B. und Zonen beziehen, sind in Kapitel 8.3 dargestellt.
KEx	Beschreibt die im betrachteten Anlagenbereich erforderlichen Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes zur Begrenzung der Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß (sofern Zündquellen nicht sicher vermieden werden können). Eine Zusammenfassung dieser Maßnahmen erfolgt in Kapitel 9.
PLT	Beschreibt die in dem betrachteten Anlagenbereich hinsichtlich des Explosionsschutzes relevanten Ex-Vorrichtungen und deren Klassifizierung nach TRGS 725. Eine Zusammenfassung erfolgt in Kapitel 10. *<u>Anmerkung:</u> Hier aufgeführt sind ausschließlich durch den Betreiber realisierte PLT-Sicherheitseinrichtungen mit Klassifizierung nach TRGS 725. Herstellerseitig realisierte und über die EU- / EG-Konformitätserklärung abgedeckte Einrichtungen als Bestandteil eines Gerätes oder einer Maschine werden hier nicht aufgeführt, siehe auch Kapitel 10.*

6.1 Gasmotorenkraftwerk

Die grundsätzliche Gefahr in der Anlage geht von dem Erdgas-Wasserstoff-Gemisch aus, welches in Verbindung mit Luft g.e.G. bilden kann.

Nr.	Anlage, Betriebszustand, Tätigkeit	Explosionsschutzmaßnahmen	
6.1.1	**Gasführendes Leitungssystem** Betrifft das Leitungssystem ausgehend von dem Isolierflansch bis hin zum Gasmotor. Gasdrücke: ■ Ca. 45 $bar_ü$ vor der GDRMA ■ Ca. 10 - 20 $bar_ü$ nach der GDRMA ■ Ca. 4-8 $bar_ü$ Gasladedruck bzw. Vorkammerdruck nach Reduzierung im Gasmotorenpackage Der Gasverbrauch liegt bei max. 10.000 m³/h i.N. *<u>Anmerkung:</u> Das Absperrventil am Eintritt in das Kraftwerksgebäude wird durch die MSR-Technik der BHKW-Anlage angesteuert. Das Ventil sowie das nachfolgende Gassystem sind daher als Bestandteil der Gasverbrauchseinrichtung anzusehen und unterliegen daher nicht mehr dem DVGW-Regelwerk.*	Keine Anlieferung explosionsfähiger Gasgemische durch den Gasversorger (BayernETS). Die OEG im Leitungssystem wird sicher überschritten bzw. die SGK sicher unterschritten. Geschweißte Leitungen sind nach TRGS 722 Abschnitt 4.5.2 sowie nach TRGS 500 Anhang 1 Nr. 1.1 als dauerhaft technisch dicht anzusehen. Basierend auf dem Kapitel 7.2.2.1 des DVGW Merkblatt G 491 werden die Flanschverbindungen aufgrund des Gasdrucks zunächst als nur technisch dicht eingestuft. Eine regelmäßige Dichtheitsprüfung erfolgt gemäß DVGW Merkblatt G495 (Prüfplan erforderlich) in Verbindung mit einer Ausführung nach TA Luft, so dass in Summe auf Basis der TRGS 722 Abschnitt 4.5.2 und TRGS 500 Anhang 1 Nr. 1.1 eine auf Dauer technisch Dichtheit unterstellt werden kann. Abgesehen von der GDRMA und der Regelstrecke vor dem Gasmotor verfügt das Leitungssystem über keine Gasausblasestellen. Bezüglich der Gasausblasestellen siehe Position 6.1.4. Das Kraftwerksgebäude ist technisch entlüftet (ca. 6-facher Luftwechsel pro Stunde), so dass ggf. dennoch freigesetzte geringe Gasmengen nicht zu einer relevanten Anreicherung führen. Die Bildung eines g.e.G. im Inneren des Leitungssystems ist nicht zu erwarten. Die Bildung eines g.e.G. in der Umgebung des Leitungssystems ist ebenfalls nicht zu erwarten. *<u>Anmerkung:</u> Es ist sicherzustellen, dass ggf. im Leitungssystem verbaute Prüfbrenner dauerhaft technisch dicht ausgeführt sind. Dies kann beispielsweise durch den Einsatz einer vorgeschalteten Absperrung (z. B. Kugelhahn) erreicht werden. Bedingt durch die doppelte Absperrung ist auch bei Versagen einer Absperrung der Gasaustritt verhindert.*	**MV**
		Nicht erforderlich für das Innere und die Umgebung des Leitungssystems *In Anlehnung an Nr. 1.3 a1) sowie Nr. 4.2.1.2 der Beispielsammlung der DGUV-Regel-113-001.*	**E.B.**
		Nicht erforderlich	**ZQV**
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Nicht erforderlich	**PLT**

Nr.	Anlage, Betriebszustand, Tätigkeit	Explosionsschutzmaßnahmen	
6.1.2	**Gas-Druckregel-und-Messanlage (GDRMA)** Gebäude (Massivbauweise) im nordwestlichen Bereich des Kraftwerksgeländes.	Hinsichtlich der Dichtheit des Leitungssystems siehe Position 6.1.1. Die GDRMA wird gemäß den Vorgaben des DVGW-Merkblatts G 491 und G 492 errichtet und gemäß Merkblatt G 495 instandgehalten. Es sind keine Atmungsöffnungen bzw. Gasfreisetzungsstellen im Raum vorhanden. Potentielle Freisetzungsstellen sind mit Ausblaseleitungen versehen, welche über das Dach in einen sicheren Bereich geführt sind. Natürliche Be- und Entlüftung des Aufstellbereichs durch Lüftungsöffnungen im Boden- und Deckenbereich. Der freie Lüftungsquerschnitt beträgt jeweils mindestens 0,25 % der Grundfläche des Aufstellbereichs. Konzentrationsüberwachung durch Gassensoren im Deckenbereich des Raums mit gut wahrnehmbarer Alarmierung innerhalb und außerhalb der GDRMA. Bei 20 % der UEG wird eine Alarmmeldung ausgegeben und die Gaszufuhr unterbrochen (Absperrung vor der GDRMA) Aufgrund des Drucks im Gassystem (MOP > 5 bar) ist selten und für kurze Zeit mit der Bildung einer g.e.A. im gesamten Aufstellungsraum zu rechnen.	**MV**
		<u>E.B. der Zone 2:</u> Im gesamten Aufstellraum *Gemäß der Nr. 4.2.1.1 b1) der Beispielsammlung der DGUV-Regel-113-001.*	**E.B.**
		Geräteanforderungen in Zone 2: mind. II 3G IIA T1 Beachtung, dass sich heiße Oberflächen nicht schlagartig abkühlen lassen. Daher Begrenzung der Oberflächentemperatur auf < 450 °C. Einsatz von mindestens ableitfähigen Materialien (hier z. B. Rohrleitungen und Rohrleitungs-Abstützungen), welche geerdet ($R_E \leq 10^6\ \Omega$) und in den Potentialausgleich eingebunden sind.	**ZQV**
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Mit Blick auf die Unterbrechung der Gaszufuhr und damit der Begrenzung der Gasfreisetzung wird auf Basis der Tabelle 8 der TRGS 725 eine Ausführung in Klassifizierungsstufe K1 für die gesamte Ex-Einrichtung (Gaswarnanlage inklusive Alarmierung und Schaltung) als erforderlich angesehen.	**PLT**

Nr.	Anlage, Betriebszustand, Tätigkeit	Explosionsschutzmaßnahmen	
6.1.3	**Gasthermen (optional)** Aufstellung in einem separaten und gasdicht zur GDRMA abgetrennten Raum Der Gasbrenner ist mit einem Feuerungsautomaten ausgestattet und konform mit der RL 2009/142/EG (Gasverbrauchseinrichtungen) Die Abgase werden über die Abgasleitung in die Gebäudeumgebung geführt. MOP < 5 bar	Die zuführende Gasleitung ist dauerhaft technisch dicht nach TRGS 722 ausgeführt und wird regelmäßig auf Basis eines Prüfplans auf Dichtheit geprüft. Die Gasreduzierung erfolgt innerhalb der GDRMA. Natürliche Lüftung mit einem mindestens 1-fachen Luftwechsel nach TRGS 722 im Inneren des Aufstellungsraums (Gebäude oberhalb Erdgleiche, keine Energiesparbauweise). Einsatz von Gasthermen, welche die Anforderungen der RL 2009/142/EG erfüllen. Dies sind insbesondere: ■ Sichere Zündung des in den Brennraum eingeleiteten Gas-Luft-Gemisches und Sicherstellung der Flammenstabilität. ■ Überwachung des Brennvorgangs mit automatischer Unterbrechung der Gaszufuhr im Falle von Störungen. ■ Sicheres Abfahren der Gastherme bei Störungen der MSR-Technik Die Bildung einer g.e.A. bzw. eines g.e.G. ist nicht zu erwarten.	**MV**
		Nicht erforderlich	**E.B.**
		Nicht erforderlich	**ZQV**
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Nicht zusätzlich erforderlich, da die MSR-Technik Teil der Gastherme ist.	**PLT**
6.1.4	**Gasfreisetzungsstellen (Gasausbläser) an der GDRMA sowie den Gasmotoren** Abführen des Gases über Ausblaseleitungen und Lambda-Ausbläser in einen sicheren Bereich über Dach.	Eine Gasfreisetzung an der GDRMA bzw. den Gasdruckreduzierstationen an den BHKW (über die Gasausbläser) erfolgt nur sehr selten und kurzzeitig im Falle eines unzulässigen Überdrucks. Begrenzung der freigesetzten Gasmenge im Fehlerfall durch Sicherheitsabsperrventile im Gassystem. Die über die Zwischenentlüftung an der Gasregelstrecke der Gasmotoren freigesetzte Gasmenge ist sehr gering, so dass nicht zwangsweise bei jeder Zwischenentlüftung mit der Bildung einer g.e.A. zu rechnen ist. Die Bildung einer g.e.A. ist normalerweise nicht zu erwarten und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit.	**MV**
		<u>E.B. der Zone 2:</u> Im Inneren der Ausblaseleitungen (ab dem Absperrventil) sowie in der Umgebung der Freisetzungsstelle. *<u>Anmerkung:</u> Die Berechnung der Zonenausdehnung nach DVGW-Arbeitsblatt G 442 muss nach Fertigstellung der Rohrleitungsplanung noch erfolgen.*	**E.B.**
		Geräteanforderungen in Zone 2: mind. II 3G IIA T1 Einsatz von mindestens ableitfähigen Materialien (hier z. B. Rohrleitungen der Ausbläser), welche geerdet ($R_E \leq 10^6\ \Omega$) und in den Potentialausgleich eingebunden sind. Basierend auf dem Kapitel 5.8.2 Absatz 1 der TRGS 723 sind für einen e.B. der Zone 2 keine Blitzschutzmaßnahmen erforderlich.	**ZQV**

Nr.	Anlage, Betriebszustand, Tätigkeit	Explosionsschutzmaßnahmen	
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Nicht erforderlich	**PLT**
6.1.5	**Gasmotoren und Gasmotorenräume** Die Gasmotoren befinden sich jeweils in einem eigenen abgeschlossenen Aufstellraum (Package). Die dem Gasmotor zugehörige Gasdruckregelanlage befindet sich im Gasmotorenraum. Es werden keine Starterbatterien eingesetzt. Die Motoren werden mit Druckluft gestartet. Technische Lüftung zur Bereitstellung der erforderlichen Verbrennungsluft sowie zum Abführen der Oberflächenwärme und Verdünnung ggf. freigesetzten Gases. Gaswarnsensoren im Deckenbereich über dem Gasmotor und optional auch im Abluftstrom	Hinsichtlich der Anlagendichtheit (Leitungssystem und Gasdruckregelanlage) siehe sinngemäß Position 6.1.1. Es erfolgt eine regelmäßige Dichtheitsprüfung gemäß DVGW Merkblatt G495 (Prüfplan erforderlich) sowie eine Ausführung von Dichtungselementen nach TA Luft. Die Bildung eines g.e.A. im Bereich des Leitungssystems ist nicht zu erwarten. Im Bereich der Gasmotoren (z. B. an Kompensatoren) kann bei Störungen ein Gasaustritt nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Aufgrund der Wartung und Instandhaltung nach Wartungsplan ist jedoch zunächst nur eine geringfügige Undichtigkeit zu erwarten und kein Spontanversagen mit schlagartiger Freisetzung großer Gasmengen. Aufgrund der Wartung und Instandhaltung nach Wartungsplan sowie der regelmäßigen Dichtheitsprüfung ist basierend auf der TRGS 500 Anhang 1 Nr. 1.2 an dem unmittelbar am Gasmotor vorhandenen Gassystem keine relevante Gasfreisetzung zu erwarten. Es befinden sich keine Gasfreisetzungsstellen (z. B. Gasausbläser) im Gasmotoren-Package. Zur Erhöhung des Sicherheitsniveaus werden dennoch Schutzmaßnahmen gegen eine geringe Leckage ergriffen. Technische Lüftung des Aufstellungsraums zwecks Wärmeabfuhr und Verdünnung ggf. freigesetzten Gases, so dass auch Kleinstleckagen nicht zu einer relevanten Gasanreicherung im Bereich des Motors führen. Im Fall eines Lüftungsausfalls wird die Gaszufuhr automatisch unterbrochen (Absperrung am Gebäudeeingang sowie unmittelbar vor dem BHKW). Das Gas im Leitungssystem vor dem Motor wird über die Ausblaseleitung an der Regelstrecke abgelassen (bis zum Druckausgleich). Frühzeitige Detektion von bereits kleineren Leckagen durch Konzentrationsüberwachung über Gassensoren im Deckenbereich der Einhausung (oberhalb potentieller Freisetzungsstellen) mit gut wahrnehmbarer Alarmierung innerhalb und außerhalb der Einhausung. Bei 20 % der UEG erfolgt eine Unterbrechung der Gaszufuhr (siehe auch Absatz vorab). Gasmotoren mit Steuer- und Überwachungseinrichtungen entsprechen den Vorgaben der DIN 6280-14 „Blockheizkraftwerke (BHKW) mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren Grundlagen, Anforderungen, Komponenten, Ausführung und Wartung“ Regelmäßige Prüfung der Gasmotoren durch einen Sachverständigen bzw. eine Fachfirma (Prüfplan erforderlich). Umgehende Zündung und Verbrennung des in den Brennraum geleiteten Gases. Keine Anreicherung von Gas durch vollständige Verbrennung. Sichere Abschaltung bei Störungen (z. B. fehlerhaftes Brennstoff-Luft-Verhältnis, Gas-Alarm oder Lüftungsausfall). Die Brennstoffzufuhr wird im Fehlerfall automatisch unterbrochen bzw. gar nicht erst freigegeben	**MV**

Nr.	Anlage, Betriebszustand, Tätigkeit	Explosionsschutzmaßnahmen	
		Die Bildung einer g.e.A. ist nicht zu erwarten.	
		Nicht erforderlich für die Einhausung der BHKW sowie für das Kraftwerksgebäude *In Anlehnung an Nr. 4.8.17 b) der Beispielsammlung der DGUV-Regel-113-001.*	**E.B.**
		Nicht erforderlich	**ZQV**
		Der Motor ist für die gezielte Zündung des Gas-Luft-Gemisches ausgelegt. Sofern mit Blick auf potentielle Fehlzündungen der Einsatz von Druckentlastungseinrichtungen im Abgassystem erforderlich ist, so werden diese in einen sicheren Bereich ins Freie geführt. Alternativ ist der Einsatz von flammenlosen Druckentlastungseinrichtungen erforderlich. Bei Entlastung in den Arbeitsraum sind durch den Lieferanten entsprechende Sicherheitsbereiche zu definieren, außerhalb derer keine Gefahren (z. B. durch Überdruck) für die Mitarbeiter bestehen. Durch den Lieferanten werden Nachweise zur Druckstoßfestigkeit aller Systeme erbracht, die im Falle einer Fehlzündung im Motor mit dem Überdruck in Kontakt kommen.	**KEx**
		Die an den Gasmotoren verbauten Überwachungseinrichtungen sind dessen Bestandteil und werden, ebenso wie die Gaswarnanlage und die technische Lüftung, als eine Einheit nach DIN 6280-14 in Verkehr gebracht. Die Schutzeinrichtungen werden regelmäßig gemäß einem Prüfplan geprüft. Es werden daher zu diesem Zeitpunkt keine zusätzlichen Anforderungen nach TRGS 725 gestellt. Sofern herstellerseitig nicht anders angegeben, ist für die Ex-Einrichtung (Lüftung mit Alarmierung) eine Ausführung in Klassifizierungsstufe K1 nach TRGS 725 erforderlich. Selbst bei Ausfall der Lüftung wäre ein zweiter Fehler (Undichtigkeit) erforderlich, um g.e.A. zu bilden. Die Lüftung ist zeitnah instandzusetzen. Sofern herstellerseitig nicht anders angegeben, ist für die Ex-Einrichtung (Gaswarnanlage inklusive Alarmierung und Unterbrechung der Gaszufuhr) eine Ausführung in Klassifizierungsstufe K1 nach TRGS 725 erforderlich (Zone 2 → zonenfrei).	**PLT**
6.1.6	**Schaltanlagengebäude** Betrifft das 3-geschossige Gebäude mit 2 EB-Trafos, Schmieröllager und Schmierölpumpenraum, Wasseraufbereitungsanlage/ Abwasseraufbereitung / Glykolanlage, Schaltanlagenräumen, Drucklufterzeugung, Treppenhaus und Lastenaufzug. Bezüglich der Batterieräume siehe Position 6.1.11	Die gehandhabten Öle weisen Flammpunkte von mehr als 300 °C auf. Es erfolgt keine relevante Erwärmung, so dass die Betriebstemperatur um mindestens 15 °C unter dem Flammpunkt liegt. Die Öle werden nicht versprüht. Abgesehen von den Ölen werden keine entzündbaren Flüssigkeiten gehandhabt. Die Bildung einer g.e.A. ist nicht zu erwarten.	**MV**
		Nicht erforderlich	**E.B.**
		Nicht erforderlich	**ZQV**
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Nicht erforderlich	**PLT**

Nr.	Anlage, Betriebszustand, Tätigkeit	Explosionsschutzmaßnahmen	
6.1.7	**2 Blocktransformatoren (Öltrafos)** Aufstellung im Außenbereich; Freiluft-110 kV-Schaltanlage	Siehe sinngemäß Position 6.1.6. Es erfolgt keine relevante Erwärmung und auch kein Zerstäuben. Die Bildung einer g.e.A. ist nicht zu erwarten.	**MV**
		Nicht erforderlich	**E.B.**
		Nicht erforderlich	**ZQV**
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Nicht erforderlich	**PLT**
6.1.8	**Harnstofflager**	Harnstoff ist nicht brennbar. Die Bildung einer g.e.A. ist nicht zu erwarten.	**MV**
		Nicht erforderlich	**E.B.**
		Nicht erforderlich	**ZQV**
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Nicht erforderlich	**PLT**
6.1.9	**Lkw-Entladetasse für Harnstoff, Glykol und Motor-Öl** Es kann reines Glykol oder auch ein Glykol-Wasser-Gemisch angeliefert werden.	Harnstoff ist nicht brennbar. Bezüglich des Öls siehe sinngemäß Position 6.1.6. Es erfolgt keine relevante Erwärmung und auch kein Zerstäuben. Glykol weist einen Flammpunkt von 111 °C auf. Es wird ebenfalls nicht relevant erwärmt, so dass die Betriebstemperatur um mindestens 15 °C unter dem Flammpunkt liegt. Das Glykol wird nicht versprüht. Die Bildung einer g.e.A. ist nicht zu erwarten.	**MV**
		Nicht erforderlich	**E.B.**
		Nicht erforderlich	**ZQV**
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Nicht erforderlich	**PLT**
6.1.10	**Befüll- und Entladetank für Wasser-Glykol Gemisch (Kühlwasser)** Es wird entweder direkt eine Glykol-Wasser-Mischung eingefüllt oder aber Glykol vorgelegt und dann Wasser zugegeben.	Glykol weist einen Flammpunkt von 111 °C auf. Durch die Vermischung mit Wasser wird der Flammpunkt weiter erhöht. Es erfolgt kein relevantes Erwärmen oder Zerstäuben. Die Bildung einer g.e.A. ist nicht zu erwarten.	**MV**
		Nicht erforderlich	**E.B.**
		Nicht erforderlich	**ZQV**
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Nicht erforderlich	**PLT**
6.1.11	**Batterieräume** 2 Batterieräume zur Notstromversorgung	Die Aufstellung der Batterien innerhalb der beiden Räume erfolgt ohne bauliche Begrenzungen, so dass sich beim Laden freigesetzter Wasserstoff nicht relevant anreichern kann. Die Batterieräume werden entweder technisch oder natürlich auf Basis der Vorgaben der DIN EN IEC 62485-2 be- und entlüftet. Hierzu erfolgt auf Basis der DIN EN IEC 62485-2 seitens des Lieferanten eine entsprechende Berechnung des erforderlichen Mindestabluftvolumenstroms	**MV**

Nr.	Anlage, Betriebszustand, Tätigkeit	Explosionsschutzmaßnahmen	
		für eine technische Lüftung oder eine Berechnung der erforderlichen Mindestquerschnittfläche der Lüftungsöffnungen für eine natürliche Lüftung. Die Zu- und Abluftöffnungen sind dauerhaft offenen zu halten. Bei Installation in der gleichen Wand ist ein Abstand von 2 m einzuhalten. Bei der Planung und Errichtung werden entweder die für das Starkladen erforderlichen Lüftungsöffnungen oder aber der erforderliche Mindestabluftvolumenstrom umgesetzt. *Anmerkung: Bei einem reinen Erhaltungsladen kann der Abluftvolumenstrom auf den hierfür erforderlichen Wert abgesenkt werden, wenn die Lüftung im Falle eines Starkladens automatisch hochgefahren wird.* Die Bildung einer g.e.A. ist nicht zu erwarten.	
		Nicht erforderlich gemäß DIN EN IEC 62485-2. Im Nahbereich der Batterien sind gemäß besagter Norm jedoch Zündquellen zu vermeiden.	**E.B.**
		Keine funkenbildenden oder glühenden Betriebsmittel (> 300 °C) im Sicherheitsabstand um die Batterien. Der Sicherheitsabstand nach DIN EN IEC 62485-2 wird durch den Lieferanten berechnet. Der Ladebereich muss deutlich gekennzeichnet sein. Die Bodenbeschichtung muss säurebeständig und in Armlänge zur Batterie (ca. 1,25 m) ableitfähig mit einem Widerstand zur Erde unter 10 MΩ ausgeführt sein. Vermeidung von elektrostatischen Entladungen bei Wartungsarbeiten an den Batterien (z. B. tragen ableitfähiger Kleidung, Einsatz saugfähiger und antistatischer Tücher, die nur mit Wasser angefeuchtet sein dürfen)	**ZQV**
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Bei Einsatz einer technischen Lüftung ist die gesamte Ex-Einrichtung (Lüftung inklusive Alarmierung und Unterbrechung des Ladevorgangs) in Klassifizierungsstufe K1 nach TRGS 725 auszuführen (Zone 2 → zonenfrei).	**PLT**
6.1.12	**An- und Abfahren des Gassystems (Befüllen und Entleeren mit Erdgas-Wasserstoff-Gemisch)** Abführen von Gas in einen sicheren, gut belüfteten Bereich in der Gebäudeumgebung über die betrieblichen Entspannungsleitungen (siehe Position 6.1.4). Alternativ Abführen des Gases über flexible Leitungen in einen sicheren Bereich. Diese Leitungen können variabel am Leitungssystem angeschlossen werden. Hierzu sind doppelt absperrbare Stutzen vorhanden.	An- und Abfahrprozesse mit Befüllen und Entleeren des Gassystems erfolgen nur selten im Falle von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten. Der grundsätzliche Prozessablauf stellt sich wie folgt dar: ■ Sichere (z. B. doppelte) Absperrung des Rohrleitungsabschnitts bzw. Anlagenteils ■ Entspannen des Überdrucks in einen sicheren Bereich außerhalb von Gebäuden über die betrieblichen Ausbläser oder aber im Bedarfsfall über flexible Leitungen (langsames Entspannen zur Begrenzung der freigesetzten Gasmenge; keine schlagartige Freisetzung größerer Gasmengen) ■ Spülen des Rohrleitungs- bzw. Anlagenabschnitts mit Inertgas (z. B. Stickstoff) ■ Durchführung einer Freimessung; Unterschreitung der UEG des Gasgemisches von 4,0 % (≤ 20 % der UEG; angelehnt an Merkblatt T55 /R23/)	**MV**

Nr.	Anlage, Betriebszustand, Tätigkeit	Explosionsschutzmaßnahmen	
		■ Sofern die UEG sicher unterschritten ist: Durchführung der Arbeiten bei ausreichender Lüftung (ggf. Nutzung mobiler Lüftungseinrichtungen) ■ Gasüberwachung während der gesamten Zeit der Wartung oder der Reparaturen ■ Dichtes Verschließen des Anlagenteils ■ Dichtheitsprüfung ■ Spülen des Rohrleitungs- bzw. Anlagenabschnitts mit Inertgas (z. B. Stickstoff) über die betriebliche Entspannungsleitung ■ Durchführung einer Freimessung; Unterschreitung der SGK des Gasgemisches von 8,9 % (≤ 60 % der SGK; angelehnt an DIN Fachbericht CEN/TR 15281 /R22/) ■ Sofern SGK sicher unterschritten ist: Beaufschlagen des Rohrleitungsabschnitts mit dem Erdgas-Wasserstoff-Gemisch Entstehung einer g.e.A. ist während des kurzzeitigen Austrags von Gas zu erwarten.	
		Siehe Position 6.1.4 hinsichtlich der betrieblichen Abblaseleitungen. <u>E.B. an flexiblen Leitungen, die ausschließlich für das sehr seltene Befüllen oder Entleeren verwendet werden:</u> Zylinderförmig mit 5 m seitlich und oberhalb und 1 m unterhalb der senkrecht nach oben gerichteten Freisetzungsstelle an der flexiblen Leitung (in Anlehnung an Nr. 4.7.2.4 der Beispielsammlung der DGUV-Regel-113-001). In Anlehnung an den Anhang I Kapitel 1.8 Absatz 4 der GefStoffV wird auf eine Zoneneinteilung verzichtet. Der Zeitraum des Vorhandenseins von g.e.A. kann bei den flexiblen Leitungen exakt bestimmt und dementsprechend Zündquellen entfernt / unwirksam gemacht werden.	**E.B.**
		Siehe Position 6.1.4 hinsichtlich der betrieblichen Abblaseleitungen. Während der Gasfreisetzung über flexible Leitungen sind gemäß TRGS 720 Kapitel 3 (1) 11) mindestens folgende Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung analog einer Zone 0 zu ergreifen: ■ Vermeidung heißer Oberflächen (max. 360 °C; 80 % von 450 °C) ■ Vermeidung mechanisch, elektrisch oder elektrostatischer Funken ■ Vermeidung offener Flammen, Rauchverbot ■ Vermeidung einer Gasfreisetzung bei Gewitter ohne geeigneten Blitzschutz ■ Kein Einsatz von Geräten im Bereich um die Ausblasöffnung, es sei denn sie entsprechen den nachfolgenden Anforderungen: II 1G IIA T1	**ZQV**
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Nicht erforderlich	**PLT**

Nr.	Anlage, Betriebszustand, Tätigkeit	Explosionsschutzmaßnahmen	
6.1.13	**Zu erwartende Störungen** ■ Energieausfall ■ Leckage ■ Betrieb außerhalb der zulässigen Betriebsparameter	Alle Hauptabsperrarmaturen im Gassystem nehmen ihre vorher festgelegte Sicherheitsstellung (Fail Safe) ein. Kein ungewollter Gasaustritt bzw. Gasübertritt durch offene Hauptabsperrarmaturen. *<u>Anmerkung:</u> Die relevanten Absperrarmaturen sind nach Fertigstellung der Planung durch ONYX im ESD zu benennen.* Gas verbleibt ohne manuellen Eingriff im System. Es erfolgt weiterhin eine sichere Überschreitung der OEG bzw. sichere Unterschreitung der SGK. Aufgrund der Dichtheit des Gassystems ist nicht mit einem Gasaustritt oder Lufteintritt zu rechnen. Ein Ausfall der Lüftung und Auftreten einer Undichtigkeit sind zwei voneinander unabhängige Fehler, deren gleichzeitiges Auftreten nicht zu erwarten ist. Im Fall eines Lüftungsausfalls wird die Gaszufuhr automatisch unterbrochen (Absperrung am Gebäudeeingang sowie unmittelbar vor dem BHKW). Das Gas im Leitungssystem vor dem Motor wird über die Ausblaseleitung an der Regelstrecke abgelassen (bis zum Druckausgleich). Im System vorhandenes Gas wird bei Bedarf manuell mit Inertgas abgeführt (Anweisung erforderlich). Siehe hierzu auch Positionen 6.1.4 und 6.1.12 Ausreichende Dimensionierung des Gassystems unter Berücksichtigung des maximal möglichen Drucks im System. Verlegung des Leitungssystems erfolgt unterirdisch, so dass im Zuge des Normalbetriebs nicht mit einer Beschädigung zu rechnen ist. Regelmäßige Dichtheitsprüfung zur Detektion von Leckagen / Beschädigungen. Mögliche Gasaustrittstellen im Bereich des Leitungssystems sind mit Entspannungsleitungen bzw. Abblaseleitungen ausgestattet. Kein Gasaustritt in die direkte Umgebung, sondern Abführung über Dach in einen ungefährdeten, gut belüfteten Bereich. Gasmotoren sind mit einer automatischen Abschaltung bei kritischen Anlagenzuständen („Kesselschutz“) ausgestattet. Bei Drucküberschreitung in der ND-Strecke, bei Brandalarm oder Gasalarm in der GDRMA oder den Gasmotorräumen erfolgt eine automatische Sicherheits-Schnellabschaltung der Gaszufuhr durch Schnellschlussventile vor der GDRMA bzw. vor den Motorhäusern. Die zusätzliche Bildung einer g.e.A. ist nicht zu erwarten.	**MV**
		Siehe sinngemäß Position 6.1.1 bis 6.1.12	**E.B.**
		Siehe sinngemäß Position 6.1.1 bis 6.1.12	**ZQV**
		Nicht erforderlich	**KEx**
		Siehe sinngemäß Position 6.1.1 bis 6.1.12	**PLT**

7 Maßnahmen zur Vermeidung von g.e.A. / g.e.G.

Durch Maßnahmen des primären Explosionsschutzes wird innerhalb der Anlage die Bildung von g.e.A. vermieden oder eingeschränkt. Folgende Maßnahmen werden hierbei maßgeblich umgesetzt, vergleiche TRGS 722 /R14/:

- Vermeiden oder Einschränken von Stoffen, die g.e.G./g.e.A. zu bilden vermögen
- Verhindern oder Einschränken von g.e.G./g.e.A. im Inneren von Anlagen
  - Konzentrationsbegrenzung, so dass die Anlage sicher oberhalb der OEG betrieben wird; Sondermaßnahmen beim An- und Abfahren des gasführenden Leitungssystems
  - Konzentrationsbegrenzung, so dass die Anlage sicher unterhalb der UEG betrieben wird, durch sicheres Unterschreiten des Flammpunkts der eingesetzten Öle
  - Inertisierung des gasführenden Leitungssystems beim An- und Abfahren
- Verhindern oder Einschränken von g.e.A. in der Umgebung von Anlagen
  - Technisch (dauerhaft) dichte Ausführung[3] von Anlagenteilen aufgrund ihrer Konstruktion, der gewählten Werkstoffe und der vorliegenden Betriebsbedingungen; ggf. zuzügliche Wartung und Überwachung
  - Natürliche Lüftung
  - Technische Lüftung
  - Gaswarneinrichtungen mit Alarmierung und automatischer Schaltfunktion

Details zum Vermeiden von explosionsfähiger Atmosphäre bezogen auf die jeweiligen Anlagenbereiche finden sich in Kapitel 6.

8 Schutzmaßnahmen gegen Zündgefahren

8.1 Übersicht explosionsgefährdeter Bereiche

In einigen Bereichen der Anlage ist die Bildung von g.e.A. jedoch nicht sicher auszuschließen. In Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeit, mit der g.e.A. auftreten kann, werden daher explosionsgefährdete Bereiche festgelegt und in Zonen eingeteilt, in denen Zündquellen geeignet zu vermeiden sind. Diese sind im Einzelnen:

[3] Wird eine Anlage so gebaut, dass im Normalbetrieb selbst bei ungünstigsten Betriebsparametern (Druck, Temperatur, Korrosion, usw.) praktisch keine brennbaren Stoffe austreten können, so ergeben sich in der Umgebung der Anlage keine explosionsgefährdeten Bereiche. Die Anforderungen an die Dichtheit sind in TRGS 722 Abschnitt 4.5 und DIN EN 1127-1 Anhang B definiert.

Pos.	Anlagenteil	Zone	Geräte-kategorie	EG / TK[4]	Ausdehnung
6.1.2	Gas-Druckregel-und-Messanlage (GDRMA)	2	II 3G	IIA T1	Im gesamten Aufstellraum der GDRMA
6.1.4	Gasfreisetzungsstellen an der GDRMA sowie den Gasmotoren (Gasausbläser über Dach)	2	II 3G	IIA T1	Im Inneren der Ausblaseleitungen (ab dem Absperrventil) sowie in der Umgebung der Freisetzungsstelle. *Anmerkung: Die Berechnung nach DVGW-Arbeitsblatt G442 muss noch durch eine Fachfirma erfolgen.*

Details bezogen auf die jeweiligen Anlagenbereiche finden sich in Kapitel 6.

8.2 Geräte, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen gemäß Richtlinie 2014/34/EU bzw. Richtlinie 94/9/EG

Grundsätzlich können Geräte aufgrund von Bauart und Betriebsweise diverse Zündquellen beinhalten (heiße Oberflächen, mechanische und elektrische Funken, Strahlung, usw.). Sie dürfen in explosionsgefährdeten Bereichen nur eingesetzt werden, wenn wirksame Zündquellen durch der Gerätekategorie nach Richtlinie 2014/34/EU (früher 94/9/EG) angemessene Zündschutzarten vermieden sind. Eine Bestätigung diesbezüglich erfolgt durch die Konformitätserklärung des Herstellers. Die jeweils erforderliche Gerätekategorie, Temperaturklasse / Oberflächentemperatur und Explosionsgruppe ist im Kapitel 8.1 benannt.

Sofern in der Detailbewertung (Kapitel 6) nicht anders aufgeführt, werden die Geräte ausschließlich gemäß der vom Hersteller vorgesehenen bestimmungsgemäßen Verwendung eingesetzt und entsprechend der Betriebsanleitung montiert, installiert sowie geprüft und gewartet.

Die Eignung der Geräte und ihre korrekte Installation und Montage ist im Rahmen der Prüfung vor Inbetriebnahme gemäß § 15 BetrSichV in Verbindung mit Anhang 2 Abschnitt 3 /R8/ nachzuweisen und durch Wartung und Instandhaltung sowie wiederkehrende Prüfungen gemäß § 16 BetrSichV in Verbindung mit Anhang 2 Abschnitt 3 /R8/ sicherzustellen.

Für ggf. vorhandene eigensichere Stromkreise (Zündschutzart „i“) werden rechnerische Eigensicherheitsnachweise geführt und dem Explosionsschutzdokument beigefügt.

Die Zuordnung zwischen Gefährdungspotenzial („Zone“) und Schutzniveau gegen Entzündung (Gerätekategorie) ist für Normalfälle in der GefStoffV Anhang 1 Nummer 1 Abschnitt 1.8 (3) festgelegt. Diese Zuordnung wird angewendet, wenn in diesem Konzept nichts Anderes festgelegt und in Kapitel 6 explizit dokumentiert wird.

[4] Explosionsgruppe / Temperaturklasse

E.B. der Zone	Erforderliche Gerätekategorie
2	3G, 2G, 1G
1	2G, 1G
0	1G

8.3 Betriebliche Zündquellen

Neben gerätebezogenen Zündquellen können weiterhin betriebliche Zündquellen vorhanden sein. Betriebliche Zündquellen sind in den explosionsgefährdeten Bereichen mit ausreichender Sicherheit auszuschließen.

- Zone 2: keine wirksamen Zündquellen:
  - im Normalbetrieb
- Zone 1: keine wirksamen Zündquellen:
  - im Normalbetrieb **und**
  - bei zu erwartenden Störungen
- Zone 0: keine wirksamen Zündquellen:
  - im Normalbetrieb **und**
  - bei zu erwartenden Störungen **und**
  - bei seltenen Störungen

8.3.1 Grundlegende Zündquellenbewertung

Gemäß TRGS 723 bzw. DIN EN 1127-1 können in explosionsgefährdeten Bereichen 13 Zündquellenarten grundsätzlich wirksam werden.

Von diesen 13 Zündquellenarten sind folgende wirksame Zündquellen aufgrund von Bauart und Betrieb der bewerteten Anlage grundsätzlich in den betrachteten explosionsgefährdeten Bereichen *nicht vorhanden* bzw. *nicht relevant*:

1. Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz,
2. Statische Elektrizität,
   2.1. Koronaentladungen
   2.2. Gleitstielbüschelentladung
   2.3. Schüttkegelentladung
   2.4. Gewitterblitzähnliche Entladung
3. Elektromagnetische Felder im Bereich der Frequenzen von $9 \cdot 10^3$ Hz bis $3 \cdot 10^{11}$ Hz,
4. Elektromagnetische Strahlung im Bereich der Frequenzen von $3 \cdot 10^{11}$ Hz bis $3 \cdot 10^{15}$ Hz bzw. Wellenlängen von 100 nm bis 1.000 µm (optischer Spektralbereich),
5. Ionisierende Strahlung,
6. Ultraschall,
7. Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase,
8. Chemische Reaktionen.

Folgende wirksame Zündquellen *können* aufgrund von Bauart und Betrieb der bewerteten Anlage grundsätzlich in explosionsgefährdeten Bereichen *auftreten:*

1. Heiße Oberflächen,
2. Flammen und heiße Gase,
3. Mechanisch erzeugte Funken,
4. Elektrische Anlagen,
5. Statische Elektrizität,
   5.1. Büschelentladung
   5.2. Funkenentladung
6. Blitzschlag.

Allgemeine Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung werden in den nachfolgenden Unterkapiteln beschrieben. Spezielle Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung, welche jeweils nur an einzelnen Anlagenteilen erforderlich sind, wurden bereits in Kapitel 6 dargestellt.

8.3.2 Heiße Oberflächen

Betriebliche heiße Oberflächen mit einer Temperatur oberhalb der maximal zulässigen Oberflächentemperatur (hier 450 °C) sind durch geeignete Maßnahmen (z. B. Isolierungen) auszuschließen.

8.3.3 Flammen und heiße Gase

Es besteht ein grundsätzliches Rauchverbot. Die Durchführung von Heißarbeiten und anderen feuergefährlichen Arbeiten ist nur über ein Erlaubnisscheinverfahren (siehe Kapitel 11.3) gestattet.

8.3.4 Mechanisch erzeugte Funken

Einfache Stahlwerkzeuge (z. B. Schraubendreher, Schraubenschlüssel), bei denen maximal mit einem Einzelfunken zu rechnen ist, führen gemäß TRGS 723 Kapitel 5.4.1 (6) /R15/ nur bei Gasen der Explosionsgruppe IIC, die hier nicht vorhanden sind, zur Entzündung von g.e.A. In den e.B. der Zone 2 können sie daher eingesetzt werden.

Die Handhabung von Werkzeugen, die Funkenkaskaden erzeugen, ist erst nach Durchlaufen des Erlaubnisscheinverfahrens (Freigabeverfahrens) zulässig. Bei Arbeiten mit Funkenflug wie Schleifen oder Flexen in der Zone 2 oder deren Umgebung ist zu berücksichtigen, dass sich durch die Funken ggf. auch in größerer Entfernung Zündquellen bilden können. Hiergegen sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen. Insbesondere sind brennbare Stoffe vollständig zu entfernen oder Bereiche sicher abzuschirmen.

8.3.5 Elektrische Anlagen

Elektrische Anlagen im Sinne der TRGS 723 sind einzeln installierte oder zusammengeschaltete Geräte, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen sowie deren Verbindungsvorrichtungen, die elektrische Energie erzeugen, umwandeln, speichern, fortleiten, verteilen, messen,

steuern oder verbrauchen. Hierzu können auch Einrichtungen der Prozessleittechnik und Informationstechnik gehören.

Sofern in explosionsgefährdeten Bereichen elektrische Anlagen und Geräte eingesetzt werden, ist sicherzustellen, dass die Anforderungen gemäß Kapitel 8.1 (Gerätekategorie, Temperaturklasse, Explosionsgruppe) erfüllt werden und sie gemäß den Anforderungen der DIN EN 60079-14 /R21/, der TRGS 723 (Kapitel 5.5) sowie den Anforderungen der jeweiligen Hersteller installiert sind. Die Geräte sind ausschließlich gemäß der vom Hersteller vorgesehenen bestimmungsgemäßen Verwendung einzusetzen und entsprechend der Betriebsanleitung zu prüfen und zu warten.

Für ggf. vorhandene eigensichere Stromkreise (Zündschutzart „i“) sind rechnerische Eigensicherheitsnachweise zu führen und dem Explosionsschutzdokument beizulegen.

8.3.6 Statische Elektrizität

Funkenentladungen

Die Bauteile, die in oder mit Kontakt zu explosionsgefährdeten Bereichen genutzt werden, sind nach Möglichkeit aus ableitfähigen ($10^4\ \Omega < R_O \leq 10^9\ \Omega$) oder leitfähigen ($R_O \leq 10^4\ \Omega$) Materialien auszuführen. Alle ableitfähigen und leitfähigen Bauteile in explosionsgefährdeten Bereichen sind gemäß TRGS 727 Anhang A3.1 zur Vermeidung von Funkenentladungen über einen Potentialausgleich leitfähig miteinander zu verbinden und zu erden. Der Erdableitwiderstand muss dabei $R_E < 10^6\ \Omega$ betragen.

Büschelentladungen

Büschelentladungen sind für die meisten brennbaren Gase und Dämpfe zündwirksam. Werden isolierende Bauteile ($R_O > 10^9\ \Omega$) in gasexplosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt, so ist in Abhängigkeit der Explosionsgruppe sowie der festgelegten Zone eine Begrenzung der projizierten Oberfläche, der Breite, des Durchmessers sowie der Dicke erforderlich (siehe TRGS 727 Kapitel 3.2.1 Tabelle 1a / 1b und Kapitel 3.2.3.1). Die Dicke isolierender Beschichtungen auf leitfähigem und geerdeten Untergrund ist auf 2 mm zu begrenzen. Davon abgesehen ist eine Begrenzung der Oberfläche bzw. des Durchmessers nur erforderlich, wenn erfahrungsgemäß zündwirksame Entladungen vorliegen.

Da keine stark ladungserzeugenden Prozesse vorliegen, sind Gleitstielbüschelentladungen nicht zu erwarten.

Elektrostatische Aufladung von Personen

Handelsübliche Bekleidung sowie Schutzkleidung kann aufgeladen werden. Beim Tragen stellt sie jedoch im Allgemeinen keine Zündgefahr dar, sofern die Person z. B. durch geeignetes Schuhwerk und geeignete Fußböden geerdet ist. Trotzdem kann es im Einzelfall, wie z. B. bei PU-beschichteter Wetterschutzkleidung, zu gefährlichen Aufladungen kommen.

Fußböden in explosionsgefährdeten Bereichen müssen so ausgeführt sein, dass sich Personen beim Tragen ableitfähiger Schuhe nicht gefährlich aufladen. Ein Fußboden ist ableitfähig, wenn sein Ableitwiderstand 10^8 Ω unterschreitet. In explosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 0 und 1 sind ableitfähige Fußböden erforderlich

Betonfußböden ohne Kunststoffzusätze weisen in der Regel Ableitwiderstände zwischen 10^4 und 10^8 Ω auf und können gemäß der TRGS 727 Anhang H als ableitfähig eingestuft werden. Dies ist jedoch im Einzelfall zu belegen. Beschichtungen oder Farbreste auf der Oberfläche können die Ableitfähigkeit beeinflussen.

8.3.7 Blitzschlag

Für e.B. der Zone 2 müssen keine Blitzschutzmaßnahmen getroffen werden, da die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Vorhandenseins von g.e.A. und eines Blitzeinschlags hinreichend gering ist, siehe TRGS 723 Kapitel 5.8.2 (1)

Hinweis: Ggf. werden durch den Sachversicherer höhere Anforderungen als über das Regelwerk gestellt.

9 Maßnahmen zur Reduzierung von Explosionsauswirkungen auf ein ungefährliches Maß

Das gleichzeitige Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre und einer wirksamen Zündquelle kann bei Berücksichtigung der in diesem Explosionsschutzkonzept getroffenen Schutzmaßnahmen in der betrachteten Anlage hinreichend sicher ausgeschlossen werden. Weiterhin sind keine über das übliche Maß hinausgehenden Explosionsauswirkungen zu erwarten, siehe Kapitel 5.1.

Maßnahmen zur Reduzierung von Explosionsauswirkungen sind daher nicht erforderlich.

10 PLT-Schutzmaßnahmen

In einigen Anlagenbereichen wird der Explosionsschutz durch MSR-Technik und Anlagensteuerungen (PLT-Sicherheitseinrichtungen) sichergestellt.

Die im Bereich der GDRMA und Gasmotoren explosionsschutztechnisch relevanten PLT-Sicherheitseinrichtungen sind Bestandteil dieser Produkte und werden zusammen mit diesem in Verkehr gebracht. Eine Konformitätserklärung nach RL 2006/42/EG bzw. RL 2014/34/EU mit Verweis auf die angewendeten Normen (z. B. DIN EN 61508, DIN EN 61511, die DIN EN ISO 13849) wird durch den Lieferanten bereitgestellt und durch den Betreiber dem ESD beigefügt. Der Betrieb erfolgt ausschließlich bestimmungsgemäß, so dass eine erneute betreiberseitige Bewertung an dieser Stelle nicht erforderlich ist.

Sofern herstellerseitig keine begründeten abweichenden Festlegungen getroffen werden, gelten folgende Festlegungen:

- Gaswarnanlage an der GDRMA (Klassifizierungsstufe K1)
- Lüftung an den Gasmotoren (Klassifizierungsstufe K1)
- Gaswarnanlage an den Gasmotoren (Klassifizierungsstufe K1)

Nachfolgend ist die Eignung der entsprechenden Sensoren, Aktoren und Steuerungen hinsichtlich ihrer Funktion und Ausfallwahrscheinlichkeit in der Anlage zu prüfen, dokumentieren und sicherzustellen. Für die wiederkehrende jährliche Prüfung der sicherheitsrelevanten Kreise gemäß TRGS 725 ist ein geeignetes Prüfkonzept zu erstellen.

Anmerkung: Gemäß dem Anhang 3 der TRGS 725 kann bereits eine einfache Lüftungsanlage mit den Funktionseinheiten Energieversorgung, Ventilator mit Antrieb und Kanäle mit Stellklappe und Alarmierung des Ausfalls die Anforderung K1 erfüllen. Es wird empfohlen diese Bewertung bei der Erbringung des Nachweises zu berücksichtigen.

11 Organisatorische Explosionsschutzmaßnahmen

Neben den technischen Explosionsschutzmaßnahmen sind zusätzlich organisatorische Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich.

11.1 Schriftliche Betriebsanweisungen / Prozessanweisungen / Arbeitsanweisungen

Der Arbeitgeber erstellt schriftliche Betriebsanweisungen, Prozess- bzw. Arbeitsanweisungen (nachfolgend kurz „Anweisungen“) für Arbeiten, bei denen Explosionsgefahren vorhanden sind. In diesen werden potentielle Gefahren sowie die geeignete Vorgehensweise zur Vermeidung dieser Gefahren beschrieben. Die Anweisungen werden den Beschäftigten geeignet zugänglich gemacht, z.B. über das Intranet oder durch Auslegen an zentralen Punkten wie einer Leitwarte und als Basis der Schulung verwendet.

Folgende Punkte, als Resultat der Ergebnisse aus Kapitel 6, sind innerhalb von Anweisungen zu behandeln:

- Betrieb der Anlage inkl. An- und Abfahren
- Prüfung der Dichtheit von Rohr- und Schlauchleitungsverbindungen
- Verhalten beim Freispülen von Gassystemen
- Verhalten bei einem Gasalarm oder Energieausfall
- Wartung und Prüfung von Gaswarnanlagen

- Funktionsprüfungen sicherheitsrelevanter Überwachungseinrichtungen (siehe auch Kapitel 10)

Betriebsstillstände oder Betriebsunterbrechungen sowie Betriebsstörungen sind wegen ihrer Vielzahl unterschiedlicher Varianten nicht vollständig vorhersehbar und planbar. Gleiches gilt für Prüf- und Reparaturarbeiten, die z. B. zur Behebung von Betriebsstörungen erforderlich sind. Sofern derartige Betriebszustände durch das vorliegende Konzept nicht erfasst werden, sind im Einzelfall die erforderlichen Maßnahmen auf Basis einer Gefährdungsbeurteilung durch den verantwortlichen Betriebsangehörigen zu treffen.

11.2 Schulungen

Die Beschäftigten werden vor der erstmaligen Arbeitsaufnahme und wiederkehrend mindestens jährlich hinsichtlich des Explosionsschutzes geschult.

Hierbei werden die Beschäftigten auf Basis des Explosionsschutzdokuments und insbesondere der relevanten Betriebsanweisungen / Arbeitsanweisungen über Explosionsgefahren im Betrieb und über die entsprechenden Schutzmaßnahmen, z. B. Verhaltensweisen in explosionsgefährdeten Bereichen informiert. Weiterhin eignen sich Unfälle oder Beinahe-Unfälle aus dem Betrieb oder aus vergleichbaren Anlagen zum Erkennen von Explosionsgefahren und zur Schulung sicherer Handlungsweisen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung werden schriftlich dokumentiert und von den Unterwiesenen durch Unterschrift bestätigt.

Über ein geeignetes System wird sichergestellt, dass alle Beschäftigten regelmäßig an diesen Schulungen teilnehmen. Für neue Beschäftigte wird eine zusätzliche Unterweisung außerhalb des üblichen Rhythmus durchgeführt.

Auch bei Beschäftigten von Fremdfirmen erfolgt eine Unterweisung vor der Aufnahme der Arbeit. Die Durchführung der Unterweisung wird ebenfalls schriftlich dokumentiert.

11.3 Arbeitsfreigabesystem

Arbeiten, bei denen in einem explosionsgefährdeten Bereich oder dessen unmittelbarer Umgebung eine wirksame Zündquelle erzeugt werden kann, z. B. Schleif- oder Schweißarbeiten, müssen vor ihrem Beginn durch eine geeignete fachkundige Instanz schriftlich genehmigt werden. In der schriftlichen Arbeitsfreigabe sind die Schutzmaßnahmen, die vor Arbeitsbeginn durchzuführen sind, detailliert zu beschreiben. Der ausführende Arbeitnehmer bestätigt durch seine Unterschrift vor Arbeitsbeginn, dass alle erforderlichen Schutzmaßnahmen durchgeführt wurden. Bei Bedarf muss für die Dauer der Arbeiten eine Aufsichtsperson, z. B. Brandwache, gestellt werden. Die Einhaltung der Schutzmaßnahmen ist durch eine Aufsicht führende Person zu kontrollieren.

Müssen für die Dauer der Arbeiten Schutzmaßnahmen aufgehoben werden, so ist vor der Wiederaufnahme des Betriebes durch eine Prüfung vor Ort sicherzustellen, dass diese wiederhergestellt wurden, z. B. dass Brandmelder oder Verriegelungen wieder funktionstüchtig

geschaltet sind. Es ist schriftlich zu dokumentieren, dass die Anlage nach Ende der Arbeiten wieder in einen sicheren Zustand versetzt wurde. Ohne diese Bestätigung ist ein Einschalten der Anlage oder eine Arbeitsaufnahme nicht zulässig.

11.4 Inspektions-, Wartungs-, Montage- und Reparaturarbeiten

An Anlagen müssen zur Aufrechterhaltung des sicheren Zustands und der Funktionstüchtigkeit Inspektions-, Wartungs-, Montage- und Reparaturarbeiten durchgeführt werden. Diese erfolgen anhand eines vom Arbeitgeber erstellten Wartungs- und Instandhaltungsplans, der auf Basis der Herstellerangaben erstellt wurde. Abweichungen zu den Herstellervorgaben sind auf Basis von Betriebserfahrungen möglich, wenn diese begründet dokumentiert werden.

Inhalt der wiederkehrenden Prüfungen gemäß BetrSichV ist gemäß TRBS 1201 Teil 1 insbesondere die Prüfung auf den ordnungsgemäßen Zustand und die ordnungsgemäße Zusammenschaltung der Ex-Anlage. Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass dieser gegeben ist, wenn an der unveränderten Anlage nachweislich sämtliche Wartungs- und Reparaturarbeiten sachgerecht ausgeführt worden sind. Die geeignete Dokumentation der Wartungs- und Reparaturarbeiten kann daher dem Betreiber zur Nachweisführung dienen.

Bei Inspektions-, Wartungs-, Montage- und Reparaturarbeiten können zusätzliche Explosionsgefahren auftreten. Die jeweils erforderlichen Explosionsschutzmaßnahmen werden im Rahmen des Arbeitsfreigabeverfahrens ermittelt und dokumentiert.

Bei Instandsetzungsarbeiten an Geräten in explosionsgefährdeten Bereichen ist die Prüfnotwendigkeit nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 4.2 auf Basis der TRBS 1201 Teil 3 zu ermitteln.

11.5 Prüfungen

Gemäß § 14 Absatz 1 der BetrSichV /R8/ hat der Arbeitgeber Arbeitsmittel, deren Sicherheit von den Montagebedingungen abhängt, vor der erstmaligen Verwendung von einer zur Prüfung befähigten Person prüfen zu lassen. Als Arbeitsmittel sind gemäß BetrSichV Werkzeuge, Geräte, Maschinen oder Anlagen, die für die Arbeit verwendet werden, sowie überwachungsbedürftige Anlagen definiert.

Die Prüfung umfasst:

1. die Kontrolle der vorschriftsmäßigen Montage oder Installation und der sicheren Funktion dieser Arbeitsmittel,

2. die rechtzeitige Feststellung von Schäden,

3. die Feststellung, ob die getroffenen sicherheitstechnischen Maßnahmen wirksam sind.

Prüfinhalte, die im Rahmen eines Konformitätsbewertungsverfahrens geprüft und dokumentiert wurden, müssen nicht erneut geprüft werden. Die Prüfung muss vor jeder Inbetriebnahme nach einer Montage stattfinden.

Die Prüfung der Explosionssicherheit von überwachungsbedürftigen Anlagen erfolgt gemäß §§ 15 und 16 in Kombination mit Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV /R8/. Weiterhin ist gemäß §7 Absatz 7 GefStoffV /R7/ die Prüfung von Funktion und Wirksamkeit der technischen Schutzmaßnahmen regelmäßig, mindestens jedoch jedes dritte Jahr durchzuführen. Diese Prüfung ist jedoch hinsichtlich des Explosionsschutzes durch die Prüfungen nach BetrSichV Anhang 2 Abschnitt 3 abgedeckt.

11.5.1 Prüfung vor Inbetriebnahme

Vor Inbetriebnahme der Ex-Anlage sind alle explosionsschutzrelevanten Arbeitsmittel im Rahmen der Prüfung nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 4.1 BetrSichV durch eine befähigte Person mit umfassenden Kenntnissen im Explosionsschutz (Nr. 3.3) bzw. durch eine ZÜS zu prüfen. Teile der Prüfung (z. B. von Geräten in explosionsgefährdeten Bereichen) können von anderen, für die Prüfaufgabe befähigten Personen durchgeführt werden.

11.5.2 Wiederkehrende Prüfungen

Ex-Anlagen sind nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.1 BetrSichV wiederkehrend alle 6 Jahre auf Explosionssicherheit zu prüfen. Diese Prüfung ist durch eine befähigte Person nach Nr.3.3 bzw. durch eine ZÜS durchzuführen. Die Prüfung umfasst die wiederkehrenden Prüfungen nach 5.2 und 5.3 als Teilprüfungen.

Weiterhin sind Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll-, und Regelvorrichtungen im Sinne der RL 2014/34/EU bzw. RL 94/9/EG auf Basis Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.2 BetrSichV wiederkehrend alle 3 Jahre durch eine befähigte Person nach Nr. 3.1 bzw. durch eine ZÜS zu prüfen.

Lüftungs-, Gaswarn- und Inertisierungseinrichtungen, die dem Explosionsschutz dienen, sind auf Basis Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.3 BetrSichV wiederkehrend jährlich durch eine befähigte Person nach Nr. 3.1 bzw. durch eine ZÜS zu prüfen. In den innerhalb dieses Konzeptes betrachteten Bereichen sind folgende Einrichtungen prüfpflichtig:

Nr.	Anlage, Betriebszustand, Tätigkeit	Einrichtung und ggf. Funktion
6.1.2	Gas-Druckregel-und-Messanlage (GDRMA)	Gaswarnanlage mit folgender Schaltung: 20 % der UEG: Alarm mit Unterbrechung der Gaszufuhr (Absperrung vor der GDRMA)
6.1.5	Gasmotoren und Gasmotorenräume	Gaswarnanlage mit folgender Schaltung: 20 % der UEG: Alarm mit Unterbrechung der Gaszufuhr (Absperrung vor der GDRMA) Technische Lüftung mit Alarmierung bei Lüftungsausfall

11.5.3 Zur Prüfung befähigte Person

Eine zur Prüfung befähigte Person ist gemäß § 2 (6) BetrSichV eine Person, welche durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt. Die Anforderungen an zur Prüfung befähigte Personen sind in Anhang 2 Abschnitt 3 Nummer 3 der Betriebssicherheitsverordnung dargestellt.

11.5.4 Übersicht der Prüfinhalte

Prüfinhalte dieses Explosionsschutzkonzeptes	Für diese Anlage erforderlich	Für diese Anlage nicht erforderlich
Grundlegende Dokumentation zum Explosionsschutz		
Inhalt, Plausibilität und Umsetzung des Explosionsschutzkonzepts bzw. Explosionsschutzdokuments	X	
Umsetzung von Instandhaltungsmaßnahmen sowie Inhalt und Plausibilität der Dokumentation	X	
Eignung der Schutzmaßnahmen sowie Inhalt und Plausibilität der Dokumentation	X	
Inhalt und Plausibilität der Dokumentation bereits durchgeführter Prüfungen	X	
Maßnahmen (technisch, organisatorisch) zur Vermeidung / Reduzierung g.e.G. bzw. g.e.A.		
Eignung und Umsetzung von Maßnahmen zur Konzentrationsbegrenzung		X
Eignung und Umsetzung von Maßnahmen zur Inertisierung		X
Eignung und Umsetzung von Maßnahmen zur Druckabsenkung		X
Eignung von Maßnahmen zur Dichtheit	X	
Eignung von Maßnahmen zur natürlichen Lüftung	X	
Eignung und Umsetzung von Maßnahmen zur technischen Lüftung	X	
Eignung und Umsetzung von Maßnahmen zur Konzentrationsüberwachung	X	
Maßnahmen (technisch, organisatorisch) zur Vermeidung der Entzündung g.e.G. bzw. g.e.A.		
Eignung, Installation und Funktion von Geräten im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU	X	
Eignung und Umsetzung von Maßnahmen zum Blitzschutz (Basierend auf Blitzschutzkonzept)		X
Eignung und Umsetzung von Maßnahmen zur Erdung und zum Potentialausgleich	X	
Eignung und Umsetzung sonstiger Schutzmaßnahmen gegen Wirksamwerden von Zündquellen		X
Maßnahmen zur Begrenzung von Explosionsauswirkungen		
Eignung und Installation von Schutzsystemen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU		X
Inhalt und Plausibilität der Dokumentation zur explosionsfesten Bauweise		X

Prüfinhalte dieses Explosionsschutzkonzeptes	Für diese Anlage erforderlich	Für diese Anlage nicht erforderlich
Inhalt und Plausibilität der Dokumentation zur Explosionsdruckentlastung		X
Inhalt und Plausibilität der Dokumentation zur Explosionsunterdrückung		X
Inhalt und Plausibilität der Dokumentation zur explosionstechnischen Entkopplung		X
Brandschutzmaßnahmen in erlaubnispflichtigen Ex-Anlagen nach §18 BetrSichV		
Eignung und Umsetzung der im Brandschutzkonzept bzw. Explosionsschutzkonzept festgelegten Brandschutzmaßnahmen		X
Inhalt und Plausibilität der Dokumentation zu Brandschutzeinrichtungen		X
Mess-, Steuer- und Regelvorrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen		
Eignung, Installation und Funktion der MSR-Einrichtungen und zugehörigen Sensor-Logik-Aktor-Kreisen (Basierend auf Explosionsschutzkonzept und Konzept der funktionalen Sicherheit)	X	
Inhalt und Plausibilität der Dokumentation zu MSR-Einrichtungen	X	

11.6 Koordination

Bei Arbeiten von verschiedenen Gewerken ist eine gegenseitige Gefährdung durch Gefahrstoffe, einschließlich des Auftretens explosionsfähiger Atmosphäre, zu unterstellen. Aus diesem Grund wird durch die beteiligten Arbeitgeber gemäß § 15 (4) GefStoffV bei Tätigkeiten mit einer erhöhten Gefährdung[5] von Beschäftigten (z. B. Feuerarbeiten in brand- und explosionsgefährdeten Bereichen) ein Koordinator eingesetzt, durch welchen diese Gefährdung ausgeschlossen wird.

Der benannte Koordinator ist für die Erstellung eines Arbeitsablaufplans sowie für die Festlegung von Gefahrenbereichen zuständig. Er definiert Maßnahmen für den Störungsfall und unterrichtet die beteiligten Arbeitgeber und Arbeitnehmer über eventuelle Planänderungen. Vor Aufnahme der Arbeiten erfolgen eine Abstimmung der Sicherheitsmaßnahmen mit den beteiligten Personen sowie eine Information der betroffenen Betriebsbereiche in Bezug auf die durchzuführenden Tätigkeiten. Während der Arbeiten überprüft der Koordinator die Einhaltung des aufgestellten Ablaufplans und der Sicherheitsmaßnahmen.

Die Auswahl der mit der Koordinierung beauftragten Person erfolgt in Abhängigkeit der jeweils durchzuführenden Tätigkeit, z. B. elektrische oder mechanische Arbeiten. Hierdurch wird gewährleistet, dass die mit der Koordination beauftragte Person über das nötige Hintergrundwissen hinsichtlich der durchzuführenden Arbeiten verfügt.

[5] Vgl. beispielsweise BG RCI Gefährdungsbeurteilung / Gefährdungskatalog A 017 Abschnitt 1.4 /L2/

11.7 Kennzeichnung der explosionsgefährdeten Bereiche

Explosionsgefährdete Bereiche werden an ihren Zugängen entsprechend Anhang I Nr. 1.6 (5) GefStoffV mit dem Zeichen D-W021 der ASR A1.3 /R9/ »Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre« gekennzeichnet. Wo dies nicht unmittelbar möglich ist, wird durch geeignete Aushänge, z.B. mit einer graphischen Darstellung der Zonen, auf Explosionsgefahren aufmerksam gemacht.

Liegt ein explosionsgefährdeter Bereich ausschließlich im Inneren einer Anlage, so wird eine Kennzeichnung dennoch durchgeführt, wenn im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung festgestellt wurde, dass ein Eingriff in den explosionsgefährdeten Bereich z. B. bei Wartungsmaßnahmen oder zur Störungsbeseitigung erfolgen kann.

In explosionsgefährdeten Bereichen ist gemäß Anhang I Nr. 1.3 (2) GefStoffV das Betreten durch Unbefugte zu verbieten, ebenso Zündquellen, z.B. Rauchen oder der Umgang mit offenem Feuer. Auf das Verbot muss erkennbar und dauerhaft hingewiesen werden, üblicherweise mit den Zeichen D-P006 »Betreten durch Unbefugte verboten« und P003 »Rauchen und die Verwendung von offenem Feuer und offenem Licht verboten« der ASR A1.3.

Abbildung 3: Kennzeichnung von explosionsgefährdeten Bereichen

11.8 Schutz vor dem Zutritt Unbefugter

Der Zutritt von Unbefugten zu Anlagen mit gefährlichen Bereichen ist grundsätzlich zu verhindern. Dies gilt insbesondere auch für Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen. Für geschulte Mitarbeiter ist häufig eine Kennzeichnung mit dem Zeichen D-P006 der ASR A1.3 /R9/ ggf. zuzüglich einer Absperrkette oder sonstigen Markierung bei Bereichen mit zahlreichen Zugängen ausreichend. In Abhängigkeit der Gefährdung kann jedoch auch eine Verriegelung, ein abschließbarer Raum oder eine Umzäunung erforderlich sein.

11.9 Flucht- und Rettungswege

Ein Fluchtweg darf nicht in einem explosionsgefährdeten Bereich münden/enden. Gegen eine Durchquerung eines Raumes mit einem explosionsgefährdeten Bereich bestehen hingegen keine Bedenken, sofern folgende Bedingung erfüllt wird: Der Fluchtweg aus dem explosionsgefährdeten Bereich darf von jeder Stelle dieses Raumes aus bis zum Ausgang in einen gesi-

cherten Bereich (ins Freie, in Flure oder Treppenräume) die Länge von 20 m nicht überschreiten (Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A2.3 /R9/ Abschnitt 5(2)). Alternativ ist die Zulässigkeit eines längeren Fluchtwegs in einer Gefährdungsbeurteilung zu begründen.

Sofern Fluchtmittel erforderlich sind, sind diese vorzuhalten.

12 Weitere Unterlagen zur Aufnahme in das Explosionsschutzdokument

EG-/EU-Konformitätserklärungen und Betriebsanleitungen **Ggf. EG-/EU-Baumusterprüfbescheinigungen**	■ Für elektrische und nicht-elektrische Geräte, Schutzsysteme und Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen gemäß RL 2014/34/EU („Atex“)
Prüfkonzept / Prüfungsplanung	■ Festlegung, welche Prüfungen nach BetrSichV durchzuführen sind, siehe GefStoffV 2016 § 6 (9) Punkt 6, Prüfplan ■ Organisation der Prüfungen nach BetrSichV
Prüfbescheinigungen gemäß § 17 BetrSichV /R8/ (ab 01.06.2015)	■ Prüfung von Anlagen mit Explosionsgefährdungen vor erstmaliger Inbetriebnahme nach BetrSichV ■ Wiederkehrende Prüfungen nach BetrSichV
Nachweise der Überwachung der Betriebssicherheit (Prüfberichte Erstprüfung und wiederkehrenden Prüfungen von Arbeitsmitteln)	■ Prüfungen für nicht fest installierte Arbeitsmittel, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden, z. B. Taschenlampen, Telefone, Gaswarngeräte etc.
Detailkonzepte	■ Schutz vor Zutritt Unbefugter ■ Prüfung von sicherheitsrelevanten Sensor-Logik-Aktor-Kreisen
Ex-Zonenplan	■ Graphische Darstellung der Ausdehnung explosionsgefährdeter Bereiche
Nachweise der ordnungsgemäßen Montage und Installation der Betriebsmittel	■ Installationsattest für neu installierte Anlagen ■ Nachweis der geeigneten Erdung ■ Festlegung und Funktionsprüfung der sicherheitsrelevanten PLT-Schutzmaßnahmen ■ Eigensicherheitsnachweise für ggf. vorhandene eigensichere Stromkreise
Betriebsanweisungen	■ Siehe Kapitel 11.1
Wartungs- und Instandhaltungspläne, -dokumentation	■ Wartungs- und Instandhaltungsplan für Arbeitsmittel mit Relevanz für den Explosionsschutz ■ Nachweise und Dokumentation über durchgeführte Wartungen und Instandhaltungen
Schulungspläne, -dokumentation	■ Schulungsplan für Schulungen zum Explosionsschutz ■ Nachweis über durchgeführte Schulungen des Betriebspersonals
Koordination von mehreren Firmen / Tätigkeiten	■ Koordinationskonzept
Es wird empfohlen, im Explosionsschutzdokument auf die entsprechenden Unterlagen zu verweisen. Alternativ können sie dem Explosionsschutzdokument als Anhang beigefügt werden. Zum Explosionsschutzdokument siehe auch DGUV-Information 213-106 /R19/.	

13 Rechtliche und technische Grundlagen

13.1 Wichtige Gesetze, Verordnungen, Unfallverhütungsvorschriften, Technische Regeln, Normen und andere Vorschriften zum Explosionsschutz

Die nachfolgenden Regelwerke wurden jeweils in ihrer zum Zeitpunkt der Erstellung des Explosionsschutzkonzepts gültigen Fassung berücksichtigt.

/R1/ Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (Fünfzehnte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)

/R2/ Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG - Maschinenrichtlinie -

/R3/ Richtlinie 2014/34/EU zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (Neufassung) als Ersatz der RL 94/9/EG

/R4/ Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit – Arbeitsschutzgesetz – (ArbSchG)

/R5/ Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz – Maschinenverordnung – (9. ProdSV)

/R6/ Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz – Explosionsschutzverordnung – (11. ProdSV)

/R7/ Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen – Gefahrstoffverordnung – (GefStoffV)

/R8/ Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung– BetrSichV)

/R9/ Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A1.3
Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung

/R10/ Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A2.3
Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan

/R11/ TRBS 1201 Teil 1
Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

/R12/ TRGS 720
Gefährliche explosionsfähige Gemische – Allgemeines –

/R13/ TRGS 721
Gefährliche explosionsfähige Gemische – Beurteilung der Explosionsgefährdung –

/R14/ TRGS 722
Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre

/R15/ TRGS 723
Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische

/R16/ TRGS 725
Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Mess-, Steuer- und Regelvorrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen

/R17/ TRGS 727 (früher TRBS 2153)
Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen

/R18/ DGUV-Regel-113-001 (früher BGR 104)
Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) - Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen

/R19/ DGUV-Information-213-106
Explosionsschutzdokument

/R20/ DIN EN 1127-1
Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz –
Teil 1: Grundlagen und Methodik

/R21/ DIN EN 60079-14
Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen

/R22/ DIN-Fachbericht CEN/TR 15281
Leitsätze für die Inertisierung zum Explosionsschutz

/R23/ Merkblatt T 055
Mess- und Warngeräte für den Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen

13.2 Literatur, Datenbanken

/L1/ GESTIS-Stoffdatenbank
Gefahrstoffinformationssystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften
https://gestis.dguv.de

/L2/ BG RCI – Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog A 017 von Oktober 2017
https://downloadcenter.bgrci.de/shop?query=/a017.xml&field=path

/L3/ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben 2539
Sicherheitstechnische Eigenschaften von Erdgas-Wasserstoff-Gemischen
Berlin 2016

13.3 Wesentliche Beurteilungsgrundlagen

/U1/ Geführte Gespräche und E-Mail Korrespondenz zwischen der ONYX Wärmekraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA und der DMT GmbH & Co. KG

/U2/ Geführte Gespräche und E-Mail Korrespondenz zwischen der enpros consulting GmbH und der DMT GmbH & Co. KG

/U3/ Verfahrensfließschema Gesamtanlage vom 24.06.2021; erstellt durch die enpros consulting GmbH

/U4/ Lageplan Gasmotorenkraftwerk vom 28.05.2021; erstellt durch die enpros consulting GmbH

/U5/ Genehmigungsplanung – Anordnungsplan Gasmotorenkraftwerk Schnitte A-A, 1-1 vom 11.11.2021, erstellt durch die enpros consulting GmbH

/U6/ Genehmigungsplanung – Anordnungsplan Gasmotorenkraftwerk Grundriss +6,00 / 3,75 m vom 11.11.2021, erstellt durch die enpros consulting GmbH

/U7/ Genehmigungsplanung – Anordnungsplan Gasmotorenkraftwerk Schnitt 2-2 vom 11.11.2021, erstellt durch die enpros consulting GmbH

/U8/ Genehmigungsplanung – Anordnungsplan GDRMA Grundriss, Schnitt vom 30.11.2021, erstellt durch die enpros consulting GmbH

/U9/ Genehmigungsplanung – Anordnungsplan Gasmotorenkraftwerk Grundriss +9,80 / 9,00 m vom 11.11.2021, erstellt durch die enpros consulting GmbH

/U10/ Genehmigungsplanung – Anordnungsplan Gasmotorenkraftwerk Grundriss +14,25 / 18,90 m vom 11.11.2021, erstellt durch die enpros consulting GmbH

14 Zusammenfassung

Im Auftrag der ONYX Wärmekraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA wurde für das Gasmotorenkraftwerk Zolling 8 zur Bereitstellung von Wärme und Netzdienstleistungen (KWK) am Standort des Energieparks Zolling ein Explosionsschutzkonzept erstellt.

Anforderungen aus sonstigen Rechtsbereichen, z. B. dem Arbeits-, Brand- oder Umweltschutz oder dem Schutz vor Sprengstoffen sind nicht Gegenstand dieses Explosionsschutzkonzepts und müssen separat bewertet werden.

Das vorliegende Explosionsschutzkonzept gilt nur für die hier beschriebenen Bereiche des Gasmotorenkraftwerk Zolling 8 der ONYX Wärmekraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA am Standort am Standort des Energieparks Zolling. Eine Übertragung auf andere Objekte ist nicht möglich.

Dortmund, 10.03.2022

DMT Stephanie Klose
(digitale Signatur)

Klose

Fachkundig gemäß § 2 (16) GefStoffV für die Erstellung von Explosionsschutzkonzepten

Zur Prüfung befähigte Person nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 3.3 BetrSichV

DMT Martin Möller
(digitale Signatur)

Möller

Fachkundig gemäß § 2 (16) GefStoffV für die Erstellung von Explosionsschutzkonzepten

Zur Prüfung befähigte Person nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 3.3 BetrSichV