

Stellungnahme Störfallverordnung

für das Vorhaben „Antrag auf Vorbescheid gem. § 9 BImSchG – Gaskraftwerk“

Antragstellerin: Kraftwerk Mehrum GmbH
Triftstraße 25
31249 Hohenhameln

Verfasserin: GfBU-Consult
Gesellschaft für Umwelt- und Managementberatung mbH
Mahlsdorfer Straße 61b
15366 Hoppegarten / OT Hönow
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Hagen Bauckmann

Projektnummer: 2023_C062

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Grundlagen	4
3	Bisherige Situation	4
4	Auswirkungen des geplanten Vorhabens	5
4.1	Ableitung von Störfall-Szenarien	6
4.2	Brand / Explosion Erdgas	7
4.3	Schlussfolgerung aus den Szenarien	7
5	Zusammenfassung	8
6	Verwendete Quellen	9

Anhänge

Anhang 1: Berechnungsergebnisse Szenarien Erdgas

1 Aufgabenstellung

Die Kraftwerk Mehrum GmbH beabsichtigt, am Standort Mehrum parallel zur Stilllegung und zum Abriss des vorhandenen Kohlekraftwerkes Block 3 ein neues gasbefeuetes Kraftwerk (Gaskraftwerk Block 1) zu entwickeln, zu bauen und zu betreiben. Nach § 9 BImSchG soll ein Vorbescheid für folgende Anlagen beantragt werden:

- Errichtung und Betrieb von Gasversorgungsanlagen (Betriebseinheit BE 1)
- Errichtung und Betrieb einer erdgas- und /oder wasserstoffgefeuerten Gas- und Dampfturbinen-Anlage (BE 2.1 im Fall von Variante 1),
- Errichtung und Betrieb von zwei erdgas- und /oder wasserstoffgefeuerten Gasturbinenanlagen (BE 2.2 im Fall von Variante 2),
- Errichtung und Betrieb von Anlagen zur Wasserver- und Entsorgung (BE 3),
- Errichtung und Betrieb einer Rückkühlanlage (BE 4), beinhaltend Sanierung und Betrieb des bisher für den Kohleblock 3 genutzten Naturzugkühlturms und / oder Errichtung und Betrieb neuer Ventilator-Zellenkühltürme,
- Errichtung und Betrieb eines Hilfsdampfkessels (BE 5.1),
- Errichtung und Betrieb einer Schwarzstartanlage bestehend aus Verbrennungsmotoren für Heizöl oder Erdgas (BE 6),
- Errichtung und Betrieb einer Heizölversorgung (BE 7) sowie
- Anbindung dieser Neuanlagen an die vorhandenen Systeme der Elektroenergieversorgung und an sonstige bestehende Hilfs- und Nebeneinrichtungen des Kraftwerkstandortes Mehrum, wie z.B. das Abwassernetz, das Regenwassernetz und die Feuerlöschsysteme.

Grundsätzlich ist die Stilllegung des Blocks 3 und des Kohlelagerplatzes noch nicht Gegenstand eines Genehmigungsverfahrens.

Das Gelände des Kraftwerks Mehrum ist derzeit aufgrund der gelagerten Mengen an druckverflüssigtem Ammoniak und Schweröl / Heizöl als Betriebsbereich der oberen Klasse im Sinne der Störfallverordnung einzustufen. Ein entsprechender Sicherheitsbericht wurde im Juli 2018 durch die GfBU-Consult erstellt und letztmalig durch den Anlagebetreiber im Juni 2021 fortgeschrieben.

Im Rahmen dieser Stellungnahme soll geprüft werden, welche Auswirkungen das geplante Vorhaben auf den im Sicherheitsbericht ausgewiesenen Gefahrenbereich (angemessenen Sicherheitsabstand) hat.

2 Grundlagen

Die Ermittlung und Analyse von Störfällen, die beschriebenen Maßnahmen zur Verhinderung des Wirksamwerdens von Gefahrenquellen und sonstige Gegenmaßnahmen und die dargestellten Schutz- und Notfallmaßnahmen zur Begrenzung der Auswirkung von Störfällen machen das Eintreten von Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes (Brände oder größere Leckagen) oder Störfällen sehr unwahrscheinlich. Vernünftigerweise auszuschließende Gefahrenquellen können aber zu sogenannten Dennoch-Störfällen führen, deren Eintreten zwar nicht zu verhindern ist, gegen deren Auswirkungen jedoch unabhängig von den störfallverhindernden Vorkehrungen nach § 3 Abs. 1 der 12. BImSchV störfallauswirkungsbegrenzende Vorkehrungen zu treffen sind.

Nr. IV des Anhangs II der 12. BImSchV fordert deshalb:

„IV. Ermittlung und Analyse der Risiken von Störfällen und Mittel zur Verhinderung solcher Störfälle

1. Eingehende Beschreibung der Szenarien möglicher Störfälle nebst ihrer Wahrscheinlichkeit oder den Bedingungen für ihr Eintreten, ...
2. Abschätzung des Ausmaßes und der Schwere der Folgen der ermittelten Störfälle, ...“

Zudem ist die Ermittlung eines angemessenen Sicherheitsabstandes gemäß § 50 in Verbindung mit §3 Abs. 5c BImSchG mittels rechnerischer Verfahren, für Anlagen, welche den Pflichten der Störfallverordnung unterliegen, erforderlich.

3 Bisherige Situation

Im Rahmen des Sicherheitsberichtes für das Kraftwerk Mehrum wurde eine Abschätzung des Ausmaßes und der Schwere der Folgen der ermittelten Störfälle vorgenommen. Auf Grundlage der gehandhabten gefährlichen Stoffe und der ermittelten Gefahrenquellen kamen prinzipiell als störfallrelevante Szenarien im Kraftwerk Mehrum folgende Ereignisse in Betracht:

- Freisetzung von Ammoniak bei Anlieferung oder aus dem Ammoniaktanklager,
- Freisetzung von Heizöl EL / S in das Erdreich/den Vorfluter durch Bruch einer Schlauch- oder Rohrleitung bzw. Undichtigkeit der Auffangwanne.

Eine Heizöl S oder Heizöl EL Freisetzung würde nur geringe Auswirkungen haben, die auf das Anlagengelände begrenzt sind. Deshalb und aufgrund des damit verbundenen Gefahrenpotentials wurde die Freisetzung von Ammoniak als worst-case Szenario betrachtet.

Der Gefährdungsbereich (Überschreitung AEGL-2-Wert) wurde mit ca. 1 km (1023,5 m) um die Ammoniakanlage ermittelt. Dabei ist der AEGL-2-Wert die luftgetragene Stoffkonzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/l), ab der die allgemeine Bevölkerung, inklusive empfindliche, aber exklusiv hyperempfindliche Individuen, irreversible oder andere schwer wiegende lang andauernde Schädigungen oder eingeschränkte Fluchtmöglichkeit erleiden können.

4 Auswirkungen des geplanten Vorhabens

Für das Vorhaben werden hauptsächlich folgende Stoffe benötigt:

- Erdgas für die Gasturbinen
- Wasserstoff für die Gasturbinen
- Heizöl EL für die Schwarzstartanlage und den Hilfsdampfkessel

Heizöl EL und Wasserstoff werden bereits derzeit am Standort verwendet. Hier werden sich die vorhandenen Mengen erhöhen und neue sicherheitsrelevante Anlagenteile entstehen.

Mit Stilllegung des Block 3 wird potentiell die Lagerung von druckverflüssigtem Ammoniak entfallen. Gemäß den Berechnungen des Antragstellers (Arnsberg-Tabelle) wird das Kraftwerk Mehrum nach der Stilllegung des Block 3 einen Betriebsbereich der unteren Klasse darstellen.

Aus den gehandhabten Stoffen ergeben sich auch weiterhin Gefahrenpotentiale. Hier ist zu prüfen, ob diese über das bereits vorhandene Gefahrenpotential durch die Lagerung und Verwendung von druckverflüssigtem Ammoniak hinausgehen.

Als Grundlage für die Betrachtung dienen die Leitfäden KAS 18 und KAS 32 der Kommission für Anlagensicherheit. Diese geben Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung des § 50 BImSchG.

Nach Anhang 1 des KAS 18 „Abstandsempfehlungen für die Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse“ fallen Brände von vergleichbaren Gasen (z.B. Propan) in die Abstandsklasse I, was einer Abstandsempfehlung von max. 200 m entspricht.

Für die Gefahrenpotentiale des Vorhabens werden jeweils angemessene Abstände unter Berücksichtigung der Gegebenheiten vor Ort (Fall „mit Detailkenntnissen“) in Anlehnung an den Leitfaden KAS 18 überschlägig bestimmt, da die konkrete Ausführung im Rahmen des Vorbescheidsverfahrens noch nicht abschließend feststeht. Es wird jeweils ein an den Referenz-Szenarien des Leitfadens orientiertes Szenario modelliert.

Die Berechnungen erfolgen mit den für „Störfallausbreitungsberechnungen“ in Deutschland üblicherweise eingesetzten Modellen (u. a. VDI 3783) unter Verwendung des Programmpaketes DISMA 5.5 (DISaster MAnagement - entwickelt vom TÜV Berlin/Brandenburg, heute TÜV Rheinland Industrie Service GmbH). Gemäß KAS-18 Kapitel 3 sind für Stofffreisetzungen, Brand oder Explosion folgende Randbedingungen zu verwenden:

- der Massenstrom ist entsprechend den Betriebsbedingungen und unter Voraussetzung eines scharfkantigen Lecks (Ausflussziffer: 0,62) zu berechnen,
- die Umgebungstemperatur ist mit 20 °C anzusetzen,
- es ist eine mittlere Wetterlage nach VDI-Richtlinie 3783 mit einer indifferenten Temperaturschichtung und ohne Inversion zu betrachten (Windgeschwindigkeit 3 m/s),
- als Beurteilungswerte sind die gleichen Werte heranzuziehen, die für die Herleitung der Achtungsabstände verwendet wurden (ERPG-2-Wert / 1,6 kW/m²/ 0,1 bar).

Der ERPG-2-Wert (Emergency Response Planning Guideline) ist die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, dass unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu eine Stunde lang exponiert werden könnten, ohne dass sie unter irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen oder Symptomen leiden bzw. solche entwickeln, die die Fähigkeit einer Person beeinträchtigen könnten, Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

4.1 Ableitung von Störfall-Szenarien

Die Ableitung der Szenarien erfolgt auf Basis der aktuellen Anlagenplanungen und der gehandhabten Stoffe. Die relevanten Stoffe Erdgas, Wasserstoff und Heizöl EL sind brennbar und im Fall von Heizöl EL zusätzlich umweltgefährdend. Toxische Eigenschaften weist keiner der Stoffe aus.

Für Stoffe, die ausschließlich umweltgefährdende Gefahren aufweisen (hier Heizöl EL), muss kein angemessener Sicherheitsabstand ermittelt werden, da bei Stoffaustritt flüssige Substanzen durch Rückhalteeinrichtungen zurückgehalten bzw. durch Bindemittel aufgefangen werden und der Wirkradius lokal begrenzt ist.

Die Gefahren durch Brandgase sind nach den Vorgaben im Leitfaden KAS 18 – Anhang 1, Abschnitt 2.3 a) - nicht zu betrachten, da diese gemäß der Erfahrung aus realen Ereignissen keine relevante Fernwirkungen entfalten.

Im Kraftwerksprozess finden keine Reaktion statt, bei denen die Entstehung gefährlicher Stoffe bei außer Kontrolle geratenen Prozessen vernünftigerweise vorhersehbar ist (KAS-43).

Auf Grundlage der gehandhabten gefährlichen Stoffe kommen prinzipiell die störfallrelevante Szenarien Brand und Explosion in Betracht. Erdgas wird hier als Referenzstoff verwendet.

4.2 Brand / Explosion Erdgas

Für das Szenario Brand / Explosion Erdgas wird eine Leckage DN 25 angenommen. Das Berechnungsprotokoll mit allen Eingangsgrößen ist in der Anlage 1 beigelegt. Es bildet sich keine Schwergaswolke.

Der angemessene Abstand für Brand ist dort erreicht, wo der Beurteilungswert der herangezogene Bestrahlungsstärke infolge der Wärmestrahlung des Brandes, den Wert von 1,6 kW/m² unterschreitet (vgl. KAS 18). Für dieses Szenario ergibt sich ein angemessener Abstand von < 15 Metern.

Der angemessene Abstand für Explosion ist dort erreicht, wo die Druckwelle der Explosion, berechnet nach den Modellen von Wiekema (vgl. KAS 18), den Beurteilungswert von 0,1 bar unterschreitet. Für dieses Szenario ergibt sich ein Abstand von ca. 25 Metern.

4.3 Schlussfolgerung aus den Szenarien

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die zu erwartenden Auswirkungen von Dennoch-Störfällen unter den beschriebenen Szenarien untersucht. Es ergeben sich rechnerisch Abstände von < 50 m. Die in Verbindung mit dem geplanten Vorhaben möglichen Szenarien weisen damit einen deutlich geringeren Gefahrenradius aus, als das aktuelle Szenario gemäß Sicherheitsbericht. Der Gefahrenradius bleibt voraussichtlich vollständig innerhalb des Kraftwerksgeländes. Durch das Vorhaben wird der angemessene Sicherheitsabstand zu benachbarten Schutzobjekten nicht erstmalig unterschritten und es wird keine Gefahrenerhöhung ausgelöst.

5 Zusammenfassung

Die Kraftwerk Mehrum GmbH beabsichtigt, am Standort Mehrum parallel zur Stilllegung und zum Abriss des vorhandenen Kohlekraftwerkes Block 3 ein neues gasbefeuetes Kraftwerk (Gaskraftwerk Block 1) zu entwickeln, zu bauen und zu betreiben. Grundsätzlich ist die Stilllegung des Blocks 3 und des Kohlelagerplatzes noch nicht Gegenstand eines Genehmigungsverfahrens.

Das Gelände des Kraftwerks Mehrum ist derzeit aufgrund der gelagerten Mengen an druckverflüssigtem Ammoniak und Schweröl / Heizöl als Betriebsbereich der oberen Klasse im Sinne der Störfallverordnung einzustufen. Ein entsprechender Sicherheitsbericht wurde im Juli 2018 durch die GfBU-Consult erstellt und letztmalig durch den Anlagebetreiber im Juni 2021 fortgeschrieben.

Im Rahmen dieser Stellungnahme wurde geprüft, welche Auswirkungen das geplante Vorhaben auf den im Sicherheitsbericht ausgewiesenen Gefahrenbereich (angemessenen Sicherheitsabstand) hat.

Auf Grundlage der gehandhabten gefährlichen Stoffe kommen prinzipiell die störfallrelevante Szenarien Brand und Explosion in Betracht. Erdgas wird hier als Referenzstoff verwendet. Da die konkrete Ausführung im Rahmen des Vorbescheidsverfahrens noch nicht abschließend feststeht, erfolgt eine überschlägige Berechnung. Es ergeben sich daraus rechnerisch Gefahrenradien von < 50 m.

Die in Verbindung mit dem geplanten Vorhaben möglichen Szenarien weisen einen deutlich geringeren Gefahrenradius aus, als das aktuelle Szenario gemäß Sicherheitsbericht mit ca. 1 km. Der Gefahrenradius bleibt voraussichtlich vollständig innerhalb des Kraftwerksgeländes. Durch das Vorhaben wird der angemessene Sicherheitsabstand zu benachbarten Schutzobjekten nicht erstmalig unterschritten und es wird keine Gefahrenerhöhung ausgelöst.

Hoppegarten, den 03.05.2023

Prof. Dr.-Ing. Hagen Bauckmann

6 Verwendete Quellen

SICHERHEITSBERICHT für den Betriebsbereich der oberen Klasse Kraftwerk Mehrum, Stand 21.06.2021

Auszüge der Antragsunterlagen (06-01_Anwendbarkeit Störfall-Verordnung_230427.docx, Auszug aus 01-01_Kap8-Beabsichtigte Aenderung_230428.docx, 06-01-01_Einstufung StörfallVO_excel_tool&BQB010_2300404_V1_mH2.pdf, 06-01-02_Einstufung StörfallVO_excel_tool&BQB010_2300404_V2_mH2.pdf)

Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 3 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792) geändert worden ist

KAS 18 Leitfaden Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung — Umsetzung § 50 BImSchG

KAS 32 Arbeitshilfe Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18

KAS 43 Empfehlungen zur Ermittlung der Mengen gefährlicher Stoffe bei außer Kontrolle geratenen Prozessen

Anhang 1: Berechnungsergebnisse Szenarien Erdgas

Prognose: KW_Mehrum_Erdgasfreisetzung

angelegt von : user
zuletzt geändert von : user

am : 03.05.2023 15:31:09
am : 03.05.2023 15:41:50

Modell

Methan - Modellkategorie: Stofffreisetzung - Stoffzustand: gasförmig - Quellterm:
Konstanter Leckstrom

Ein konstanter Leckstrom kann angenommen werden, wenn ein genügend großer Gasvorrat in einem großen Volumen vorhanden ist oder durch eine Pumpe nachgeliefert wird, so dass der Innendruck des Gases über die Zeitdauer des Leckstromes annähernd unverändert bleibt.

Gefahrstoff

Hauptname:	Methan
CAS-Nummer:	74-82-8
Molmasse	16,040 g/mol
Schmelztemperatur	-182,470 °C
Siedetemperatur	-161,520 °C
kritische Temperatur	-82,600 °C
Spezifische Verbrennungswärme	51,3 MWs/kg
Isentropenexponent	1,348

Gefahrenwerte

Untere Explosionsgrenze	4,4	Volumen%
Stoichiometrische Konzentration	9,5	Volumen%
obere Explosionsgrenze	17,0	Volumen%

Angaben zum Wetter

Lufttemperatur	20,0	°C
Windgeschwindigkeit	3,0	m/s
Wind aus Richtung West	270,0	°
Kein Regen		
Ausbreitungsklasse TA-Luft: III/1, Pasquill: D,		neutral

Szenariendaten, Eingabe

Freisetzungsort noch nicht bestimmt.

Innendruck	10,000	bar
Leckquerschnitt	490,9	mm ²
Ausflusskoeffizient	0,62	
Freisetzungsdauer (Vorgabe)	00:15:00	hh:mm:ss
Stofftemperatur	15,0	°C
Freisetzungshöhe	2,0	m

Realgasverhalten wurde nicht berücksichtigt.

Freigesetzter konstanter Massestrom	532,173	g/s
konst. Vol.-strom(T,pU)	79,488	l/s
Insgesamt freigesetzte Masse	478,955	kg
	71,539	m ³

Leckdurchmesser	25,0	mm
Krit. Druckverhältnis Ausströmen	1,862	

Freistrahl

Dichte vor der Freisetzung	6,695	kg/m ³
----------------------------	-------	-------------------

Kritisches Ausströmen	
Machzahl	1,851
Geschwindigkeit	657,425 m/s
Freistrahltemperatur	245,4 K
Austrittsdruck	3,331 bar
Jet-Austrittswinkel	90,0 °
Neigungswinkel	11,6 °

Freistrahbrand

Flammenlänge	5,551 m
Flammenanfang	1,256 m
Flammenende	6,807 m
Flammdurchmesser	0,978 m
Flammenoberfläche	18,559 m ²
Strahlungsleistung	27,300 MW
Spezifische Strahlungsleistung	198,760 kW/m ²
Strahlungsanteil	0,135

Zu Strahlungswirkungen Freistrahbrand-Modell nutzen!

Freistrah, Ex.-Konz. auf der Freistrahachse (TNO 1992)

Explosionsfähige Masse (0,5UEG...OEG)	448,107 g
Max. Zündentfernung (50% UEG)	14,014 m
Zündentfernung (bei 3,30 Vol.-%)	9,314 m
Zündentfernung (bei 4,40 Vol.-%)	6,964 m
Zündentfernung (bei 8,50 Vol.-%)	3,564 m
Zündentfernung (bei 12,75 Vol.-%)	2,347 m
Min. Zündentfernung (OEG)	1,739 m

Zu Explosionswirkungen entspr. Modell nutzen!

Zu Strahlungswirkungen entspr. Modell nutzen!

Es bildet sich keine Schwergaswolke.

Prognose: KW_Mehrum_Erdgas_Brand

angelegt von : user am : 03.05.2023 15:37:00
zuletzt geändert von : user am : 03.05.2023 15:42:48

Modell

Methan - Modellkategorie: Brand - Stoffzustand: gasförmig/druckverflüssigt -
Quellterm: brennender Freistrahler

Aus einem Leck tritt unter erhöhtem Druck Gas aus. Der entstehende Freistrahler brennt. Die Strahlungswirkung wird berechnet.

Gefahrstoff

Hauptname:	Methan
CAS-Nummer:	74-82-8
Molmasse	16,040 g/mol
Schmelztemperatur	-182,470 °C
Siedetemperatur	-161,520 °C
kritische Temperatur	-82,600 °C
Spezifische Verbrennungswärme	51,3 MWs/kg
Isentropenexponent	1,348

Gefahrenwerte

Untere Explosionsgrenze	4,4	Volumen%
Stoichiometrische Konzentration	9,5	Volumen%
obere Explosionsgrenze	17,0	Volumen%

Angaben zum Wetter

Lufttemperatur	20,0	°C
Windgeschwindigkeit	3,0	m/s
Wind aus Richtung West	270,0	°
Kein Regen		
Ausbreitungsklasse TA-Luft: III/1, Pasquill: D,		neutral

Szenariendaten, Eingabe

Freisetzungsort noch nicht bestimmt.

Massenstrom berechnet.

Ausflusskoeffizient	0,62
Isentropenexponent	0,000
Leckquerschnitt	490,874 mm ²
Innendruck (absolut)	10,000 bar
Freisetzungsdauer	00:15:00 hh:mm:ss
Stofftemperatur	15,0 °C
Freisetzungshöhe	2,0 m
Austrittswinkel	0,0 °

Freigesetzter konstanter Massestrom	532,173 g/s
entspricht	79,488 l/s

Insgesamt freigesetzte Masse	478,955 kg
entspricht	71,539 m ³

Leckdurchmesser	25,0 mm
Krit. Druckverhältnis Ausströmen	1,862

Freistrahler

Dichte vor der Freisetzung	6,695 kg/m ³
Kritisches Ausströmen	

Machzahl	1,851
Geschwindigkeit	657,425 m/s
Freistrahltemperatur	245,4 K
Austrittsdruck	3,331 bar
Jet-Austrittswinkel	90,0 °
Neigungswinkel	11,6 °

Freistrahbrand

Flammenlänge	5,551 m
Flammenanfang	1,256 m
Flammenende	6,807 m
Flammdurchmesser	0,978 m
Flammenoberfläche	18,559 m ²
Strahlungsleistung	27,300 MW
Spezifische Strahlungsleistung	198,760 kW/m ²
Strahlungsanteil	0,135

Es bildet sich keine Schwergaswolke.

Wärmestrahlungswirkungen

Die Entfernungen x gelten waagrecht vom Fußpunkt des Ausbläfers.
Die Höhe z ist die Höhe senkrecht über der Bodenebene (z=0).

Die atmosphärische Transmission wurde nicht berücksichtigt.

Nachteilige Wirkungen bei Menschen : 1,6 kW/m²

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden	13,6	m
Entfernung X in Höhe z = 2,0 m	14,5	m
maximale Entfernung X in einer Höhe Z	15,0 4,9	m m
maximale Hoehe Z in einer Entfernung X	17,9 -3,7	m m

Empfindliche Gebäude: Schulen usw. : 2,0 kW/m²

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden	11,9	m
Entfernung X in Höhe z = 2,0 m	12,8	m
maximale Entfernung X in einer Höhe Z	13,4 5,2	m m
maximale Hoehe Z in einer Entfernung X	16,8 -3,2	m m

Hautschädigung (Blasen) bei Menschen : 3,0 kW/m²

=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden	9,0	m
Entfernung X in Höhe z = 2,0 m	10,2	m
maximale Entfernung X in einer Höhe Z	11,0	m
	5,3	m
maximale Hoehe Z in einer Entfernung X	15,0	m
	-2,1	m

Schäden im Bereich öffentlicher Straßen : 4,5 kW/m²

=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden	6,3	m
Entfernung X in Höhe z = 2,0 m	7,9	m
maximale Entfernung X in einer Höhe Z	9,0	m
	5,4	m
maximale Hoehe Z in einer Entfernung X	13,5	m
	-1,3	m

Kurzzeitig mit Feuerwehrsutzhkleidung : 5,0 kW/m²

=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden	5,6	m
Entfernung X in Höhe z = 2,0 m	7,4	m
maximale Entfernung X in einer Höhe Z	8,6	m
	5,6	m
maximale Hoehe Z in einer Entfernung X	13,2	m
	-1,1	m

Übertragung auf leichtentzündl. Stoffe : 8,0 kW/m²

=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden	2,2	m
Entfernung X in Höhe z = 2,0 m	5,2	m
maximale Entfernung X in einer Höhe Z	6,8	m
	5,7	m
maximale Hoehe Z in einer Entfernung X	12,0	m
	-0,5	m

Übertragung auf ungekühlte Lagertanks : 10,0 kW/m²

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Die Strahlungsleistung tritt am Boden nicht auf.
Entfernung X in Höhe z = 2,0 m 4,3 m

maximale Entfernung X 6,1 m
in einer Höhe Z 5,8 m

maximale Hoehe Z 11,6 m
in einer Entfernung X -0,2 m

Übertragung auf Fabrikgebäude : 12,6 kW/m²

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Die Strahlungsleistung tritt am Boden nicht auf.
Entfernung X in Höhe z = 2,0 m 3,4 m

maximale Entfernung X 5,4 m
in einer Höhe Z 6,1 m

maximale Hoehe Z 11,1 m
in einer Entfernung X 0,0 m

Übertragung auf gekühlte Lagertanks : 37,8 kW/m²

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Die Strahlungsleistung tritt am Boden nicht auf.
Die Strahlungsleistung tritt bei z = 2,0 m nicht auf.

maximale Entfernung X 3,1 m
in einer Höhe Z 6,6 m

maximale Hoehe Z 9,8 m
in einer Entfernung X 1,2 m

Toxische Wirkungen / Konzentrationen in Bodennähe

Keine Angaben bearbeitet!

Prognose: KW_Mehrum_Erdgasexplosion

angelegt von : user am : 03.05.2023 15:37:18
zuletzt geändert von : user am : 03.05.2023 15:43:13

Modell

Methan - Modellkategorie: Explosion
Explosion von Explosivstoffen

Gefahrstoff

Hauptname: Methan
CAS-Nummer: 74-82-8
Molmasse 16,040 g/mol
Schmelztemperatur -182,470 °C
Siedetemperatur -161,520 °C
kritische Temperatur -82,600 °C
Spezifische Verbrennungswärme 51,3 MWs/kg
Isentropenexponent 1,348

Gefahrenwerte

Untere Explosionsgrenze 4,4 Volumen%
Stoichiometrische Konzentration 9,5 Volumen%
obere Explosionsgrenze 17,0 Volumen%

Angaben zum Wetter

Lufttemperatur 20,0 °C
Windgeschwindigkeit 3,0 m/s
Wind aus Richtung West 270,0 °
Kein Regen
Ausbreitungsklasse TA-Luft: III/1, Pasquill: D, neutral

Szenariendaten, Eingabe

Freisetzungsort noch nicht bestimmt.

Masse 500,000 g
davon wirksam (%) 100,0 %
effektiv wirksame Masse 500,000 g

TNT-Äquivalent 5,673 kg

Druckwirkungen (TNT-Äquivalent)

Radius	Fläche	Spitzen- überdruck	Schäden
[m]	[ha]	[bar]	Bezeichnung des Gefahrenfeldes
11,7	0,04	0,300	Schwere Schäden an Gebäuden und Anlagen
24,4	0,19	0,100	Leichte Schäden an Gebäuden und Anlagen
47,9	0,72	0,040	Schäden durch Wurfstücke
59,5	1,11	0,030	Zerstörung von 75 % der Fensterscheiben
134,5	5,68	0,010	Zerstörung von 10 % der Fensterscheiben
4,1	0,01	2,000	Letalitätsgrenze
5,8	0,01	1,000	Lungenschäden
11,7	0,04	0,300	Trommelfellriss
19,3	0,12	0,140	Umstoßen von Personen

Feuerball

Feuerballradius 3,3 m
Feuerballdauer 0,5 s

Wärmestrahlungswirkungen

Die Entfernungen gelten vom Freisetzungsort (ggf. Projektion auf den Boden).

Angegebene Strahlungsleistungen sind 10 s - Kurzzeitwerte als Vergleichswerte. Angaben in Klammern beinhalten die der Berechnung zugrundeliegenden und auf die Einwirkungsdauer angepassten Strahlungsleistungen mit gleicher Wirkung.

Die atmosphärische Transmission wurde nicht berücksichtigt.

Nachteilige Wirkungen bei Menschen : 2,2 (27,32) kW/m²
=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden 1,9 m

Empfindliche Gebäude: Schulen usw. : 2,8 (34,77) kW/m²
=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden 1,7 m

Hautschädigung (Blasen) bei Menschen : 4,2 (52,16) kW/m²
=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden 1,4 m

Schäden im Bereich öffentlicher Straßen : 6,3 (78,24) kW/m²
=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden 1,1 m

Kurzzeitig mit Feuerwehrsutzhkleidung : 7,0 (86,93) kW/m²
=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden 1,1 m

Übertragung auf leichtentzündl. Stoffe : 11,2 (139,09) kW/m²
=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden 0,8 m

Übertragung auf ungekühlte Lagertanks : 14,0 (173,86) kW/m²
=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden 0,8 m

Übertragung auf Fabrikgebäude : 17,7 (219,81) kW/m²
=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden 0,7 m

Übertragung auf gekühlte Lagertanks : 53,0 (658,19) kW/m²
=====

X-Z-Ebene (Entfernung in Windrichtung X - Höhe Z, Y = 0)

Entfernung X am Boden 0,4 m

Toxische Wirkungen / Konzentrationen in Bodennähe

Keine Angaben bearbeitet!