TIS Auftrags - Nr.: 172-269321963

Technisches Gutachten
Einzelfallbetrachtung auf der Grundlage des Artikels 13 der Seveso-III-Richtlinie und des § 50 BImSchG
für die Änderung des Betriebsbereichs Tanklager Wilhelmshaven

---

Auftraggeber:	**Nord-West Oelleitung GmbH** Zum Ölhafen 207 26384 Wilhelmshaven
Ausführende Stelle:	**TÜV Rheinland Industrie Service GmbH** KG 3 Geschäftsfeld Druckgeräte und Anlagentechnik Passower Chaussee 16303 Schwedt
Bearbeiter:	Herr Dipl.-Ing. (FH) Thomas Henke (Sachverständiger i. S. v. § 29a BImSchG, bekannt gegeben nach § 29b BImSchG) Herr Dipl.-Ing. Max Hoferichter (Sachverständiger der ZÜS)
Datum / Stand / Revision:	14.04.2025 / 14.04.2025 / Revision 0.0
Seitenzahl / Anhänge:	28 (inklusive Deckblatt) / 1

Inhalt

1 Aufgabenstellung 2
2 Arbeitsgrundlagen 3
3 Verwendete Unterlagen und Informationen 3
4 Einzelfallbetrachtung 4
4.1 Ausgangssituation 4
4.2 Beschreibung der Änderung 6
4.2.1 Technische Daten 6
4.2.2 Gefahrenpotenzial 8
4.3 Auswahl der Störfallablaufszenarien 9
4.4 Berechnung der Störfallablaufszenarien 10
4.4.1 Berechnungsgrundlagen 10
4.4.2 Freisetzung von Ammoniak aus einem Leck in einer Rohrleitung 12
4.4.3 Freisetzung von Ammoniak aus einem Leck an einem Lagertank 13
4.4.4 Freisetzung von Wasserstoff aus einem Leck in einer Rohrleitung 14
4.5 Darstellung der Grenzradien und Bewertung 16
5 Zusammenfassung 23
6 Rechtsvorschriften, Literatur- und Quellenverzeichnis 24
7 Anhang 26
7.1 Dokumentation der Berechnung NH_3-Freisetzung 26
7.2 Dokumentation der Berechnung H_2-Freisetzung 28

1 Aufgabenstellung

Die Nord-West Oelleitung GmbH (NWO) beabsichtigt, ihren Betriebsbereich Tanklager Wilhelmshaven am Standort Zum Ölhafen 207 in 26384 Wilhelmshaven zu ändern. Das Tanklager soll um zwei Tanks für die Lagerung von Ammoniak, zwei Ammoniak-Cracker und einen Dampf-Reformer erweitert werden.

Die TÜV Rheinland Industrie Service GmbH wurde von der Nord-West Oelleitung GmbH beauftragt, im Rahmen einer Einzelfallbetrachtung auf der Grundlage des Art. 13 der Seveso-III-Richtlinie [1] und des § 50 BImSchG [2] zu prüfen, ob sich die Änderung auf den angemessenen Sicherheitsabstand auswirkt, der im Technischen Gutachten Nr. 644- 125048216 vom 29.03.2017 dokumentiert und mit dem Nachtrag 1 zum Gutachten vom 28.11.2019 ergänzt worden ist.

Die Einzelfallbetrachtung wird auf der Grundlage des Leitfadens KAS-18 und KAS-63 mit Detailkenntnissen (Planungsstand) von Sachverständigen mit Bekanntgabe nach § 29b BImSchG durchgeführt. Sie ist in dem vorliegenden Gutachten dokumentiert.

2 Arbeitsgrundlagen

Die Arbeitsgrundlage ist im Besonderen der Leitfaden KAS-18 [3]. Für Anlagen mit gasförmigem Wasserstoff wurde der Leitfaden KAS-63 [4] herausgegeben. Dieser wird ebenfalls mit berücksichtigt. Weitere Arbeitsgrundlagen sind die im Abschnitt 6 erfassten Rechtsvorschriften, Literatur und Quellen.

Die Berechnungen der Störfallablaufszenarien werden mit dem Programm ProNuSs (vgl. Quellen [5], [6]) durchgeführt. Die Abbildungen werden mit dem Programmsystem DISMA der TÜV Rheinland Industrie Service GmbH [7] erzeugt. Als Hintergrundkarten werden Karteninformationen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie [8] verwendet.

3 Verwendete Unterlagen und Informationen

Zur Einzelfallbetrachtung im Umfang des vorliegenden Gutachtens werden die folgenden Unterlagen und Informationen herangezogen:

[a] Technisches Gutachten Nr. 644- 125048216 vom 29.03.2017, Einzelfallbetrachtung auf der Grundlage des Artikels 13 der Seveso-III-Richtlinie und des § 50 BImSchG für den Betriebsbereich Tanklager Wilhelmshaven zum Ölhafen 207 in 26384 Wilhelmshaven,

[b] Nachtrag 1 zum Technischen Gutachten Nr. 644- 125048216 vom 29.03.2017, Einzelfallbetrachtung auf der Grundlage des Artikels 13 der Seveso-III-Richtlinie und des §50 BImSchG für die Änderung des Betriebsbereiches Tanklager Wilhelmshaven durch die Errichtung von zwei Lagertanks, Stand: 20.11.2019,

[c] Fokken, E. (2024), AW: Anfrage Nachtrag Techn. Gutachten zum angem. Sicherheitsabstand, E-Mail: Eike.Fokken@nwowhv.de (03.07.2024 / 10:57 Uhr), Projektbeschreibung (Datei: Änderung B-Plan 219 Projektbeschreibung(P001230341).pdf), Übersichtsplan (Datei: Planung_Änderung B-Plan 219_Entwickungskonzept NWO-Gelände(P001221855).pdf),

[d] Fokken, E. (2024), AW: 60732699 - Änderung B-Plan 219 - Abstimmung TÜV / NWO / AECOM, E-Mail: Eike.Fokken@nwowhv.de (20.12.2024 / 10:33 Uhr), Ergänzung Prozessdaten,

[e] Prozessfließbild, Datei: BFD WHV for zone change permit.pptx, erstellt: 05.12.2024 / 20:23 Uhr,

[f] Plot Plan, Datei: 39366-KBR-130-DA-NA-L-01.dwg, geändert: 07.03.2024, letztmalig abgerufen vom Projekt-Ordner am 05.12.2024 / 20:19 Uhr,

[g] Weyer, A. (2025), AW: 60732699 - Änderung B-Plan 219 - Abstimmung TÜV / NWO / AECOM, E-Mail: andreas.weyer@aecom.com (27.03.2025 / 12:16 Uhr), Shape-Files (Datei: BP_Anlage.zip),

[h] GESTIS-Stoffdatenbank, Ammoniak wasserfrei, https://gestis.dguv.de/data?name=001100, letztmalig aufgerufen am 26.03.2025 / 10:29 Uhr

[i] GESTIS-Stoffdatenbank, Wasserstoff, https://gestis.dguv.de/data?name=007010, letztmalig aufgerufen am 26.03.2025 / 13:12 Uhr

Der Betriebsbereich wurde am 14.03.2025 besichtigt.
Dabei waren anwesend: Herr Eike Fokken, NWO,
Herr Thomas Henke, TÜV Rheinland.

4 Einzelfallbetrachtung

4.1 Ausgangssituation

Der angemessene Sicherheitsabstand für den Betriebsbereich Tanklager Wilhelmshaven ist im Technischen Gutachten Nr. 644- 125048216 vom 29.03.2017 [a] und dem Nachtrag 1 zum vor genannten Gutachten vom 20.11.2019 [b] dokumentiert.

Bei der Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes wurden nach [a] berücksichtigt:

- die im Tanklager vorhandenen Tankgruppen und Pumpenstationen,
- die für mögliche Erweiterungen des Tanklagers noch verfügbaren Freiflächen,
- die benachbarten Schutzobjekte (§ 3 (5d) BImSchG) in der Umgebung.

Weiterhin wurden im Nachtrag [b] für die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes berücksichtigt:

- die mögliche Erweiterung des Tanklagers um 2 Lagertanks T21/T22 mit den zugehörigen Tankfeldpumpen MP21/MP22,
- die Errichtung einer Hauptmischstation mit den Mischpumpen HMS-MP1/-MP2.

Die folgende Abbildung 1 gibt eine Übersicht über die Lage der im Betriebsbereich vorhandenen Anlagenteile sowie die noch verfügbaren Freiflächen SO1, SO4, SO5 und SO6. Die markierte Grenze des Betriebsbereiches folgt dabei der Zaunanlage der NWO.

Als benachbarte Schutzobjekte wurden das den Osten des Betriebsbereichs direkt tangierende Nordseehotel (SO 20 m), das südlich des Betriebsbereichs befindliche Gelände der Bundesmarine (S 500 m) und das nächstgelegene Wohngebiet im Südwesten des Betriebsbereichs (Wohngebiet Heppens, SW, 800 m) berücksichtigt.

Den im Technischen Gutachten Nr. 644- 125048216 vom 29.03.2017 dokumentierten angemessenen Sicherheitsabstand zeigt Abbildung 2 (vgl. Abbildung 6 in [a]).

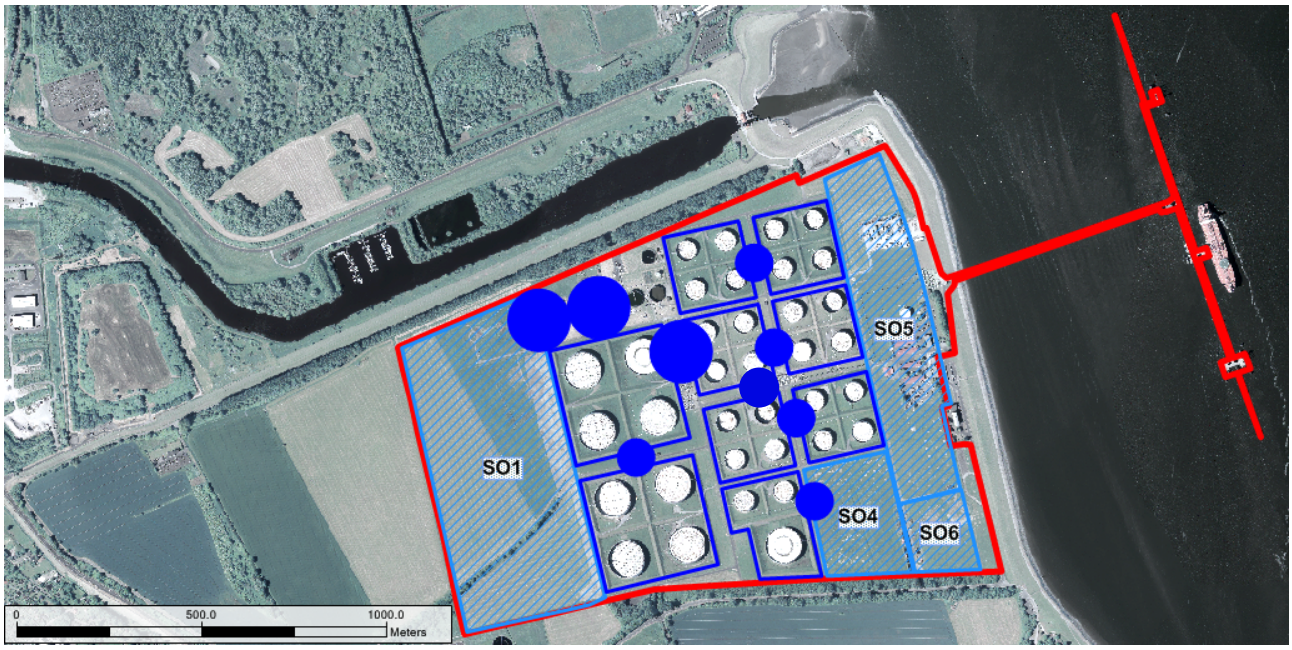

Abbildung 1: Betriebsbereich Tanklager Wilhelmshaven, vorhandene Tankgruppen und Pumpenstationen sowie noch verfügbare Freiflächen (Rot: Betriebsbereichsgrenze) gemäß [a] / [b]

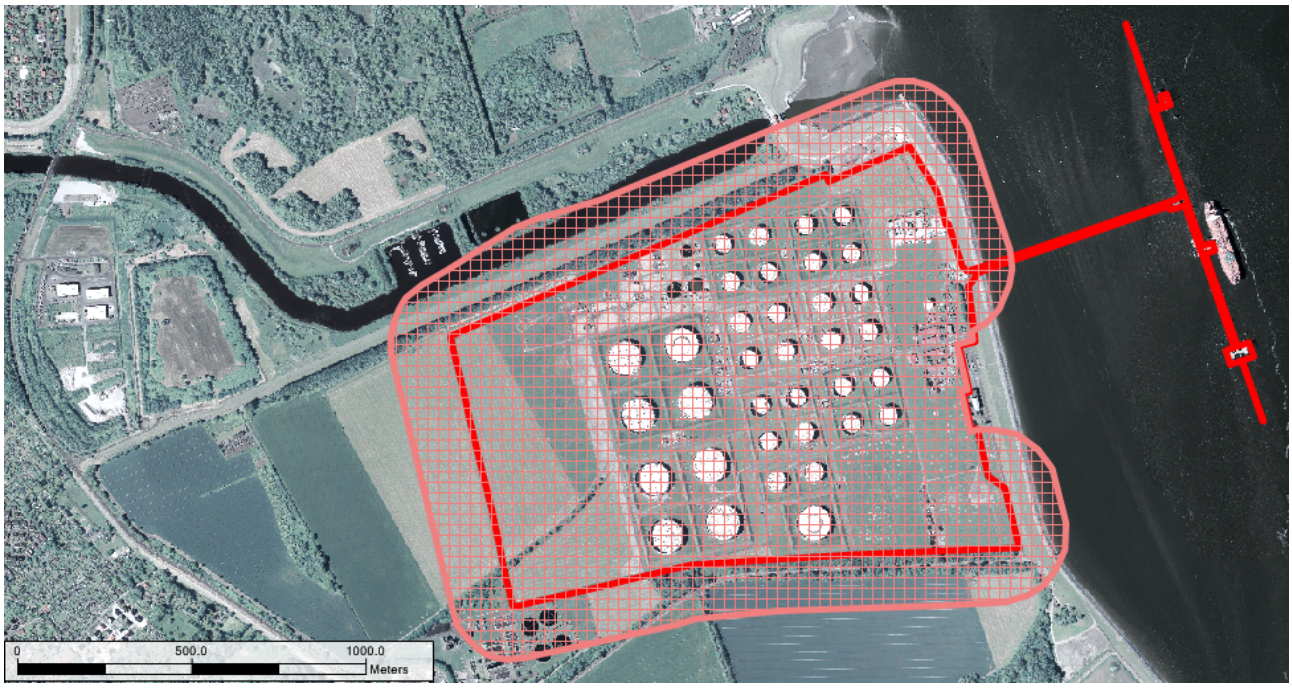

Abbildung 2: Angemessener Sicherheitsabstand (als Fläche dargestellt) des Betriebsbereiches Tanklager Wilhelmshaven gemäß [a]

4.2 Beschreibung der Änderung

4.2.1 Technische Daten

Im Zuge der Wasserstoffstrategie der Bundesrepublik Deutschland ist es geplant auf dem Gelände des Betriebsbereiches der NWO zwei Lagertanks für Ammoniak, zwei Ammoniak-Cracker und einen Dampfreformer zu errichten. Hierfür wurde ein grobes Entwicklungskonzept erarbeitet.

Das für die NH_3-Cracker vorgesehene Ammoniak soll mittels der schiffseigenen Pumpen über die bestehende Tankerlöschbrücke entladen und in zwei Tanks gelagert werden, die auf der Freifläche SO5 errichtet werden. Aus der vorliegenden Unterlage [f] konnten folgende Informationen zu den Lagertanken entnommen werden:

- Anzahl Tanks: 2 Stück
- Volumen je Tank 55.000 m³
- Tankdurchmesser: ca. 57 m
- max. Füllhöhe: ca. 21 m

Die Lagerung des Ammoniaks soll in flüssigem Zustand bei Atmosphärendruck erfolgen. Von den Lagertanks wird das Ammoniak über eine Rohrtrasse an der Straße B zu den Crackern verpumpt, deren Standort auf der Freifläche SO1 westlich des bestehenden Tankes 114 geplant ist [c].
Das beim Cracken des Ammoniaks entstehende Wasserstoffgas wird verdichtet und dem Wasserstofftransportnetz zugeführt. Die Einbindung in das Wasserstofftransportnetz ist in einem Bereich nördlich der Ammoniak-Cracker geplant.

Die folgende Tabelle 1 enthält die zum Zeitpunkt der Erarbeitung dieses Gutachtens bekannten, vom Auftraggeber übermittelten verfahrenstechnischen Angaben zu der beabsichtigten Änderung ([c], [d], [e]).

Tabelle 1: Verfahrenstechnische Angaben zu den NH_3-Lagertanks und NH_3-Crackern

Anlagenteil	Druck [barg]	Temperatur [°C]
NH_3-Verladearm Tankerlöschbrücke	25	-33
NH_3-Rohrleitung Tankerlöschbrücke		
NH_3-Lagertanks	atm.	-33
NH_3-Pumpe	50	-31
NH_3-Cracker	50	400 – 700

In dem geplanten Dampfreformer soll aus dem Einsatzprodukt Erdgas mit Hilfe von Dampf und einem Katalysator Wasserstoff hergestellt werden. Dieser wird ebenfalls verdichtet und in das Wasserstofftransportnetz eingespeist. Das bei dem Reformierungsprozess entstehende Kohlendioxid wird abgetrennt und über Rohrleitungen zu einem neu geplanten CO_2-Hub transportiert.
Als Standort für den Dampfreformer ist ein Bereich auf der Freifläche SO1 westlich der Tanke 103 / 104 geplant. Verfahrenstechnische Angaben zum Dampfreformer lagen zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens nicht vor. Für die weitere Bearbeitung wird von den in Tabelle 2 genannten, für Dampfreformer typischen verfahrenstechnischen Angaben ausgegangen.
Die ebenfalls in der Tabelle enthaltenen Angaben zu den wasserstoffführenden Rohrleitungen sollen für entsprechende Rohrleitungen im NH_3-Cracker und Dampfreformer gleichermaßen gelten.

Tabelle 2: Verfahrenstechnische Angaben zum Dampfreformer / H_2-Rohrleitungen

Anlagenteil	Druck [barg]	Temperatur [°C]
Dampfreformer	30	25
H2-Rohrleitungen	200	25

Die folgende Abbildung 3 zeigt die Standorte der geplanten Ausrüstungen, die Grundlage für dieses Gutachten sind. Auf den Aufstellungsplan [f] und die konkreten Koordinaten in Tabelle 12 wird verwiesen.

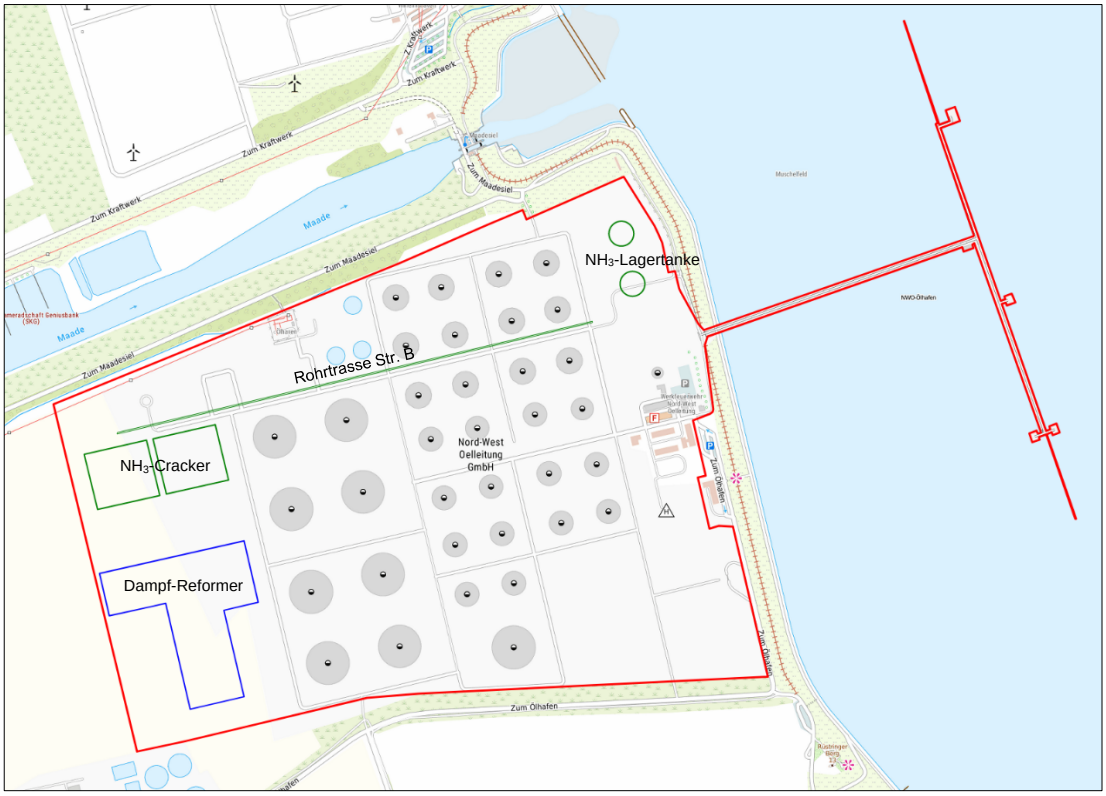

Abbildung 3: Geplante Lage der neuen Ausrüstungen im Betriebsbereich

4.2.2 Gefahrenpotenzial

Das stoffliche Gefahrenpotenzial des Betriebsbereichs ist ausführlich im Technischen Gutachten Nr. 644- 125048216 vom 29.03.2017 [a] beschrieben.

Mit der geplanten Änderung im Tanklager Wilhelmshaven wird im Betriebsbereich das Spektrum um die Stoffe Ammoniak (NH_3) und Wasserstoff (H_2) erweitert. In der

Tabelle 3 sind die grundlegenden Eigenschaften und die unter störfallrechtlichen Aspekten relevanten Parameter der beiden Stoffe dargestellt.
Neben den Eigenschaften der Stoffe können die Betriebsbedingungen, unter denen mit den Stoffen umgegangen wird, auf das Gefahrenpotenzial Einfluss nehmen.

Tabelle 3: Grundlegende Eigenschaften und unter störfallrechtlichen Aspekten relevante Parameter von Ammoniak und Wasserstoff

Stoffbezeichnung		Ammoniak, wasserfrei	Wasserstoff
Quelle		[h]	[i]
CAS-Nr.		7664-41-7	1333-74-0
Kategorie des Gases gemäß CLP-Verordnung		entzündbare Gase: Kategorie 2 akute Toxizität: Kategorie 3	entzündbare Gase: Kategorie 1
Aggregatzustand		gasförmig, tiefkalt verflüssigt	gasförmig
Farbe / Geruch		farblos / streng, erstickend	farblos / geruchlos
untere Explosionsgrenze (UEG)		108 g/m³ (14,0 Vol.-%)	3,4 g/m³ (4,0 Vol.-%)
obere Explosionsgrenze (OEG)		240 g/m³ (32,5 Vol.-%)	65,0 g/m³ (77,0 Vol.-%)
Dampfdruck	bei 20 °C	8,57 bar	keine Angabe
	bei 50 °C	20,3 bar	keine Angabe
Dichte (0 °C, 1013 mbar)		0,7714 kg/m³	0,0899 kg/m³
Wasserlöslichkeit		531 g/l (bei 20 °C)	19,4 ml/l (20 °C)
Schmelzpunkt		-77,7 °C	-259,2 °C
Siedepunkt		-33,4 °C	-253 °C
Flammpunkt		keine Angabe	keine Angabe
Zündtemperatur		630 °C	560 °C

4.3 Auswahl der Störfallablaufszenarien

Auf der Grundlage des beschriebenen Gefahrenpotenzials im Abschnitt 4.2.2 lassen sich prinzipiell Freisetzungen von toxischen und brennbaren Gasen auf Grund eines Lecks an einem Tank oder einer Rohrleitung ableiten.
Bei der Freisetzung eines toxischen Gases erfolgt die anschließende Ausbreitung auf dem Luftpfad. Die Szenarien werden anhand der humantoxischen Wirkung des freigesetzten Stoffes beurteilt.
Bei der Freisetzung eines brennbaren Gases werden die Szenarien bei einer angenommenen Entzündung, der stattfindenden Explosion und dem sich anschließenden Brand hinsichtlich des entstehenden Explosionsüberdruckes bzw. der Wärmestrahlung beurteilt.

Die Störfallablaufszenarien im Zusammenhang mit Ammoniak werden nur hinsichtlich der humantoxischen Wirkung beurteilt, da die Auswirkung durch eine Explosion oder einen Brand vernachlässigbar sind.

Vor diesem Hintergrund und unter Berücksichtigung der vorliegenden Datenlage zur geplanten Änderung im Tanklager Wilhelmshaven werden die folgenden Störfallablaufszenarien ausgewählt:

Tabelle 4: Störfallablaufszenarien

Nr.	Beschreibung	Szenarium	Beurteilungswert
1	Freisetzung von NH_3 aus einem Leck in einer Rohrleitung der Tankerlöschbrücke	Freisetzung eines toxischen Stoffes	AEGL-2
2	Freisetzung von NH_3 aus einem Leck in einer Rohrleitung auf der Druckseite einer NH_3-Pumpe	Freisetzung eines toxischen Stoffes	AEGL-2
3	Freisetzung von NH_3 aus einem Leck in einer Rohrleitung im NH_3-Cracker	Freisetzung eines toxischen Stoffes	AEGL-2
4	Freisetzung von NH_3 aus einem Leck in einem Lagertank	Freisetzung eines toxischen Stoffes	AEGL-2
5	Freisetzung von Wasserstoff aus einem Leck in einer Rohrleitung im Dampfreformer	Explosion, Brand	Explosionsüberdruck, Wärmestrahlung
6	Freisetzung von Wasserstoff aus einem Leck in einer Rohrleitung auf der Druckseite eines H_2-Verdichters	Explosion, Brand	Explosionsüberdruck, Wärmestrahlung

4.4 Berechnung der Störfallablaufszenarien

4.4.1 Berechnungsgrundlagen

Hinweise für die Berechnung der Störfallablaufszenarien können dem Leitfaden KAS-18 [3] entnommen werden. Hinsichtlich der Berechnung von Szenarien bei Anlagen mit gasförmigem Wasserstoff wird auf den Leitfaden KAS-63 [4] verwiesen.

Dem Leitfaden KAS-18 entsprechend werden die in den folgenden Kapiteln beschriebenen Störfallablaufszenarien für die Freisetzung eines toxischen Stoffes für die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes abgeleitet und unter folgenden allgemeinen Randbedingungen berechnet:

- Leckfläche: 490 mm² (DN 25)
- Ausflussziffer: 0,62
- Bodenrauhigkeit: wenig rau
- mittlere Wetterlage mit indifferenter Temperaturschichtung, ohne Inversion

- mittlere Windgeschwindigkeit am Standort: 5 m/s (Daten DWD aus [5])
- Höhe des Aufschlagpunktes über Erdboden: 1 m

Für die Freisetzung eines toxischen Stoffes kann der AEGL-2-Wert für einen Beurteilungszeitraum von einer Stunde herangezogen werden. Dabei stellt der AEGL-2-Wert die luftgetragene Konzentration dar, ab der die allgemeine Bevölkerung irreversible oder andere schwerwiegende langandauernde Schädigungen oder eingeschränkte Fluchtmöglichkeit erleiden kann.
Der AEGL-2-Wert für den Beurteilungszeitraum von einer Stunde für Ammoniak beträgt 160 ppm.

Für die abgeleiteten Szenarien in Verbindung mit der Freisetzung von gasförmigem Wasserstoff werden die folgenden allgemeinen Randbedingungen entsprechend dem Leitfaden KAS-63 verwendet:

- Leckfläche: 490 mm² (DN 25)
- Ausflussziffer: 0,62
- Umgebungstemperatur: 20 °C
- Windstille
- Austrittswinkel gegenüber der Horizontalen: 45°

Abweichend vom KAS-63 wird als Aufschlagpunkt eine Höhe von 1 m über Erdgleiche verwendet. Als Beurteilungswert wird nach dem Leitfaden KAS-63 der Grenzwert der Wärmestrahlung von 1,6 kW/m² für Brände verwendet. Für die Wärmestrahlung ist bei dem genannten Beurteilungswert die Grenze des Beginns nachteiliger Wirkungen für den Menschen erreicht.
Für die Bewertung von Gaswolkenexplosionen wird, abweichend vom Leitfaden KAS-63, ein Spitzenüberdruck von 0,1 bar den Berechnungen zu Grunde gelegt. Dieser Spitzenüberdruck ist nach [3] ein gerundeter durchschnittlicher Wert, der zu irrreversiblen Schäden am Menschen, z. B. einem Trommelfellriss (0,175 bar) und zersplitterndem Glas (0,05 bar, 100% Bruch) führt.

Detaillierte Angaben zu den durchgeführten Berechnungen können dem Kapitel 7 entnommen werden.

Die unter Anwendung der allgemein erläuterten Voraussetzungen berechneten Grenzradien werden auf ein Vielfaches von 10 gerundet.

4.4.2 Freisetzung von Ammoniak aus einem Leck in einer Rohrleitung

Bei diesen Szenarien wird unterstellt, dass in einer NH_3-Rohrleitung ein Leck entsteht, aus dem Ammoniak an die Umgebung freigesetzt wird. Da das Ammoniak innerhalb der Anlagenteile flüssig vorliegt (druckverflüssigt) bildet sich bei der Freisetzung auf dem Boden eine Lache, aus der Ammoniak verdampft. In die entstehende Gaswolke wird ständig Umgebungsluft eingemischt und diese dadurch verdünnt.
Im Bereich des NH_3-Crackers liegt die Temperatur des Ammoniaks oberhalb der Siedetemperatur; hier erfolgt die Freisetzung gasförmig. Für eine konservative Betrachtung des Szenariums wird unterstellt, dass das Ammoniak mit einer Temperatur unterhalb der Zündtemperatur (T_Z = 630 °C) freigesetzt wird, da die Auswirkungen einer Freistrahlflamme verglichen mit den toxischen Effekten wesentlich geringer sind.

Die folgende Tabelle 5 fasst die betrachteten Szenarien zur Freisetzung von Ammoniak zusammen.

Tabelle 5: Störfallablaufszenarien für die Freisetzung von Ammoniak

Nr.	Szenarium	Art der Freisetzung	Druck [barg]	Temperatur [°C]	freigesetzter Massestrom berechnet [kg/s]
1	Leck in einer Rohrleitung der Tankerlöschbrücke	flüssig	25	-33	17,8
2	Leck in einer Rohrleitung auf der Druckseite einer NH_3-Pumpe	flüssig	50	-31	25,1
3	Leck in einer Rohrleitung im NH_3-Cracker	gasförmig	50	400	1,78

Für die mit dem Programm ProNuSs [5] berechneten Szenarien sind die Entfernungen bis zur Unterschreitung des Beurteilungswertes (Grenzradius, AEGL-2-Wert für 1 Stunde) in der folgenden Tabelle 6 ausgewiesen.

Tabelle 6: Grenzradien für den AEGL-2-Wert (1 Stunde, 160 ppm) bei einer NH_3-Freisetzung aus einem Leck in einer Rohrleitung

Nr.	Freisetzungsort	Entfernung Grenzwertunterschreitung ab Freisetzungsort	
		berechnet [m]	gerundet [m]
1	fiktive Rohrleitung	243,5	250
2	fiktive Rohrleitung	292,4	300
3	fiktive Rohrleitung	Beurteilungswert wird nicht erreicht	

4.4.3 Freisetzung von Ammoniak aus einem Leck an einem Lagertank

Bei diesem Szenarium wird unterstellt, dass an einem NH_3-Lagertank ein Leck im Bereich des Tankmantels (z.B. Tankmantel oder Rohrstutzen) entsteht, aus dem Ammoniak an die Umgebung freigesetzt wird. Entsprechend den vorliegenden Informationen [d] soll die Lagerung des NH_3 in den Tanks bei Atmosphärendruck und in flüssigem Zustand erfolgen (tiefkalt). Deshalb bildet sich bei der Freisetzung des Ammoniaks auf dem Boden eine Lache, aus der weiter Ammoniak verdampft. In die entstehende Gaswolke wird ständig Umgebungsluft eingemischt und diese dadurch verdünnt.

Unter der Annahme, dass der jeweilige Lagertank vollständig gefüllt ist, kann mit Hilfe des sich ergebenden hydrostatischen Druckes der austretende Massestrom berechnet werden.

In der Tabelle 7 ist das betrachtete Szenarium zur Freisetzung von Ammoniak zusammengefasst.

Tabelle 7: Störfallablaufszenarium Freisetzung von Ammoniak an einem Lagertank

Nr.	Szenarium	Art der Freisetzung	Druck [barg]	Temperatur [°C]	Massestrom berechnet [kg/s]
4	Leck an einem NH_3-Lagertank	flüssig	atm.	-33	4,2

Für die mit dem Programm ProNuSs [5] berechneten Szenarien sind die Entfernungen bis zur Unterschreitung des Grenzradius (AEGL-2-Wert für eine Stunde, 160 ppm) in der folgenden Tabelle 8 ausgewiesen.

Tabelle 8: Grenzradius für den AEGL-2-Wert (eine Stunde, 160 ppm) bei einer NH_3-Freisetzung aus einem Lagertank

Nr.	Freisetzungsort	Entfernung Grenzwertunterschreitung ab Freisetzungsort	
		berechnet [m]	gerundet [m]
4	Tankmantel	113,2	120

4.4.4 Freisetzung von Wasserstoff aus einem Leck in einer Rohrleitung

Bei diesen Szenarien wird angenommen, dass an einer H_2-Rohrleitung ein Leck entsteht, aus dem Wasserstoff in die Umgebung freigesetzt wird. Es kommt zur Ausbildung eines Freistrahls. Bei einer unterstellten Zündung kommt es zunächst zur Explosion und anschließend zu einem Brand des Freistrahls. Für eine konservative Betrachtung wird unterstellt, dass sich turbulenzerzeugende Hindernisse in der Gaswolke befinden und die Explosion als Detonation stattfindet. Es wird der Grenzradius bis zur Unterschreitung des Beurteilungswertes von 0,1 bar (Explosionsüberdruck) bzw. 1,6 kW/m² (Wärmestrahlungsbelastung) berechnet.

Die folgende Tabelle 9 fasst die betrachteten Szenarien zur Freisetzung von Wasserstoff zusammen.

Tabelle 9: Störfallablaufszenarien für die Freisetzung von Wasserstoff

Nr.	Szenarium	Druck [barg]	Temperatur [°C]	freigesetzter Massestrom berechnet [kg/s]
5	Leck in einer H_2-Rohrleitung im Dampf-Reformer	30	25	0,579
6	Leck in einer H_2-Rohrleitung auf der Druckseite des Verdichters	200	25	3,6

Für die mit dem Programm ProNuSs [5] berechneten Szenarien sind die Entfernungen bis zur Unterschreitung des Beurteilungswertes in der folgenden Tabelle 10 ausgewiesen.

Tabelle 10: Grenzradien für den Beurteilungswert (0,1 bar bzw. 1,6 kW/m²) bei einer H_2-Freisetzung aus einem Leck in einer Rohrleitung

Nr.	Freisetzungsort	Szenarium	Entfernung Grenzwertunterschreitung ab Freisetzungsort	
			berechnet [m]	gerundet [m]
5.1	fiktive Rohrleitung	Explosion	59,2	60
5.2	fiktive Rohrleitung	Brand	31,2	40
6.1	fiktive Rohrleitung	Explosion	144,9	150
6.2	fiktive Rohrleitung	Brand	83,5	90

Aus den Ergebnissen wird ersichtlich, dass das Szenarium „Freisetzung von H_2 aus einem Leck in einer Rohrleitung auf der Druckseite des Verdichters“ mit anschließender Explosion (Szenarium Nr. 6.1 in Tabelle 10) für alle Szenarien mit H_2-Freisetzung abdeckend ist. Abdeckend bedeutet, dass die Grenzradien aller anderen Szenarien kleiner sind.

4.5 Darstellung der Grenzradien und Bewertung

Vor dem Hintergrund der Aufgabenstellung, im Rahmen dieser Einzelfallbetrachtung zu prüfen, ob sich die geplante Änderung des Tanklagers Wilhelmshaven (siehe Kapitel 4.2.1) auf den angemessenen Sicherheitsabstand auswirkt, werden die ermittelten (gerundeten) Grenzradien zusammen mit dem in [a] ausgewiesenen angemessenen Sicherheitsabstand abgebildet. Die Grenzradien werden dabei den Ausrüstungen folgend abgetragen.

Die folgende Tabelle 11 enthält eine Zusammenstellung der in den einzelnen Szenarien berechneten Grenzradien und der dazu gehörenden gewählten Freisetzungsorte.

Tabelle 11: Freisetzungsorte der Szenarien

Nr.	Beschreibung	Szenarium	Stoff	Grenzradius, gerundet [m]	Freisetzungsort
1	Leck in einer Rohrleitung der Tankerlöschbrücke	Toxizität	NH_3	250	landseitiger Anfang der Tankerlöschbrücke
2	Leck in einer Rohrleitung auf der Druckseite einer NH_3-Pumpe	Toxizität	NH_3	300	Rohrtrasse Straße B
3	Leck in einer Rohrleitung im NH_3-Cracker	Toxizität	NH_3	Beurteilungs-wert nicht erreicht	-
4	Leck an einem NH_3-Lagertank	Toxizität	NH_3	120	Mantel NH_3-Lagertanke
5.1	Leck in einer H_2-Rohrleitung im Dampf-Reformer	Explosion	H_2	60	abgedeckt über Szenarium 6.1
5.2	Leck in einer H_2-Rohrleitung im Dampf-Reformer	Brand	H_2	40	abgedeckt über Szenarium 6.1
6.1	Leck in einer H_2-Rohrleitung auf der Druckseite des Verdichters	Explosion	H_2	150	Anlagengrenze NH_3-Cracker und Dampf-Reformer
6.2	Leck in einer H_2-Rohrleitung auf der Druckseite des Verdichters	Brand	H_2	90	abgedeckt über Szenarium 6.1

Die Koordinaten der betreffenden Ausrüstungen wurden auf Grundlage der Unterlagen [c], [f] und [g] gewählt und sind in der Tabelle 12 angegeben. Für die Darstellung in der Karte mit DISMA [7] wurde das Koordinatensystem ETRS89/UTM32N (EPSG-Code: 25832) verwendet.

Tabelle 12: Gewählte Koordinaten der Anlagenteile

Anlagenteil		UTM-Zone 32N (East)	UTM-Zone 32N (North)
Brückenleitung	Anfang Brücke	444226,14	5934516,38
NH_3-Lagertank (Nord)	Mittelpunkt	444035,86	5934744,40
NH_3-Lagertank (Süd)	Mittelpunkt	444061,65	5934629,74
Rohrtrasse Straße B	Anfang	443969,72	5934541,94
	Ende	442876,91	5934286,35
NH_3-Cracker (West)	Ecke NW	442802,86	5934237,38
	Ecke NO	442945,70	5934270,82
	Ecke SW	442833,44	5934111,02
	Ecke SO	442976,28	5934143,51
NH_3-Cracker (Ost)	Ecke NW	442960,75	5934273,21
	Ecke NO	443103,35	5934305,70
	Ecke SW	442991,33	5934147,33
	Ecke SO	443133,93	5934179,34
Dampf-Reformer	Ecke NW	442838,45	5933962,21
	Ecke NO	443169,52	5934039,12
	Ecke SW	443045,79	5933651,68
	Ecke SO	443170,00	5933681,30

Die Abbildung 4 zeigt den für das Szenarium Nr. 1 ermittelten Grenzradius (in magenta, 250 m, vgl. Kapitel 4.4.2), abgebildet über dem angemessenen Sicherheitsabstand gemäß [a] (in rosa, als Umhüllende dargestellt).

Der Grenzradius überschreitet die Umhüllende des angemessenen Sicherheitsabstandes in östliche und südliche Richtung (siehe Detaildarstellung Abbildung 5).

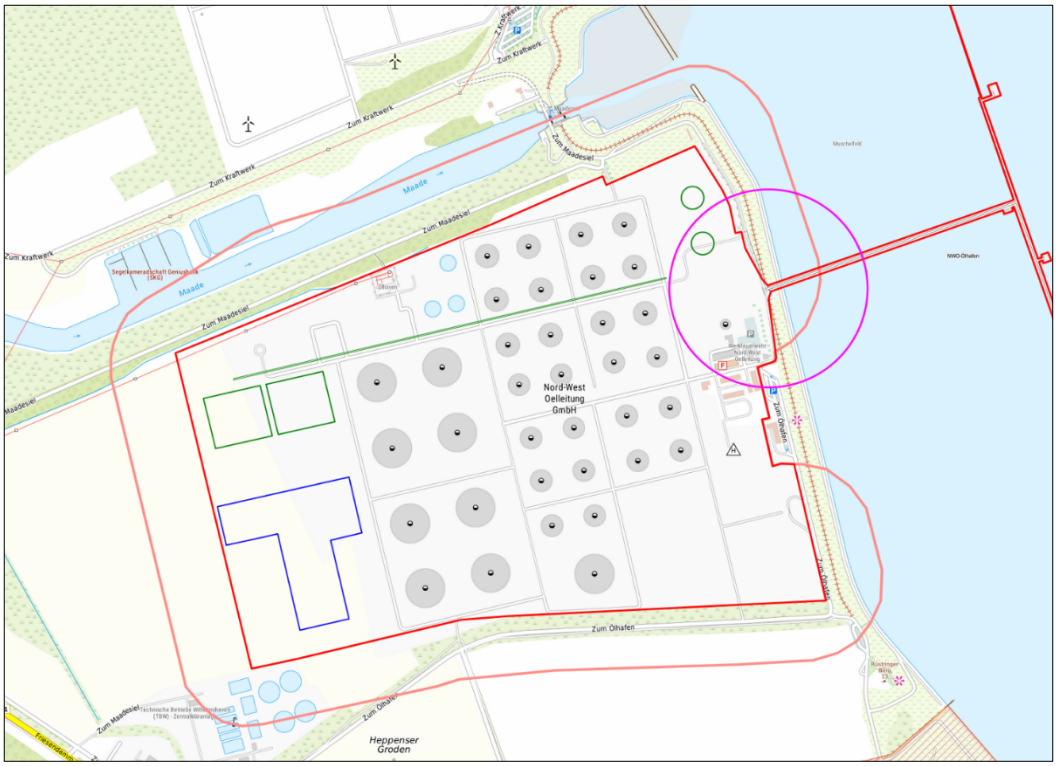

Abbildung 4: Grenzradius (Farbe: magenta) für das Szenarium Nr. 1 für den AEGL-2-Wert (160 ppm, 1 Stunde), Freisetzung von NH_3 an einer Rohrleitung auf der Tankerlöschbrücke

Abbildung 5: Detaildarstellung Grenzradius (Farbe: magenta) für das Szenarium Nr. 1 für den AEGL-2-Wert (160 ppm, 1 Stunde), Freisetzung von NH_3 an einer Rohrleitung auf der Tankerlöschbrücke

Die Abbildung 6 zeigt den für das Szenarium Nr. 2 ermittelten Grenzradius (Farbe: gelb, 300 m, vgl. Kapitel 4.4.2), abgebildet über dem angemessenen Sicherheitsabstand gemäß [a] (Farbe: rosa, als Umhüllende dargestellt).

Der Grenzradius überschreitet die Umhüllende des angemessenen Sicherheitsabstandes geringfügig in nordwestliche und westliche Richtung (siehe Abbildung 7).

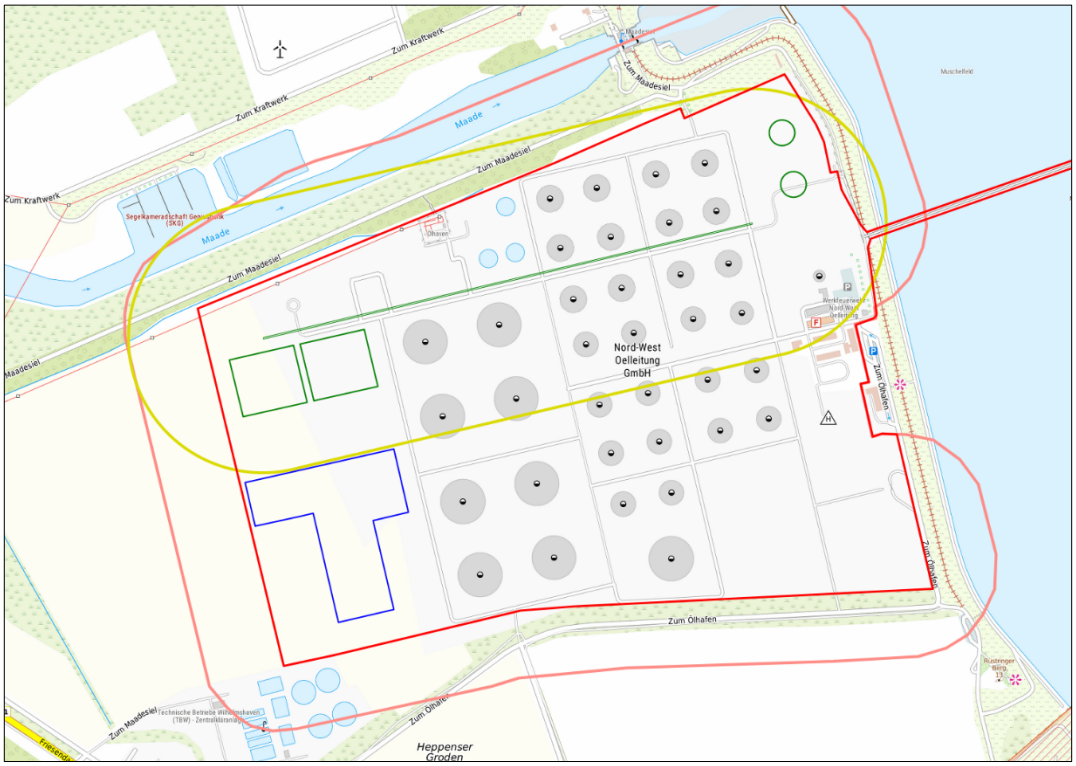

Abbildung 6: Grenzradius (Farbe: gelb) für das Szenarium Nr. 2 für den AEGL-2-Wert (160 ppm, 1 Stunde), Freisetzung von NH_3 an der Rohrtrasse Straße B (Farbe: grün)

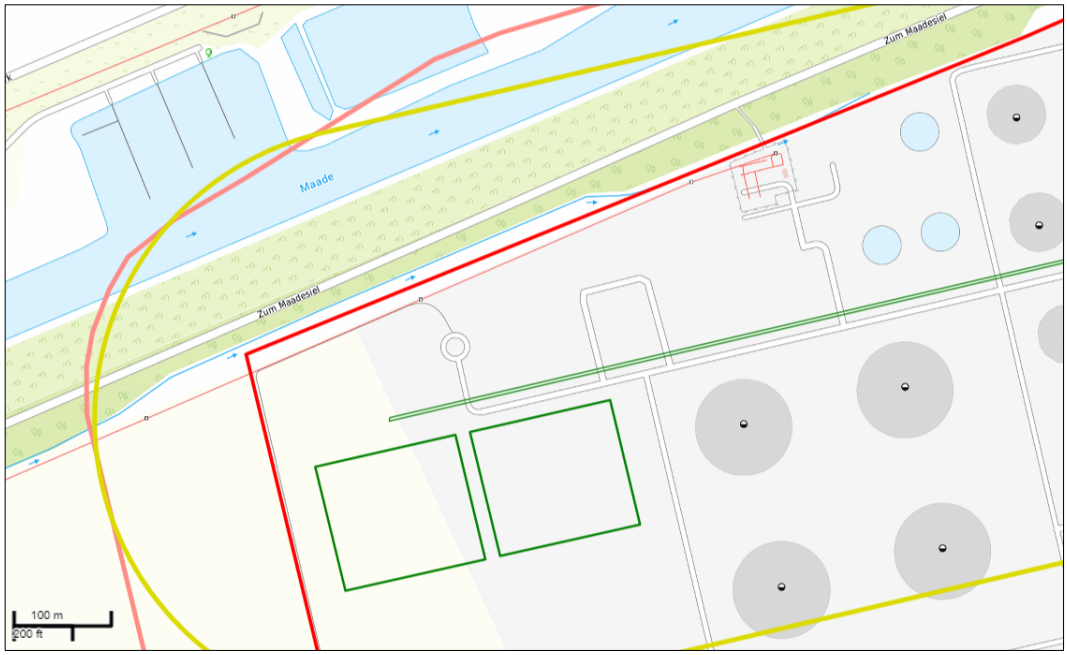

Abbildung 7: Detaildarstellung Grenzradius Szenarium 2 (Farbe: gelb), Überschreitung der Umhüllenden des angemessenen Sicherheitsabstandes (Farbe: rosa) in nordwestliche und westliche Richtung

Die Abbildung 8 zeigt die für das Szenarium Nr. 4 ermittelten Grenzradien (Farbe: orange, 120 m, vgl. Kapitel 4.4.2) an den NH_3-Lagertanken, abgebildet über dem angemessenen Sicherheitsabstand gemäß [a] (in rosa, als Umhüllende dargestellt).

Die Grenzradien für das Szenarium Nr. 4 befinden sich vollständig innerhalb der Umhüllenden des angemessenen Sicherheitsabstandes.

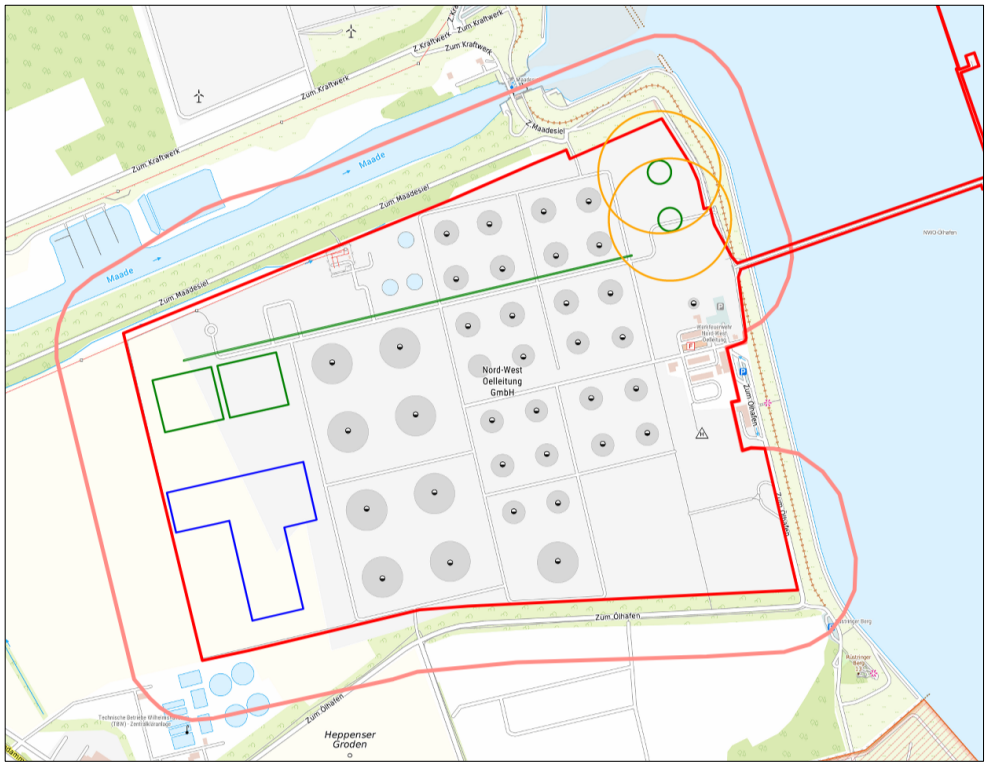

Abbildung 8: Grenzradien (Farbe: orange) für das Szenarium Nr. 4 für den AEGL-2-Wert (160 ppm, 1 Stunde), Freisetzung von NH_3 an den Lagertanken „Nord“ bzw. „Süd“ (Farbe: grün)

Die Abbildung 9 zeigt den für das Szenarium Nr. 6.1 ermittelten Grenzradius (Farbe: lila, 150 m, vgl. Kapitel 4.4.2), abgebildet über dem angemessenen Sicherheitsabstand gemäß [a] (in rosa, als Umhüllende dargestellt). Da der Grenzradius des Szenariums Nr. 6.1 die Grenzradien der Szenarien Nr. 5.1, 5.2 und 6.2 mit abdeckt, wurden diese nicht grafisch dargestellt.

Der Grenzradius für das Szenarium Nr. 6.1 befindet sich vollständig innerhalb der Umhüllenden des angemessenen Sicherheitsabstandes.

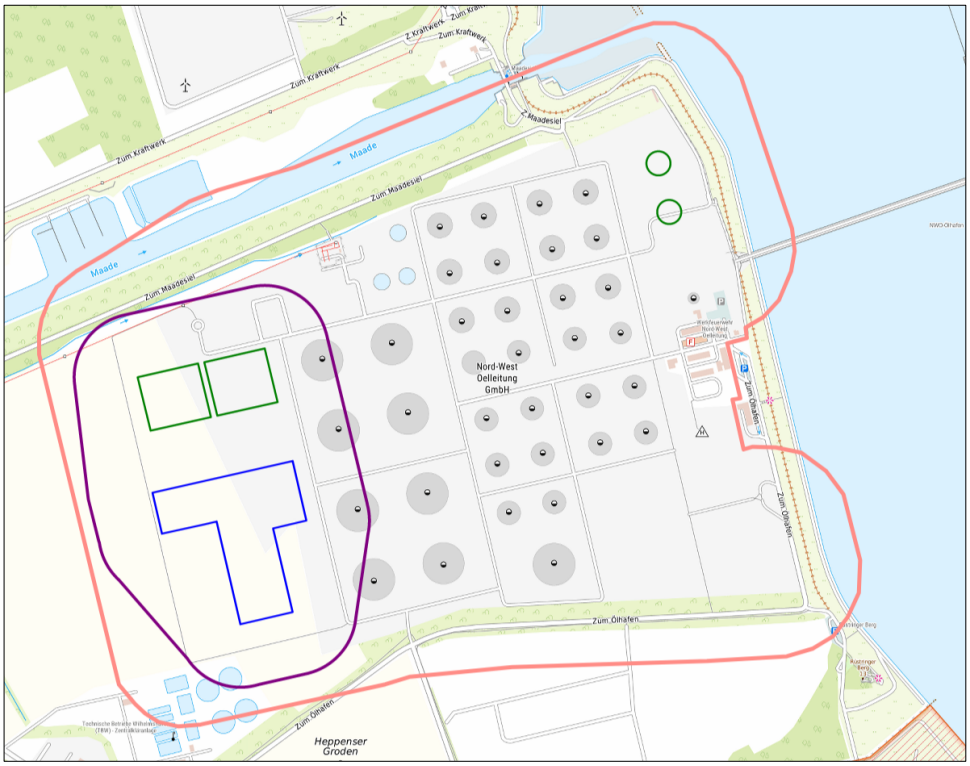

Abbildung 9: Grenzradius (Farbe: lila) für das Szenarium Nr. 6.1 für einen Explosionsüberdruck von 0,1 bar, Freisetzung von H_2 aus einer Rohrleitung (NH_3-Cracker: grün, Dampf-Reformer: blau)

Es wird darauf hingewiesen, dass verfahrenstechnische oder konstruktive Änderungen in der Planung zu abweichenden Grenzradien bei den in diesem Bericht betrachteten Szenarien führen können.

5 Zusammenfassung

Die vorliegende Einzelfallbetrachtung auf der Grundlage des Art. 13 der Seveso-III-Richtlinie und des § 50 BImSchG dokumentiert die Auswirkungen auf den angemessenen Sicherheitsabstand bei einer geplanten Änderung des Tanklagers Wilhelmshaven. Die Änderung umfasst die Errichtung von zwei NH_3-Lagertanks, zwei Ammoniak-Crackern, einen Dampf-Reformer und einer Rohrleitungsanlage.

Vor dem Hintergrund des stofflichen Gefahrenpotenzials waren zur Berechnung der Grenzradien für die Anlagen, in denen mit Ammoniak umgegangen wird, nach dem Leitfaden KAS-18 die Freisetzung des toxischen Stoffes und der Grenzwert von 160 ppm (AEGL-2-Wert für eine Stunde) zu Grunde zu legen. Für die Anlagen, in denen mit Wasserstoff umgegangen wird, waren zur Berechnung der Grenzradien nach dem Leitfaden KAS-63 Explosionen und Brände und der Grenzwert für den Explosionsüberdruck von 0,1 bar bzw. die Wärmestrahlungsbelastung von 1,6 kW/m² zu Grunde zu legen.

Die ermittelten Grenzradien sind in der vorliegenden Einzelfallbetrachtung tabellarisch ausgewiesen und grafisch über dem angemessenen Sicherheitsabstand abgebildet.

Im Ergebnis der Betrachtung war festzustellen, dass

- die geplante Änderung des Tanklagers Wilhelmshaven zu einer erheblichen Überschreitung des angemessenen Sicherheitsabstandes im Osten des Betriebsbereiches führt

- und die geplante Änderung des Tanklagers Wilhelmshaven zu einer geringfügigen Überschreitung des angemessenen Sicherheitsabstandes im Nordwesten des Betriebsbereiches führt.

Verfahrenstechnische oder konstruktive Änderungen in der Planung können zu abweichenden Grenzradien der betrachteten Szenarien führen. Die Einzelfallbetrachtung ist dann zu revidieren.

Schwedt, 14.04.2025

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Henke
Sachverständiger im Sinne von § 29a BImSchG,
bekannt gegeben gem. §29b Abs. 1 BImSchG

Dipl.-Ing. Max Hoferichter
Sachverständiger der ZÜS

6 Rechtsvorschriften, Literatur- und Quellenverzeichnis

[1] Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates (Seveso-III-Richtlinie - 2012/18/EU), vom 4. Juli 2012 (ABl. EU vom 24.07.2012 Nr. L 197 S. 1)

[2] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I Nr. 25 vom 27.05.2013 S. 1274), zuletzt geändert am 8. April 2019 (BGBl. I Nr. 12 vom 11.04.2019 S. 432)

[3] Leitfaden KAS-18 der Kommission für Anlagensicherheit: Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG, erarbeitet von der Arbeitsgruppe „Fortschreibung des Leitfadens SFK/TAA-GS-1“, Stand: Januar 2025 (3. überarbeitete Fassung)

[4] Leitfaden KAS-63 der Kommission für Anlagensicherheit: Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes für Anlagen mit gasförmigem Wasserstoff, vom November 2023

[5] ProNuSs – Programm zur numerischen Störfallsimulation, ProNuSs 9 qra, Version 9.48.7

[6] ProNuSs – Programmdokumentation – und bedienungsanleitung, Programm zur Numerischen Störfallsimulation – ProNuSs 9, ProNusS Engineering GmbH, Stand: 14.08.2024

[7] Programmsystem DISMA (DISaster MAnagement) der TÜV Rheinland Industrie Service GmbH, DISMA 6, Version: 6.2.1.0

[8] Quelle: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2025, Datenquellen: https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf, zuletzt aufgerufen am 27.03.2025

[9] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) in der Fassung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), zuletzt geändert am 12. November 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 355)

[10] Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung - 12. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. März 2017 (BGBl. I Nr. 13 vom 20.03.2017 S. 483; BGBl. I Nr. 66 vom 06.10.2017 S. 3527), zuletzt geändert am 3. Juli 2024 (BGBl. I Nr. 225 vom 08.07.2024)

[11] Wiese, Norbert: Artikel 12 der Seveso-II-Richtlinie – differenzierte Festlegung der Achtungsabstände im Sinne des Leitfadens KAS-18. WEKA Anlagensicherheit und Störfallvorsorge, 1. Oktober 2013

[12] DECHEMA – Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V., Statuspapier „Auswirkungsbetrachtungen bei störungsbedingten Stoff- und Energiefreisetzungen in der Prozessindustrie, Methodenübersicht und industrielle Anwendung“ des ProcessNet-

Arbeitsausschusses „Auswirkungen von Stoff- und Energiefreisetzungen“, dritte Auflage Januar 2017, herausgegeben von der ProcessNet Fachgemeinschaft „Anlagen- und Prozesssicherheit“

7 Anhang

7.1 Dokumentation der Berechnung NH_3-Freisetzung

Tabelle 13: Spezifische Randbedingungen für das Störfallablaufszenarium Freisetzung von Ammoniak

spezifische Randbedingungen	Szenarium 1 bzw. 2
Freisetzung	
Modellstoff Ammoniak	
flüssige Freisetzung, nur Flash-Anteil	
Umgebungstemperatur	20 °C
Überdruck	25 bar bzw. 50 bar
Stofftemperatur	-33 °C bzw. -31 °C
Leckdurchmesser / Leckfläche	25 mm / 491 mm^2
Freisetzungsdauer	10 Minuten
Lachenverdampfung	
instationäre Berechnung	
Dauer	30 Minuten
Verdunstungsmodell	Habib / Schalau
mittlere Windgeschwindigkeit	5 m/s
Temperaturschichtung	indifferent
Schichtdicke	5 mm
Gasausbreitung	
VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1	
Bodenrauhigkeit	wenig rau
Inversion	keine
Höhe des Aufschlagpunktes über Erdboden	1 m
Beurteilungswert	160 ppm (AEGL-2-Wert, 1 Stunde)

spezifische Randbedingungen	Szenarium Nr. 3
Freisetzung	
Modellstoff Ammoniak	
gasförmige Freisetzung	
Umgebungstemperatur	20 °C
Überdruck	50 bar
Leckdurchmesser / Leckfläche	25 mm / 491 mm^2
Gasausbreitung	

Freistrahl-Modell	Schatzmann, modifiziert, gekoppelt mit VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1
Austrittswinkel	45°
Höhe Austrittspunkt über Erdgleiche	1 m
Bodenrauhigkeit	wenig rau
mittlere Windgeschwindigkeit	5 m/s
Temperaturschichtung	indifferent
Inversion	keine
Höhe Aufschlagpunkt über Erdgleiche	1 m
Beurteilungswert	160 ppm (AEGL-2-Wert, 1 Stunde)

spezifische Randbedingungen	Szenarium 4
Freisetzung	
Modellstoff Ammoniak	
flüssige Freisetzung, nur Flash-Anteil	
Umgebungstemperatur	20 °C
Überdruck	keiner, Lagerung bei Atmosphärendruck
Stofftemperatur	-33 °C
Leckdurchmesser / Leckfläche	25 mm / 491 mm^2
Freisetzungsdauer	10 Minuten
Lachenverdampfung	
instationäre Berechnung	
Dauer	30 Minuten
Verdunstungsmodell	Habib / Schalau
mittlere Windgeschwindigkeit	5 m/s
Temperaturschichtung	indifferent
Schichtdicke	5 mm
Gasausbreitung	
VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1	
Bodenrauhigkeit	wenig rau
Inversion	keine
Höhe des Aufschlagpunktes über Erdboden	1 m
Beurteilungswert	160 ppm (AEGL-2-Wert, 1 Stunde)

7.2 Dokumentation der Berechnung H_2-Freisetzung

Tabelle 14: Spezifische Randbedingungen für das Störfallablaufszenarium Freisetzung von Wasserstoff (Explosion, Brand)

spezifische Randbedingungen	Szenarium 5 bzw. 6
Freisetzung	
Modellstoff Wasserstoff	
gasförmige Freisetzung	
Umgebungstemperatur	20 °C
Überdruck	30 bar bzw. 200 bar
Leckdurchmesser / Leckfläche	25 mm / 491 mm^2
Gasausbreitung	
Freistrahl-Modell	Schatzmann, modifiziert
Austrittswinkel	45°
Höhe Austrittspunkt über Erdgleiche	1 m
Wetterlage	Windstille
Explosion	
Modell Spitzenüberdruck	Baker-Strehlow-Tang
mit Reflexion	
Verdämmung	2,5 D
Verblockung	hoch
Höhe Aufschlagpunkt über Erdgleiche	1 m
Grenzwert Spitzenüberdruck:	0,1 bar
Freistrahlflamme	
Modell Freistrahlflamme	Molkov-Saffers
Modell Strahlungsanteil	Houf-Schefer-Ekoto
mit Reflexion	
Höhe Aufschlagpunkt über Erdgleiche	1 m
Grenzwert Spitzenüberdruck:	0,1 bar