

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Hamburg
Bramfelder Str. 110 B / 3. Stock
22305 Hamburg

Telefon +49(40)692145 0
Telefax +49(40)692145 11

www.MuellerBBM.de

Dr. Peter Pollmeier
Telefon +49(40)692145 17
Peter.Pollmeier@mbbm.com

24. September 2019
M146712/02 PLM/PLM

Gutachten zur Ermittlung eines angemessenen Sicherheitsabstandes im Sinne des § 50 BImSchG

**Rhenus SE & Co. KG
Niederlassung Hannover
Standort Hackethalstraße 5, Hannover**

Bericht Nr. M146712/02

Auftraggeber:	Rhenus SE & Co. KG Niederlassung Hannover Südfeldstraße 20 30453 Hannover
Bearbeitet von:	Dr. Peter Pollmeier (Sachverständiger nach § 29b BImSchG)
Berichtsumfang:	Insgesamt 29 Seiten Textteil, 1 Anhang

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Hamburg
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk, Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Aufgabenstellung	5
2 Grundlagen	6
3 Kurzbeschreibung des Betriebsbereichs	8
3.1 Zweck des Betriebes	8
3.2 Gehandhabte Lagerklassen	8
3.3 Örtliche Lage und Umgebung	9
4 Auswahl der Szenarien	10
4.2 Ableitung der Szenarien	10
4.3 Ausgewählte Szenarien	14
4.3.1 Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten mit anschließendem Brand während des Be- und Entladens	14
4.3.2 Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten mit anschließendem Brand während des Be- und Entladens	14
4.3.3 Beschädigung von Aerosolpackungen mit anschließendem Brand	15
4.3.4 Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens	15
4.3.5 Brand in einem Lagerabschnitt mit Freisetzung von Brandgasen über die RWA	16
5 Berechnungsmethoden	19
5.1 Wärmestrahlungsberechnung	19
5.2 Ausbreitungsberechnung von Schadstoffen	19
5.3 Beurteilungswerte	19
6 Auswirkungsbetrachtung und Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes	22
6.1 Allgemeines	22
6.2 Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten mit anschließendem Brand während des Be- und Entladens	22
6.3 Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens	24
6.4 Brand in einem Lagerabschnitt mit Freisetzung von Brandgasen über die RWA	26
6.5 Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstands	28
7 Abschließende Bewertung	29

Zusammenfassung

Die Rhenus SE & Co. KG (Rhenus) plant die Errichtung und den Betrieb eines Logistikzentrums am Standort Hackethalstraße 5 in Hannover. Das Logistikzentrum umfasst drei Hallen. Die gehandhabten Stoffe werden umgeschlagen und gelagert.

Im Rahmen der Genehmigungsplanung wurde durch den unterzeichnenden Sachverständigen ein Gutachten erarbeitet, in dem der angemessene Sicherheitsabstand im Sinne der §§ 3 (5c) und 50 BImSchG unter Berücksichtigung des Leitfadens KAS-18 „Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG“ und der Arbeitshilfe KAS-32 „Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18“ ermittelt wurde. Außerdem wurde ermittelt, ob sich im Bereich innerhalb des ermittelten angemessenen Abstands Nutzungen befinden, und bewertet, ob es sich bei diesen um schutzbedürftige Nutzungen im Sinne des Leitfadens KAS-18 handelt.

Die gehandhabten Lagerklassen umfassen Flüssigkeiten, feste Stoffe und Gase.

Flüssigkeiten umfassen insbesondere auch entzündbare Flüssigkeiten. Daneben werden auch akut toxische Stoffe, gehandhabt, insbesondere auch Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330¹ und H331². Diese umfassen feste bzw. flüssige Stoffe.

Entzündbare Gase werden in Form von Aerosolpackungen mit einer Größe kleiner als 1 Liter gehandhabt. Es werden keine akut toxischen Gase gehandhabt.

Daneben werden nichtbrennbare Gemische von akut toxischen Stoffen der Kat. 4 mit Kohlendioxid in Druckgaspackungen mit einer Größe von maximal 2 l gehandhabt. Der Anteil der akut toxischen Stoffe der Kat. 4 im Gemisch mit Kohlendioxid beträgt maximal 1 %. Diese Stoffe sind flüssig bzw. viskos mit einem sehr niedrigen Dampfdruck bei Raumtemperatur.

Unter Berücksichtigung der Ausführungen im Abschnitt 7 der Arbeitshilfe KAS-32 [11] wird Acrolein als Referenzstoff für akut toxische Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330 und H331 zugrunde gelegt. Acrolein deckt auch die nichtbrennbaren Gemische von akut toxischen Stoffen der Kat. 4 mit Kohlendioxid ab.

Es wurden folgende abdeckende Szenarien (siehe Abschnitt 4.3) betrachtet:

- Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten während des Be- und Entladens mit anschließendem Brand
- Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten während des Be- und Entladens mit anschließender Explosion
- Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens
- Brand in einem Lagerabschnitt mit Freisetzung von Brandgasen über die RWA

Es wurde folgender abdeckender angemessener Sicherheitsabstand ermittelt (siehe Abschnitt 7):

¹ H330: Lebensgefahr beim Einatmen

² H331: Giftig beim Einatmen

- Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens

290 m

Innerhalb des Bereiches des angemessenen Sicherheitsabstands befinden sich keine schutzbedürftigen Nutzungen im Sinne des Leitfadens KAS-18.

Wenn Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330 und H331 in Gebinden größer als 10 l gehandhabt werden sollen, ist für den jeweiligen Stoff und die geplante maximale Gebindegröße eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. In dieser ist nachzuweisen, dass der ermittelte angemessene Sicherheitsabstand von 290 m für den jeweiligen Stoff und die geplante maximale Gebindegröße eingehalten wird.

1 Aufgabenstellung

Die Rhenus SE & Co. KG (Rhenus) plant die Errichtung und den Betrieb eines Logistikzentrums am Standort Hackethalstraße 5 in Hannover. Das Logistikzentrum umfasst drei Hallen. Die gehandhabten Stoffe werden umgeschlagen und gelagert.

Das Logistikzentrum ist aufgrund der gehandhabten Mengen an gemäß Störfallverordnung relevanten Stoffen ein Betrieb der unteren Klasse gemäß StörfallV.

Im Rahmen der Genehmigungsplanung soll durch den unterzeichnenden Sachverständigen ein Gutachten erarbeitet werden, in dem der angemessene Sicherheitsabstand im Sinne im Sinne der §§ 3 (5c) und 50 BImSchG nach den Vorgaben in Kapitel 3.2 des Leitfadens KAS-18 „Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG“ ermittelt wird.

2 Grundlagen

Für die Erstellung des vorliegenden Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- [1] Betriebsbeschreibung der Gefahrstofflagerung (Entwurf, Stand: 18.03.2018, Revision: v1.0) (mit der E-Mail vom 29.10.2018 von Rhenus erhalten)
- [2] Layout-Plan des Logistikzentrums (Stand: 13.03.2019) (mit der E-Mail vom 02.04.2019 von BSU erhalten)
- [3] Lageplan Außenanlagen (Stand: 02/2019)
- [4] Lageplan Entwässerung (Stand: 08.03.2019)
- [5] Informationen zu den Gefahrstoffen, Lagerklassen und der Ausstattung der Hallen (Telefongespräch mit Rhenus am 04.04.2019)
- [6] Ergänzende Informationen zu den Lagergütern der Lagerklasse 2A (mit der E-Mail vom 04.04.2019 von Rhenus erhalten)
- [7] Brandschutzkonzept (Stand: 04.04.2019)
- [8] Ergänzende Informationen zu maximalen Gebindegrößen und Lagerorten der Gefahrstoffe (Telefongespräch mit Rhenus am 10.04.2019)
- [9] VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1: Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen – Sicherheitsanalyse/Blatt 2: Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen schwerer Gase – Sicherheitsanalyse
- [10] Leitfaden der Kommission für Anlagensicherheit KAS-18 (November 2010) „Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfallverordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG“
- [11] Arbeitshilfe der Kommission für Anlagensicherheit KAS-32 (November 2015) „Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18“, 2. überarbeitete Fassung
- [12] Leitfaden der Kommission für Anlagensicherheit KAS-43 „Empfehlungen zur Ermittlung der Mengen gefährlicher Stoffe bei außer Kontrolle geratenen Prozessen“ vom 9. Januar 2017
- [13] Current ERPG® Values (2016) aus dem ERPG/WEEL Handbook der AIHA Guideline Foundation (Zusammenstellung von ERPG-Werten)
- [14] BImSchG – Bundes-Immissionsschutzgesetz – Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – vom 17. Mai 2013 (BGBl. Nr. 25 vom 27.05.2013, S. 1274; 02.07.2013, S. 1943; 20.11.2014, S. 1740; 31.08.2015, S. 1474; 26.07.2016, S. 1839; 30.11.2016, S. 2749; 29.03.2017, S. 62; 29.05.2017, S. 1298; 18.07.2017, S. 2771) Gl.-Nr.: 2129-8
- [15] 12. BImSchV – Störfall-Verordnung – Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 15. März 2017 (BGBl. I Nr. 13 vom 20.03.2017, S. 483; 29.03.2017, S. 626 ber. S. 3527; 08.12.2017, S. 3882) Gl.-Nr.: 2129-8-12-1

- [16] Anlagen A und B des Europäischen Übereinkommens vom 30.09.1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR): – Allgemeine Vorschriften und Vorschriften für gefährliche Stoffe und Gegenstände, vom 29. November 2017 (BGBl. II Nr. 31 vom 08.12.2017 S. 1520 Anlageband; 25.11.2018, S. 443)
- [17] Statuspapier „Quelltermberechnung bei störungsbedingten Stoff- und Energiefreisetzungen in der Prozessindustrie – Methodenübersicht und industrielle Anwendung“, DECHEMA, Dritte Auflage, Januar 2017
- [18] Dokumentation zum Programm ProNuSs (Kapitel 5.7, Stand: 25.07.2018)

3 Kurzbeschreibung des Betriebsbereichs

3.1 Zweck des Betriebes

Der Zweck des Betriebs ist die Lagerung von Gütern im Kundenauftrag.

Bei den Gütern kann es sich sowohl um allgemeine Lagergüter als auch um Gefahrstoffe handeln. Die Art und Menge der Güter kann nach Auftragslage variieren, wird aber durch die von der Sicherheitstechnik und dem Genehmigungsstand vorgegebenen Grenzen eingeschränkt. In dem Lagerabschnitt sollen allgemeine Lagergüter und Gefahrstoffe aller Lagerklassen der TRGS 510, ausgenommen der Lagerklassen 1, 4.1A, 4,3, 5.2, 6.2 und 7, gelagert werden (z. B. Mineralölprodukte wie Maschinenöle, Schmierfette und die im Zusammenhang damit verwendeten Betriebsmittel für gewerbliche und private Verwender, Stoffe, die entzündbare Dämpfe bilden können, z. B. Spraydosen, Lösemittel, Feinchemikalien, Stoffe mit giftigen und CMR-Eigenschaften). [1] [5]

Die Tätigkeiten des Lagerbetriebs umfassen den Wareneingang mit dem Entladen und Einlagern, die Aufbewahrung von Materialien auf Paletten in Regalen oder in Fachböden sowie den Warenausgang mit dem Auslagern, Kommissionieren und Versenden. Die Lagerung und Handhabung erfolgen grundsätzlich in dicht verschlossenen Verpackungen. Ein Um- bzw. Abfüllen der gehandhabten Stoffe erfolgt grundsätzlich nicht.

Die Lagerung erfolgt in den Hallen 1 bis 3 des Logistikzentrums am Standort Hackenthalstraße 5 in Hannover.

3.2 Gehandhabte Lagerklassen

Stoffe der in Tabelle 1 aufgeführten Lagerklassen werden bei Rhenus gehandhabt:

Tabelle 1. Bei Rhenus gehandhabte Gefahrgutklassen.

Lagerklasse	Beschreibung
Klasse 2A	Gase (ohne Aerosolpackungen und Feuerzeuge)
Klasse 2B	Aerosolpackungen und Feuerzeuge
Klasse 3	Entzündbare Flüssigkeiten
Klasse 4.1B	Entzündbare feste Gefahrstoffe
Klasse 4.2	Pyrophore oder selbsterhitzungsfähige Gefahrstoffe
Klasse 5.1A	Stark oxidierende Gefahrstoffe
Klasse 5.1B	Oxidierende Gefahrstoffe
Klasse 6.1A	Brennbare, akut toxische Kat. 1 und 2/ sehr giftige Gefahrstoffe
Klasse 6.1B	Nicht brennbare, akut toxische Kat. 1 und 2/ sehr giftige Gefahrstoffe
Klasse 6.1C	Brennbare, akut toxische Kat. 3/ sehr giftige Gefahrstoffe
Klasse 6.1D	Nicht brennbare, akut toxische Kat. 3/ sehr giftige Gefahrstoffe

Lagerklasse	Beschreibung
Klasse 8A	Brennbare ätzende Gefahrstoffe
Klasse 8B	Nicht brennbare ätzende Gefahrstoffe
Klasse 10	Brennbare Flüssigkeiten, die keiner der vorgenannten LGK zuzuordnen sind
Klasse 11	Brennbare Feststoffe, die keiner der vorgenannten LGK zuzuordnen sind
Klasse 12	Nicht brennbare Flüssigkeiten, die keiner der vorgenannten LGK zuzuordnen sind
Klasse 13	Nicht brennbare Feststoffe, die keiner der vorgenannten LGK zuzuordnen sind

3.3 Örtliche Lage und Umgebung

Das Logistikzentrum befindet sich innerhalb des Geltungsbereichs des Bebauungsplans Nr. 877 „Stadtteil Brink-Hafen“ der Stadt Hannover. Das Gebiet ist als Industriegebiet „GI“ ausgewiesen.

In direkter Nachbarschaft des Logistikzentrums befinden sich Gewerbebetriebe.

In der Tabelle 2 sind Objekte in der Umgebung des Logistikzentrums aufgeführt, die als Schutzobjekte im Sinne des KAS-18 [10] und des § 3 (5d) BImSchG [14] zu betrachten sind.

Tabelle 2. Schutzobjekte im Sinne des KAS-18 [10] und des § 3 (5d) BImSchG [14] in der Umgebung des Logistikzentrums.

Bezeichnung	Himmelsrichtung	Entfernung [m] ¹⁾
Wohngebiet nördlich der Heinrich-Heine-Straße	N	ca. 300 m
Autobahn A2	N	ca. 830 m
toom Baumarkt, Industrieweg 29	O	ca. 340 m
Stadtbahnstrecke	O	ca. 730 m
Wohngebiet südlich des Mittellandkanals	S	ca. 350 m
S-Bahnstrecke (Haltestelle Hannover-Vinnhorst)	W	ca. 930 m
Wohngebiet im Bereich des Mittellandkanals	W	ca. 840 m

1) Gemessen von der Grundstücksgrenze

4 Auswahl der Szenarien

4.1 Randbedingungen für die Auswahl

Für die Auswahl der Szenarien werden die im Kapitel 3.2 des Leitfadens KAS-18 [10] aufgeführten Empfehlungen für die Vorgehensweise als Randbedingungen berücksichtigt. Die wesentlichen sind im Folgenden zusammengestellt:

- Das zugrunde zu legende Ereignis stellt einen Dennoch-Störfall dar, d. h. ein Ereignis, das sich aufgrund vernünftigerweise auszuschließender Gefahrenquellen ergibt.
- Der Verlust des gesamten Inventars, der Verlust der größten zusammenhängenden Menge, Behälterbersten und der Abriss sehr großer Rohrleitungen sind im Rahmen der Bauleitplanung³ nicht zu berücksichtigen, da sie bei Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik zu unwahrscheinlich sind.
- Auswirkungsbegrenzende Maßnahmen sind zu berücksichtigen, soweit sie durch die zugrunde liegenden Ereignisse nicht gestört sind.

4.2 Ableitung der Szenarien

Die Ableitung der Szenarien gemäß Leitfaden KAS-18 [10] erfolgt auf Basis der Auswertung erhaltener Informationen und Unterlagen (vgl. Abschnitt 2) unter Berücksichtigung der Arbeitshilfe KAS-32 [11].

Im Folgenden sind die Überlegungen zu den prinzipiell zu unterstellenden Szenarien zusammenfassend dargestellt. Darauf aufbauend werden die abdeckenden Szenarien im Sinne des KAS-18 abgeleitet.

Gehandhabte Stoffe

Gemäß [1] und [5] werden die in Tabelle 1 aufgeführte Lagerklassen gehandhabt. Es werden alle Lagerklassen mit Ausnahme der Klasse 1 (Explosive Gefahrstoffe), Klasse 4.1A (Sonstige explosionsgefährliche Gefahrstoffe), Klasse 4.3 (Gefahrstoffe, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln), Klasse 5.1C (Ammoniumnitrat und ammoniumnitrat-haltige Zubereitungen), Klasse 5.2 (Organische Peroxide und selbstzersetzliche Gefahrstoffe), Klasse 6.2 (Ansteckungsgefährliche Stoffe), Klasse 7 (Radioaktive Stoffe) und Klasse 9 (Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände) gehandhabt.

Diese Lagerklassen umfassen Flüssigkeiten, feste Stoffe und Gase.

Flüssigkeiten umfassen insbesondere auch entzündbare Flüssigkeiten. Daneben werden auch akut toxische Stoffe gehandhabt, insbesondere auch Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330⁴ und H331⁵. Diese umfassen feste bzw. flüssige Stoffe.

³ Im Leitfaden KAS-18 wird der Begriff „Landuse-planning“ verwendet.

⁴ H330: Lebensgefahr beim Einatmen

⁵ H331: Giftig beim Einatmen

Entzündbare Gase werden in Form von Aerosolpackungen mit einer Größe kleiner als 1 Liter gehandhabt. Es werden keine akut toxischen Gase gehandhabt.

Daneben werden nichtbrennbare Gemische von akut toxischen Stoffen der Kat. 4 mit Kohlendioxid in Druckgaspackungen mit einer Größe von maximal 2 l gehandhabt. Der Anteil der akut toxischen Stoffe der Kat. 4 im Gemisch mit Kohlendioxid beträgt maximal 1 %. Diese Stoffe sind flüssig bzw. viskos mit einem sehr niedrigen Dampfdruck bei Raumtemperatur. [6]

Für das Logistikzentrum sind ausschließlich Stoffkategorien festgelegt, die gehandhabt werden sollen; es sind keine Festlegungen hinsichtlich konkreter Stoffe getroffen [1] [5]. Daher sind die Stoffe, die hinsichtlich luftgetragener Ausbreitung bei störfallbedingter Freisetzung die größten Auswirkungen haben, nicht eindeutig festgelegt.

Daher wird entsprechend der Ausführungen im Abschnitt 6 der Arbeitshilfe KAS-32 [11] Acrolein als Referenzstoff für akut toxische Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330 und H331 zugrunde gelegt. Die Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330 und H331 sind Stoffe, die hinsichtlich luftgetragener Ausbreitung die größten Auswirkungen haben. Acrolein deckt auch die nichtbrennbaren Gemische von akut toxischen Stoffen der Kat. 4 mit Kohlendioxid ab.

Handhabung der Gefahrgüter

Gefahrstoffe werden in zugelassenen Transportgebinden mittels LKW angeliefert. Das Entladen der LKW erfolgt an den Rampen auf den Westseiten der Hallen.

Die Transportgebinde werden in den Hallen zwischengelagert. Die Trennwände zu den Hallen 1 und 3 sind als Brandwände ausgeführt [7]. Die Lagerabschnitte sind durch Brandwände untereinander abgetrennt [7]. Die Gefahrgüter werden getrennt nach Gefahrenpotenzial in verschiedenen Bereichen separat gelagert.

Diese gelagerten Transportgebinde werden auf Anforderung wieder an den Rampen der Hallen mittels Flurförderfahrzeugen und Stapler auf LKW verladen.

Anzunehmende maximal mögliche Größe der Transportgebinde

Entsprechend den Ausführungen im Kapitel 6 der Arbeitshilfe KAS-32 [11] ist für die vollständige Freisetzung des Inhalts eines Gebindes die genehmigungsrechtlich zulässige maximale Gebindegröße anzunehmen. Dies kann auch aus der Umsetzung gefahrgutrechtlicher Anforderungen resultieren.

Entzündbare Gase werden in der Halle 2 in Form von Aerosolpackungen mit einer Größe kleiner als 1 Liter gehandhabt. [1] [5]

Entzündbare Flüssigkeiten werden in der Halle 2 in Gebinden von maximal 1.000 l gehandhabt. [1] [5] [6]

Akut toxische Stoffe, feste bzw. flüssige Stoffe, d. h. auch akut toxische Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330 und H331, werden in der Halle 2 gehandhabt [1] [5] [6]. Wie oben ausgeführt wird Acrolein als Referenzstoff für akut toxische Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330 und H331 zugrunde gelegt. Acrolein deckt auch die nichtbrennbaren Gemische von akut toxischen Stoffen der Kat. 4 mit Kohlendioxid ab. Diese werden in Halle 2 gehandhabt. Akut toxische Stoffe mit den Gefahrenhinwei-

sen H330 und H331 werden entsprechend den Festlegungen durch den Betrieb in Kleingebinden bis zu einer Größe von maximal 10 l gehandhabt [8].

Vorstellbare Szenarien

Nachfolgend sind die Überlegungen dargestellt, welche Szenarien vorstellbar sind:

- Das Be- und Entladen von LKW erfolgt über Rampen auf den Westseiten der Hallen. Akut toxische Gefahrstoffe, insbesondere Gefahrstoffe mit den Gefahrenhinweisen H330 und H331, entzündbare Flüssigkeiten und Aerosolpackungen werden über die Rampen auf der Westseite der Halle 2 transportiert.

Während des Be- und Entladens ist eine Leckage eines Gebindes durch eine Beschädigung möglich. Die Leckagen werden durch das Personal unmittelbar erkannt; es können direkt Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Persönliche Schutzausrüstung, mobile Auffangwannen für Gebinde und Überfässer sowie Bindemittel werden in Havarieboxen in den einzelnen Bereichen des Logistikzentrums vorgehalten. Die persönliche Schutzausrüstung umfasst Vollmaske, ABEK3-Kombifilter, Chemikalienvollschutzanzüge, Gummistiefel, Chemtape und Chemikaliengummihandschuhe. Die Havarieboxen der einzelnen Bereiche sind entsprechend dem Gefahrenpotenzial der gehandhabten Stoffe unterschiedlich ausgestattet. Die Ausbreitung einer Lache kann bei kleineren Undichtigkeiten der Gebinde, die nicht zu einem schnellen Auslaufen des Gebindes führen, begrenzt werden.

- Bei der Einlagerung und Auslagerung von Gebinden ist eine Leckage eines Gebindes durch eine Beschädigung möglich. Die Böden der einzelnen Lagerabschnitte sind als Auffangraum ausgebildet. Die freigesetzte Flüssigkeit breitet sich ungehindert auf dem Boden des jeweiligen Lagerabschnitts aus.

Gebinde akut toxischer Stoffe sind in einer zugelassenen Gefahrgutverpackung mit maximal 4 x 10 l verpackt. Eine Umschlagseinheit umfasst eine Palette mit maximal 18 Gefahrgutverpackungen.

Einzelne Gebinde und Verpackungseinheiten akut toxischer Stoffe für die Kommissionierung werden in mobilen Auffangwannen mittels Flurförderzeug zum Verpackungsplatz transportiert. Die Kommissionierung erfolgt in den mobilen Auffangwannen.

Bei der Einlagerung der Gebinde erfolgt eine visuelle Kontrolle auf Beschädigungen. Leckagen werden durch das Personal unmittelbar erkannt, es können direkt Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Persönliche Schutzausrüstung, mobile Auffangwannen für Gebinde und Überfässer sowie Bindemittel werden in Havarieboxen in den einzelnen Bereichen des Logistikzentrums vorgehalten. Die persönliche Schutzausrüstung umfasst Vollmaske, ABEK3-Kombifilter, Chemikalienvollschutzanzüge, Gummistiefel, Chemtape und Chemikaliengummihandschuhe. Die Havarieboxen der einzelnen Bereiche sind entsprechend dem Gefahrenpotenzial der gehandhabten Stoffe unterschiedlich ausgestattet. Die Ausbreitung einer Lache kann begrenzt werden.

Entzündbare Stoffe (Druckgaspackungen der LGK 2B und entzündbare Flüssigkeiten der LGK 3) werden ausschließlich in Halle 2 gelagert.

Die Halle 2 ist in die Lagerabschnitte Hallen 2.1 bis 2.4 unterteilt. Die Trennwände zu den Hallen 1 und 3 sind als Brandwände ausgeführt [7]. Die Lagerabschnitte sind durch Brandwände untereinander abgetrennt [7]. Die feuerbeständigen Türen werden bei Brandalarm automatisch geschlossen bzw. sind außerhalb der Betriebszeiten geschlossen.

Eventuelle Kleinbrände bei Leckagen von entzündbaren Flüssigkeiten und Gasen während der Einlagerung können direkt mittels der vorhandenen Handfeuerlöscher gelöscht werden.

Die Hallen 1 bis 3 verfügen, soweit Ausnahmen nach dem Regelwerk für die Auslegung der Anlage nicht möglich sind, über eine flächendeckende ortsfeste, automatische Feuerlöschanlage (Sprinkleranlage). Die automatische Sprinkleranlage ist auf die Brandmeldeanlage mit Aufschaltung zur Feuerwehr angeschaltet. Die Auslegung der Sprinkleranlage erfolgt risikogerecht nach anerkannten Regeln der Technik, z. B. FM Global Regelwerk oder VdS CEA 4001, und des Lagergutes und der Nutzung. [7]

In den Hallen 1 und 3 ist die Sprinkleranlage an der Decke installiert. [7]

In der Halle 2 sind die Sprinkler an der Decke und zusätzlich als Regalschutz installiert. In der Halle 2 ist eine Leichtschaumlöschanlage installiert, die über ein Rauchansaugsystem ausgelöst wird. Da polare und unpolare Stoffe gelagert werden, wird ein alkoholbeständiger Mehrbereichsschaum beigemischt. Die Auslegung der Sprinkleranlage ist risikogerecht nach den Grundlagen des zuständigen Sachversicherers (VdS CEA 4001) und des geplanten Lagergutes und der Nutzung erfolgt. [7]

Ein Szenario in den Hallen beim Ein- und Auslagern ist aufgrund der oben beschriebenen Maßnahmen hinsichtlich der Leckageerkennung und der Leckagebegrenzung sowie Brandschutzmaßnahmen, insbesondere automatischer Löschanlage, nicht zu unterstellen. Außerdem sind die Bereiche, in denen entzündbare Flüssigkeiten und Aerosolpackungen gehandhabt werden, mit Gaswarnanlagen und Lüftungsanlagen ausgerüstet. Bei Ansprechen der Gaswarnanlage wird der Luftwechsel automatisch auf einen zweifachen Luftwechsel erhöht.

- Gemäß dem Leitfaden KAS-43 [12] ist bei Bränden von Lageranlagen nach Nr. 9.2 der 4. BImSchV mit dem Entstehen von relevanten Mengen an gefährlichen Stoffen zu rechnen. Bei Vorliegen von mindestens zwei unabhängigen technischen Schutzmaßnahmen oder einer inhärent sicheren technischen Schutzmaßnahme kann auf eine Betrachtung von Brandgasen verzichtet werden. Im vorliegenden Fall sind keine zwei unabhängigen technischen Schutzmaßnahmen oder eine inhärent sichere technische Schutzmaßnahme vorhanden. Daher wird ein Brand in einem der Lagerabschnitte der Gefahrgutlagerung in Halle 2 mit anschließender Freisetzung der Brandgase über die Rauch- und Wärmeabzugsanlage betrachtet.

4.3 Ausgewählte Szenarien

Die nachfolgend beschriebenen Szenarien bilden die Grundlage für die Ermittlung des angemessenen Abstandes.

4.3.1 Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten während des Be- und Entladens mit anschließendem Brand

Während des Transports beim Be- oder Entladen von LKW wird ein Gebinde mit brennbaren Flüssigkeiten (maximale Größe 1.000 l) beschädigt und läuft vollständig aus.

Es wird angenommen, dass sich die Lache auf befestigtem Untergrund ungehindert ausbreitet. Der Untergrund ist in Beton bzw. Asphalt ausgeführt. Daher wird eine Lachenhöhe von 5 mm angenommen [17]. Daraus ergibt sich bei der freigesetzten Menge von 1 m³ eine Lachenfläche von 200 m².

Für die Wärmestrahlungsberechnung wird Cyclohexan als repräsentativer Stoff für brennbare Flüssigkeiten angenommen. Für Cyclohexan ergeben sich erfahrungsgemäß im Vergleich zu anderen Lösungsmitteln höhere Wärmestrahlungswerte.

Der Transport der Verpackungen erfolgt manuell mittels Stapler oder Flurförderzeugen. Daher ist ein unmittelbares Erkennen der Leckage gegeben und es werden unmittelbar Maßnahmen zur Begrenzung eingeleitet. Die Maßnahmen werden entsprechend Betriebsanweisung durch interne Leckageteams mit Hilfe der in den Havarieboxen vorgehaltenen Ausrüstung durchgeführt. Je nach Situation wird zusätzlich ein Spezialdienstleister hinzugezogen.

4.3.2 Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten während des Be- und Entladens mit anschließender Explosion

Während des Transports beim Be- oder Entladen von LKW wird ein Gebinde mit brennbaren Flüssigkeiten (maximale Größe 1.000 l) beschädigt und läuft vollständig aus.

Es wird angenommen, dass sich die Lache auf befestigtem Untergrund ungehindert ausbreitet. Der Untergrund ist in Beton bzw. Asphalt ausgeführt. Daher wird eine Lachenhöhe von 5 mm angenommen [17]. Daraus ergibt sich bei der freigesetzten Menge von 1 m³ eine Lachenfläche von 200 m². Aus dieser Lache verdunstet die brennbare Flüssigkeit. Die sich ausbreitende Gaswolke wird gezündet und es kommt zur Explosion.

Als repräsentativer Stoff für brennbare Flüssigkeiten wird Cyclohexan angenommen. Cyclohexan hat im Vergleich zu anderen Lösungsmitteln eine niedrige untere Explosionsgrenze und eine niedrige Zündenergie.

Eine Explosion ist bei einer Freisetzung im Freien nicht zu unterstellen. Aufgrund der guten Durchlüftung kommt es nicht zu einer relevanten Ansammlung von explosionsfähigen Gemischen, die zu einem explosionsartigen Verlauf des Brandes führen würden. Dies zeigt eine überschlägige Rechnung. Es kommt zu einem Abbrand der Gaswolke.

4.3.3 Beschädigung von Aerosolpackungen mit anschließendem Brand

Gemäß KAS-32 sind bezogen auf Aerosolpackungen ausschließlich Brände zu unterstellen.

In den einzelnen Aerosolpackungen sind kleine Mengen an Druckgasen enthalten. Die Beschädigung einzelner Packungen führt damit bei einer Freisetzung nicht zu einer relevanten Ansammlung explosionsfähiger Gemische. Es kommt eher zu einem Abbrand der Palette.

Beim Be- und Entladen von Verpackungseinheiten mit Aerosolpackungen werden Aerosolpackungen beschädigt. Es wird unterstellt, dass eine Palette mit Aerosolpackungen brennt. Der Bereich des Brandes ist kleiner anzusetzen als der eines Lachenbrandes beim Auslaufen von entzündbarer Flüssigkeit aus einem IBC.

Dieses Szenario wird abgedeckt durch das in Abschnitt 4.3.1 beschriebene Szenario „Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten mit anschließendem Brand während des Be- und Entladens“ und daher im Folgenden nicht weiter behandelt.

4.3.4 Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens

Unter Berücksichtigung der Ausführungen im Kapitel 6 der Arbeitshilfe KAS-32 [11] wird Acrolein als Referenzstoff für akut toxische Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330 und H331 zugrunde gelegt (siehe Abschnitt 4.2).

Während des Be- oder Entladens von LKW wird gemäß KAS-18 [10] ein Gebinde (maximale Größe 10 l) mit akut toxischen Stoffen, festen bzw. flüssigen Stoffen, beschädigt und läuft vollständig aus.

Es wird angenommen, dass sich die Lache auf befestigtem Untergrund ungehindert ausbreitet. Der Untergrund ist in Beton bzw. Asphalt ausgeführt. Daher wird eine Lachenhöhe von 5 mm angenommen [17]. Daraus ergibt sich bei der freigesetzten Menge Acrolein von 0,010 m³ eine Lachenfläche von 2 m².

Die Berechnung der Verdampfungsrate erfolgt mit dem Modell nach Mackay-Matsugu mit dem Programm ProNuSs (Version 9.20.7). Die berechnete Verdampfungsrate beträgt 0,014 kg/s.

Der Transport der Verpackungen erfolgt manuell mittels Stapler oder Flurförderzeugen. Daher ist ein unmittelbares Erkennen der Leckage gegeben und es werden unmittelbar Maßnahmen zur Begrenzung der Leckage eingeleitet. Die Maßnahmen werden entsprechend Betriebsanweisung durch interne Leckageteams mit Hilfe der in den Havarieboxen vorgehaltenen Ausrüstung durchgeführt. Je nach Situation wird zusätzlich ein Spezialdienstleister hinzugezogen.

Die Zeit, bis die gesamte freigesetzte Menge von 10 l bzw. 8,4 kg Acrolein⁶ verdampft ist, beträgt 609 s. Es wird konservativ angenommen, dass die Zeit, in der die gesamte freigesetzte Menge verdampft ist, kürzer als die Zeit ist, in der die eingeleiteten

⁶ Die Dichte von Acrolein beträgt 840 kg/m³ (bei 20 °C, 1,013 bar) gemäß GESTIS-Stoffdatenbank (Zugriff am 02.04.2019).

Maßnahmen abgeschlossen sind. Daher wird die Zeit von 609 s in der Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegt.

4.3.5 Brand in einem Lagerabschnitt mit Freisetzung von Brandgasen über die RWA

Die Gefahrgutlagerung erfolgt in der Halle 2. Die Halle 2 ist in die Lagerabschnitte Hallen 2.1 bis 2.4 unterteilt. Die Trennwände zu den Hallen 1 und 3 sind als Brandwände ausgeführt [7]. Die Lagerabschnitte sind durch Brandwände untereinander abgetrennt [7]. Die feuerbeständigen Türen werden bei Brandalarm automatisch geschlossen bzw. sind außerhalb der Betriebszeiten geschlossen.

Eventuelle Kleinbrände bei Leckagen von entzündbaren Flüssigkeiten und Gasen während der Einlagerung können direkt mittels der vorhandenen Handfeuerlöcher gelöscht werden.

Die Hallen 1 bis 3 verfügen, soweit Ausnahmen nach dem Regelwerk für die Auslegung der Anlage nicht möglich sind, über eine flächendeckende ortsfeste, automatische Feuerlöschanlage (Sprinkleranlage). Die automatische Sprinkleranlage ist auf die Brandmeldeanlage mit Aufschaltung zur Feuerwehr aufgeschaltet. Die Auslegung der Sprinkleranlage erfolgt risikogerecht nach anerkannten Regeln der Technik, z. B. FM Global Regelwerk oder VdS CEA 4001, und des Lagergutes und der Nutzung. [7]

Es wird ein Brand in einem der Lagerabschnitte Hallen 2.1 bis 2.4 der Gefahrgutlagerung in Halle 2 mit anschließender Freisetzung der Brandgase über die Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA) betrachtet. Die Grundflächen der Hallen 2.2 bis 2.4 betragen jeweils ca. 1.290 m², die Grundfläche der Halle 2.1 ca. 3.870 m² [7]. Die Höhe der Hallen beträgt ca. 13,90 m. Es wird konservativ ein Brand in einer der Hallen 2.2 bis 2.4 betrachtet, da diese die kleineren Hallen sind und somit höhere Konzentrationen an Brandgasen zu erwarten sind.

Für das Logistikzentrum sind ausschließlich Stoffkategorien festgelegt, die gehandhabt werden sollen; es sind keine Festlegungen hinsichtlich konkreter Stoffe getroffen [1] [5]. Daher wird gemäß den Ausführungen in Abschnitt 4.1 des Leitfadens KAS-43 [12] eine Brandgaszusammensetzung auf Grundlage der Ausführungen im KAS-43 angenommen. Konservativ wird eine Brandgaszusammensetzung angenommen, die gemäß KAS-43 [12] bei einem Brand eines Pflanzenschutzmittellagers unter ungünstigen Bedingungen auftreten kann. Die entsprechende Brandgaszusammensetzung ist in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3. Brandgaszusammensetzung bei Pflanzenschutzmittellägern (Tabelle 6 im Leitfaden KAS-43 [12])

Brandgaskomponente	Ausbeute des Brandprodukte [mg/g]
Kohlenmonoxid	490
Cyanwasserstoff	25
Stickstoffdioxid	5
Chlorwasserstoff	257
Bromwasserstoff	177

Brandgaskomponente	Ausbeute des Brandprodukte [mg/g]
Fluorwasserstoff	52
Schwefeldioxid	800
Methylisocyanat	30

Es wird angenommen, dass in einer der Hallen 2.2 bis 2.4 ein Brand entsteht, der sich langsam vergrößert. Es wird angenommen, dass die Halle geschlossen und nahezu dicht ist. Durch die Volumenausdehnung des Gases wird ein Rauchgas/Luft-Gemisch aus der Halle austreten und hierdurch eine weitere Zuführung von Sauerstoff unterbunden. Der Sauerstoffgehalt nimmt im Brandverlauf kontinuierlich ab. Aufgrund der Wärmeentwicklung wird die Sprinkleranlage automatisch ausgelöst. Durch das Auslösen der Sprinkleranlage wird die RWA automatisch geöffnet und Brandalarm ausgelöst. Dieser wird über die Brandmeldeanlage automatisch zur Feuerwehr weitergeleitet. Die Feuerwehr führt dann die abschließenden Löscharbeiten durch. Durch das Öffnen der RWA wird Gas über die Rauchabzugsflächen der Halle in die Umgebung freigesetzt und gleichzeitig strömt Luft über Zuluftflächen nach.

Die Berechnung des Brandes erfolgt mit dem Modul „Brand in einem Gefahrstofflager“ des Programm ProNuSs (Version 9.20.7). Die Ausbreitung der Brandgase erfolgt als Neutralgas. Die Berechnung der Ausbreitung der Brandgase erfolgt gemäß VDI 3783 Blatt 1 [9].

Unter Berücksichtigung der Dokumentation zum Programm ProNuSs (Kapitel 5.7, Stand: 25.07.2018) [18] werden folgende in Tabelle 4 aufgeführte Eingangsparameter für die Berechnung des Brandes festgelegt.

Tabelle 4. Eingangsparameter für die Berechnung des Brandes unter Berücksichtigung der Dokumentation zum Programm ProNuSs (Kapitel 5.7, Stand: 25.07.2018) [18]

Eingangsparameter	Wert
Heizwert der Stoffe	20 MJ/kg (gemäß [18], typischer Heizwert)
Brandintensitätskoeffizient	0,0165 kW/m ² (gemäß [18], Flüssigkeitsverpackungen im Regal mit offenen Böden)
Auslösezeitpunkt der Sprinkleranlage	600 s (konservative Annahme unter Berücksichtigung von [18])
Interventionszeit der Feuerwehr	780 s (gemäß [18], normale Verhältnisse (z. B. Berufsfeuerwehr vorhanden/ Einsatzstelle übersichtlich)
Löschdauer der Feuerwehr	1800 s (konservative Annahme unter Berücksichtigung von [18])

Eingangsparameter	Wert
Rauch- und Wärmeabzugsanlage	
- Rauchabzugsfläche	6,5 m ² (gemäß Brandschutzkonzept [7])
- Durchflussbeiwert der Abluftfläche	0,56 (gemäß [18], angenommener Öffnungswinkel 45°)
- Zuluftfläche	6,5 m ² (gemäß Brandschutzkonzept [7])
- Durchflussbeiwert der Zuluftfläche	0,44 (gemäß [18], angenommener Öffnungswinkel 45°)

Es wird davon ausgegangen, dass es zu einem fortentwickelten Brand mit einer quadratischen Zunahme der Wärmefreisetzungsrate mit der Zeit kommt. Auf Grundlage des angenommenen Heizwerts der Stoffe wird die sich in Abhängigkeit von der sich verändernden Wärmefreisetzungsrate ergebende verändernde Abbrandrate berechnet. Aus den in Tabelle 4 angegebenen Eingangsparametern und der Brandberechnung ergeben sich folgende relevanten Werte für die Beschreibung des Brandes:

- Dauer des Brandes: 3.180 s (53 min)
(Ansprechen der Sprinkleranlage + Interventionszeit der Feuerwehr + Löschdauer der Feuerwehr)
- Abgebrannte Masse: ca. 560 kg
- Freisetzungszeit der Brandgase: 2.580 s
(Zeit nach Öffnen der RWA bis zum Ende des Brandes)

Die Freisetzungsrates der Brandgase ergibt aus der Multiplikation der in Tabelle 3 aufgeführten Brandgaszusammensetzung mit der sich verändernden Abbrandrate.

5 Berechnungsmethoden

5.1 Wärmestrahlungsberechnung

Die Berechnung der Wärmestrahlung wurde mit dem Programm ProNuSs 9 (Version 9.20.7) durchgeführt.

5.2 Ausbreitungsberechnung von Schadstoffen

Die Berechnung der Ausbreitung der Schadstoffe in der Luft, d. h. der Schadstoffkonzentrationen, die bei einer Freisetzung von Schadstoffen in die Luft in Abhängigkeit von der Entfernung vom Freisetzungsort auftreten, erfolgt gemäß VDI 3783 [9]. Für die Ausbreitungsrechnung wird das Programm ProNuSs (Version 9.20.7) verwendet.

Gemäß Leitfaden KAS-18 [10] und Arbeitshilfe KAS-32 [11] wurde die häufigste Wetterlage mit einer indifferenten Temperaturschichtung und ohne Inversion für die Berechnung zugrunde gelegt.

Für die Ausbreitungsrechnungen werden folgende Eingangsparameter angenommen:

- Rauigkeitslänge / Rauigkeitsklasse: $z_0 = 1,2 \text{ m} / 5$ (sehr rau, Stadt- und Waldgebiet; gemäß VDI 3783 Blatt 2 [9])
- Ausbreitungsgebiet der Schwergaswolke: Ausbreitungsgebiet I (Ebenes Gelände ohne Hindernisse; gemäß VDI 3783 Blatt 2 [9])
- Windgeschwindigkeit: 3 m/s (konservative Annahme gemäß KAS-18 [10])
- Mittlere Bebauungshöhe: 10 m

5.3 Beurteilungswerte

Wärmestrahlung

Für die Ermittlung der angemessenen Sicherheitsabstände im Sinne der §§ 3 (5c) und 50 BImSchG werden die Beurteilungswerte in Tabelle 5 herangezogen.

Tabelle 5. Beurteilungswerte für Auswirkungen von Wärmestrahlung.

Effekt	Beurteilungswert	Bemerkung
Wärmestrahlung	1,6 kW/m ²	Grenze des Beginns nachteiliger Wirkungen für Menschen Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [10]

Schadstoffkonzentrationen

Für die Ermittlung der angemessenen Sicherheitsabstände im Sinne der §§ 3 (5c) und 50 BImSchG werden die Beurteilungswerte in Tabelle 3 herangezogen.

Tabelle 6. Beurteilungswerte für Auswirkungen von Schadstoffkonzentrationen.

Stoff	Beurteilungswert [ppm]	Bemerkung
Acrolein	0,15 [13]	ERPG-2-Wert ⁷ Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [10]
Kohlenmonoxid	350 [13]	ERPG-2-Wert ⁷ Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [10]
Cyanwasserstoff	10 [13]	ERPG-2-Wert ⁷ Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [10]
Stickstoffdioxid	15 [13]	ERPG-2-Wert ⁷ Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [10]
Chlorwasserstoff	20 [13]	ERPG-2-Wert ⁷ Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [10]
Bromwasserstoff	20 (in Analogie zu Chlorwasserstoff)	ERPG-2-Wert ⁷ Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [10]
Fluorwasserstoff	20 [13]	ERPG-2-Wert ⁷ Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [10]
Schwefeldioxid	3 [13]	ERPG-2-Wert ⁷ Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [10]
Methylisocyanat	0,25[13]	ERPG-2-Wert ⁷ Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [10]

Die in Tabelle 3 genannten Beurteilungswerte sind folgendermaßen definiert:

Der **ERPG 2-Wert** ist die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, dass innerhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne dass sie unter irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen oder Symptomen leiden

⁷ ERPG: Emergency Response Protection Guideline

bzw. solche entwickeln, die die Fähigkeit einer Person beeinträchtigen könnten, Schutzmaßnahmen zu ergreifen.⁸

⁸ Zusammenstellung und Interpretation der bisher bekannten lufthygienischen Grenz-, Richt-, Orientierungs- und Toxizitätswerte, SFK-GS-17 der Störfall-Kommission, 10. Oktober 1998

6 Auswirkungsbetrachtung und Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes

6.1 Allgemeines

Auf Basis der in Abschnitt 4.3 ausgewählten Szenarien werden Auswirkungsbetrachtungen zur Ermittlung des angemessenen Abstands im Sinne des § 50 BImSchG durchgeführt. Dabei werden die auftretende Wärmestrahlung und die Konzentrationen der freigesetzten Stoffe in der Luft betrachtet.

Die Beurteilungswerte für die Auswirkungen sind in Abschnitt 5.3 zusammengestellt.

6.2 Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten während des Be- und Entladens mit anschließendem Brand

Auf Basis des Szenarios „Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten mit anschließendem Brand während des Be- und Entladens“ (vgl. Abschnitt 4.3.1) wurde eine Berechnung der Wärmestrahlung durchgeführt. In Tabelle 7 sind die wesentlichen Eingangsparameter zusammengestellt.

Tabelle 7. Eingangsparameter für die Wärmestrahlungsberechnung für das Szenario „Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten mit anschließendem Brand während des Be- und Entladens“.

Eingangsparameter	Wert
Stoff	Cyclohexan
Brandfläche	200 m ² (Lachenfläche, vgl. Abschnitt 4.3.1)
Berechnungsmodell	Zylinderstrahlungsmodell
Strahlungsintensität	100 kW/m ² (gemäß KAS-18)
Modell für die Einstrahlzahl	Seeger (gemäß KAS-18)
Modell für die Flammenhöhe	Thomas/Moorhouse (gemäß KAS-18)

Die folgende Abbildung 1 zeigt die Wärmestrahlung für das Szenario „Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten während des Be- und Entladens mit anschließendem Brand“ in Abhängigkeit von der Entfernung (gemessen vom Rand der Brandfläche).

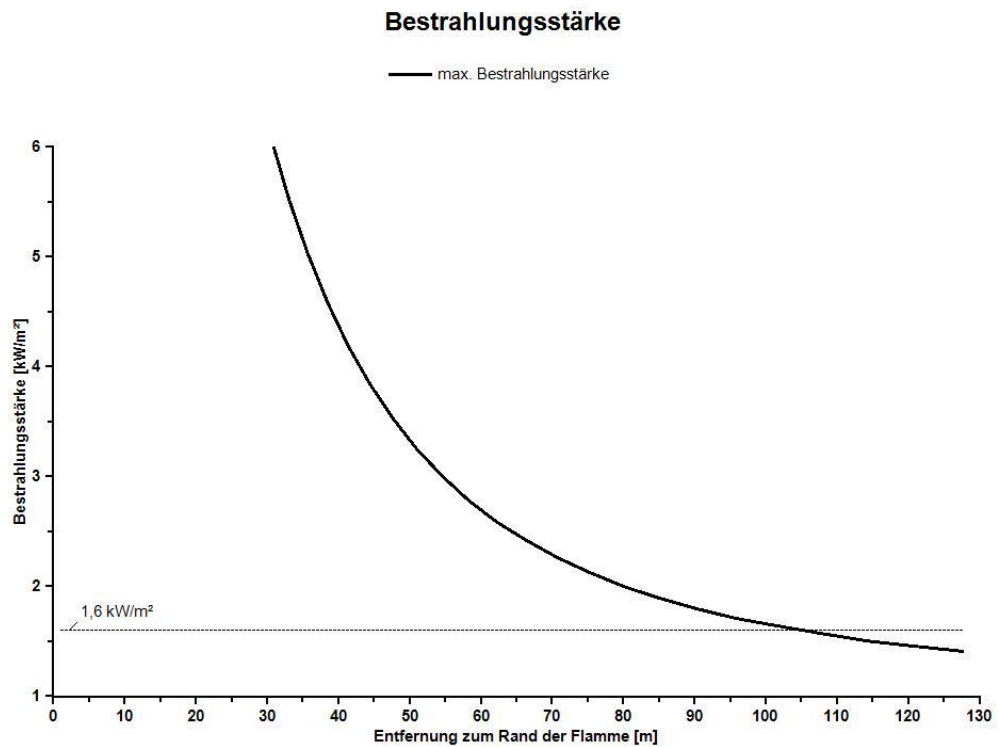


Abbildung 1. Wärmestrahlung für das Szenario „Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten während des Be- und Entladens mit anschließendem Brand“ in Abhängigkeit von der Entfernung (gemessen vom Rand der Brandfläche).

Der Beurteilungswert gemäß Leitfaden KAS-18 [10], die Grenze des Beginns nachteiliger Wirkungen für Menschen, von $1,6 \text{ kW/m}^2$ wird in einer Entfernung von ca. 105 m (gemessen vom Rand der Brandfläche) unterschritten.

Der Abstand, der sich aus der Berechnung der Wärmestrahlung ergibt, beträgt demnach gerundet 110 m.

6.3 Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens

Auf Basis des in Abschnitt 4.3.4 beschriebenen Szenarios „Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens“ wurde eine Ausbreitungsrechnung gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1/2 [9] durchgeführt. Die Ausbreitungsrechnung erfolgt durch Kopplung der Schwergasausbreitung gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 mit der Neutralgasausbreitung gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1. Acrolein breitet sich zunächst als Schwergas und ab dem Rande der Schwergaswolke als Neutralgas. Der Übergangspunkt stellt den Kopplungspunkt dar. In Tabelle 8 sind die wesentlichen Eingangsparameter zusammengestellt.

Tabelle 8. Eingangsparameter für die Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens“.

Eingangsparameter	Wert
Stoff	Acrolein
Freisetzungsmenge	10 l
Lachenfläche	2 m ²
Lachenhöhe	5 mm
Untergrund der Lache	Beton
Verdampfungsrate	0,014 kg/s (Berechnung mit ProNuSs)
Verdampfungszeit	609 s (Berechnung aus Verdampfungsrate und freigesetzter Menge)
Quellhöhe	0 m (Lache auf dem Boden)
Aufpunkthöhe	2 m
Rauigkeitslänge / Rauigkeitsklasse gemäß VDI 3783 Blatt 2 [9]	$z_0 = 1,2 \text{ m} / 5$ (sehr rau, Stadt- und Waldgebiet)
Ausbreitungsgebiet der Schwergaswolke gemäß VDI 3783 Blatt 2 [9]	Ausbreitungsgebiet I (Ebenes Gelände ohne Hindernisse)

Die folgende Abbildung 2 zeigt den Konzentrationsverlauf für das Szenario „Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens“ in Abhängigkeit von der Entfernung.

Acrolein-Gebinde 10 l / Windgeschwindigkeit 3 m/s

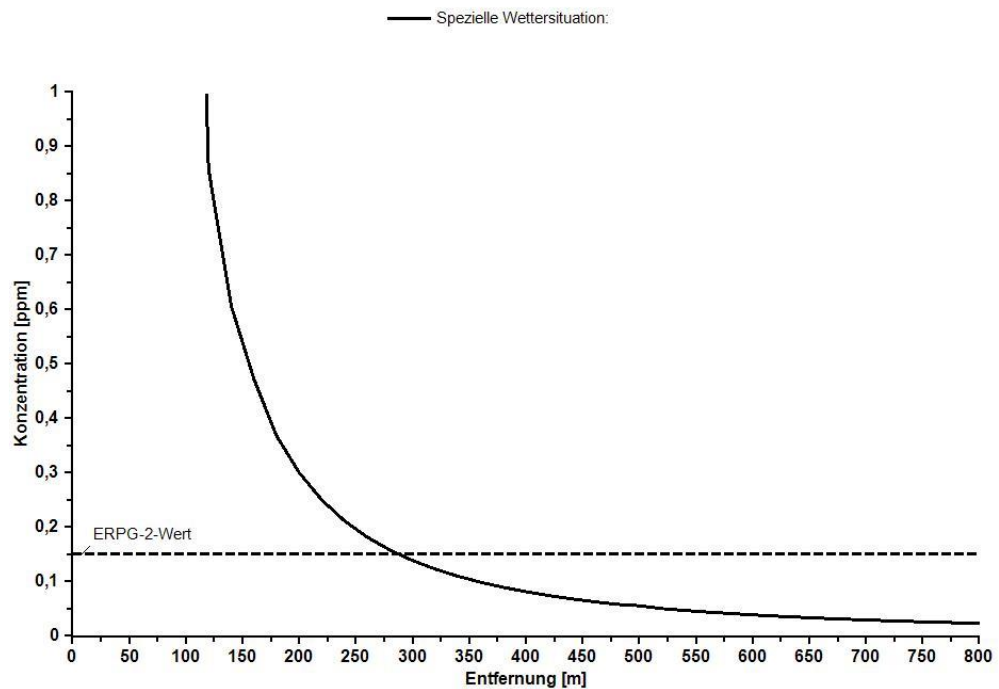


Abbildung 2. Konzentrationsverlauf für das Szenario „Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens“ in Abhängigkeit von der Entfernung.

Der Beurteilungswert gemäß Leitfaden KAS-18 [10], der ERPG 2-Wert von 0,15 ppm, wird in einer Entfernung von ca. 288 m unterschritten.

Der Abstand, der sich aus der Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Acrolein/ Freisetzung während des Be- und Entladens“ ergibt, beträgt demnach 290 m.

6.4 Brand in einem Lagerabschnitt mit Freisetzung von Brandgasen über die RWA

Auf Basis des in Abschnitt 4.3.5 beschriebenen Szenarios „Brand in einem Lagerabschnitt mit Freisetzung von Brandgasen über die RWA“ wurde eine Brandgasberechnung mit anschließender Ausbreitungsrechnung der Ausbreitung der Brandgase als Neutralgas gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1/2 [9] durchgeführt. In Tabelle 9 sind die wesentlichen Eingangsparameter zusammengestellt.

Tabelle 9. Eingangsparameter für die Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Brand in einem Lagerabschnitt mit Freisetzung von Brandgasen über die RWA“.

Eingangsparameter	Wert
Heizwert der Stoffe	20 MJ/kg (gemäß [18], typischer Heizwert)
Brandintensitätskoeffizient	0,0165 kW/m ² (gemäß [18], Flüssigkeitsverpackungen im Regal mit offenen Böden)
Auslösezeitpunkt der Sprinkleranlage	600 s (konservative Annahme unter Berücksichtigung von [18])
Interventionszeit der Feuerwehr	780 s (gemäß [18], normale Verhältnisse (z. B. Berufsfeuerwehr vorhanden/ Einsatzstelle übersichtlich))
Löschdauer der Feuerwehr	1800 s (konservative Annahme unter Berücksichtigung von [18])
Rauch- und Wärmeabzugsanlage	
- Rauchabzugsfläche	6,5 m ² (gemäß Brandschutzkonzept [7])
- Durchflussbeiwert der Abluftfläche	0,56 (gemäß [18], angenommener Öffnungswinkel 45°)
- Zuluftfläche	6,5 m ² (gemäß Brandschutzkonzept [7])
- Durchflussbeiwert der Zuluftfläche	0,44 (gemäß [18], angenommener Öffnungswinkel 45°)
Quellhöhe	13,90 m (Höhe des Dachs, Austrittsöffnung der RWA; Berechnung ohne Überhöhung)
Freisetzungszeit der Brandgase	2.580 s (Zeit nach Öffnen der RWA bis zum Ende des Brandes)
Aufpunkthöhe	2 m
Rauigkeitslänge / Rauigkeitsklasse gemäß VDI 3783 Blatt 2 [9]	$z_0 = 1,2 \text{ m} / 5$ (sehr rau, Stadt- und Waldgebiet)

Die Ausbreitungsrechnung ergibt, dass ausschließlich die Konzentration der Komponente Schwefeldioxid des Brandgases den ERPG2-Wert überschreitet. Die Konzentrationen der anderen in Tabelle 3 aufgeführten Komponenten des Brandgases erreichen den jeweiligen ERPG2-Wert nicht.

Die folgende Abbildung 3 zeigt den Konzentrationsverlauf für das Szenario „Brand in einem Lagerabschnitt mit Freisetzung von Brandgasen über die RWA“ in Abhängigkeit von der Entfernung für die Komponente Schwefeldioxid des Brandgases.

Lagerbrand Halle 2.2 Pflanzenschutzmittel Schwefeldioxid

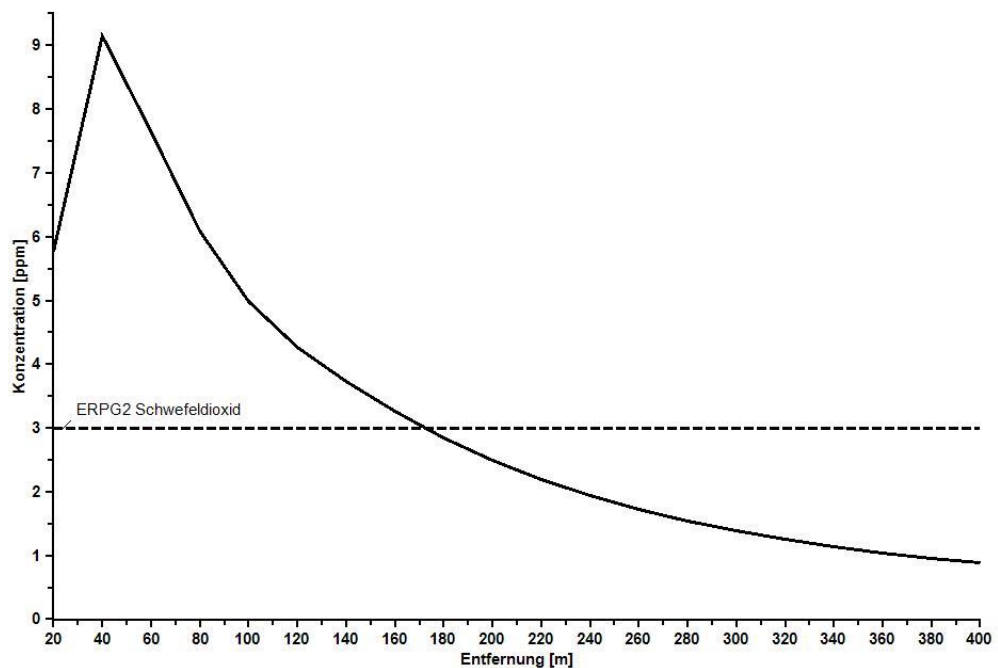


Abbildung 3. Konzentrationsverlauf für das Szenario „Brand in einem Lagerabschnitt mit Freisetzung von Brandgasen über die RWA“ in Abhängigkeit von der Entfernung für die Komponente Schwefeldioxid des Brandgases.

Der Beurteilungswert gemäß Leitfaden KAS-18 [10], der ERPG 2-Wert von 3 ppm, wird in einer Entfernung von ca. 173 m unterschritten.

Der Abstand, der sich aus der Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Brand in einem Lagerabschnitt mit Freisetzung von Brandgasen über die RWA“ ergibt, beträgt demnach 175 m.

6.5 Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstands

Die größten der im Rahmen der Auswirkungsbetrachtungen für die abdeckenden Szenarien gemäß KAS-18 [10] ermittelten Abstände stellen die angemessenen Sicherheitsabstände im Sinne der §§ 3 (5c) und 50 BImSchG dar.

Gemäß Ausführungen in den Abschnitten 6.2 bis 6.3 ergeben sich folgende angemessene Sicherheitsabstände im Sinne der §§ 3 (5c) und 50 BImSchG:

- Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten mit anschließendem Brand während des Be- und Entladens 110 m
- Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens 290 m
- Brand in einem Lagerabschnitt mit Freisetzung von Brandgasen über die RWA 175 m

Die Grundlage für die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes ist das Szenario der Freisetzung eines Stoffes aus einem beschädigten Gebinde. Acrolein wurde als Referenzstoff für akut toxische Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330 und H331 ausgewählt. Der für Acrolein ermittelte angemessene Sicherheitsabstand bezieht sich auf Bereiche, in denen Gebinde mit akut toxischen Stoffen gehandhabt werden.

Gebinde mit akut toxischen Stoffen werden über die Rampen auf der Westseite der Halle 2 transportiert. Eine Ausbreitung des Referenzstoffs Acrolein im Bereich vor den Rampen ist nicht auszuschließen. Der entsprechende Abstand ist daher von der westlichen Betriebsgrenze und von den Linien in der Verlängerung der Wände der Halle 2 zu messen.

Der für brennbare Flüssigkeiten ermittelte angemessene Sicherheitsabstand bezieht sich auf Bereiche, in denen Gebinde mit brennbaren Flüssigkeiten gehandhabt werden.

Gebinde mit brennbaren Flüssigkeiten werden über die Rampen auf der Westseite der Halle 2 transportiert. Eine Ausbreitung der Flüssigkeiten im Bereich vor den Rampen ist nicht auszuschließen. Eine Ausbreitung des Referenzstoffs Acrolein im Bereich vor den Rampen ist nicht auszuschließen. Der entsprechende Abstand ist daher von der westlichen Betriebsgrenze und von den Linien in der Verlängerung der Wände der Halle 2 zu messen. Dieser wird von dem ermittelten angemessenen Sicherheitsabstand für die Freisetzung von akut toxischen Stoffen abgedeckt.

Aerosolpackungen werden über die Rampen auf der Westseite der Halle 2 transportiert. Die für brennbare Flüssigkeiten ermittelten Abstände gelten auch für Aerosolpackungen. Der entsprechende Abstand ist analog zum Abstand für die Gebinde mit brennbaren Flüssigkeiten zu messen. Dieser wird von dem ermittelten angemessenen Sicherheitsabstand für die Freisetzung von akut toxischen Stoffen abgedeckt.

Brandgase werden über die RWA der Halle 2 freigesetzt. Der entsprechende Abstand ist von den Öffnungen der RWA der Halle 2 zu messen. Dieser wird von dem ermittelten angemessenen Sicherheitsabstand für die Freisetzung von akut toxischen Stoffen abgedeckt.

7 Abschließende Bewertung

Entsprechend Abschnitt 6.5 wurde der folgende abdeckende Sicherheitsabstand ermittelt:

- Freisetzung von akut toxischen Stoffen während des Be- und Entladens 290 m

Die Grundlage für die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes ist das Szenario der Freisetzung eines Stoffes aus einem beschädigten Gebinde. Acrolein wurde als Referenzstoff für akut toxische Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330 und H331 ausgewählt. Der für Acrolein ermittelte angemessene Sicherheitsabstand bezieht sich auf Bereiche, in denen Gebinde mit akut toxischen Stoffen gehandhabt werden.

Gebinde mit akut toxischen Stoffen werden über die Rampen auf der Westseite der Halle 2 transportiert. Eine Ausbreitung des Referenzstoffs Acrolein im Bereich vor den Rampen ist nicht auszuschließen. Der entsprechende Abstand ist daher von der westlichen Betriebsgrenze und von den Linien in der Verlängerung der Wände der Halle 2 zu messen.

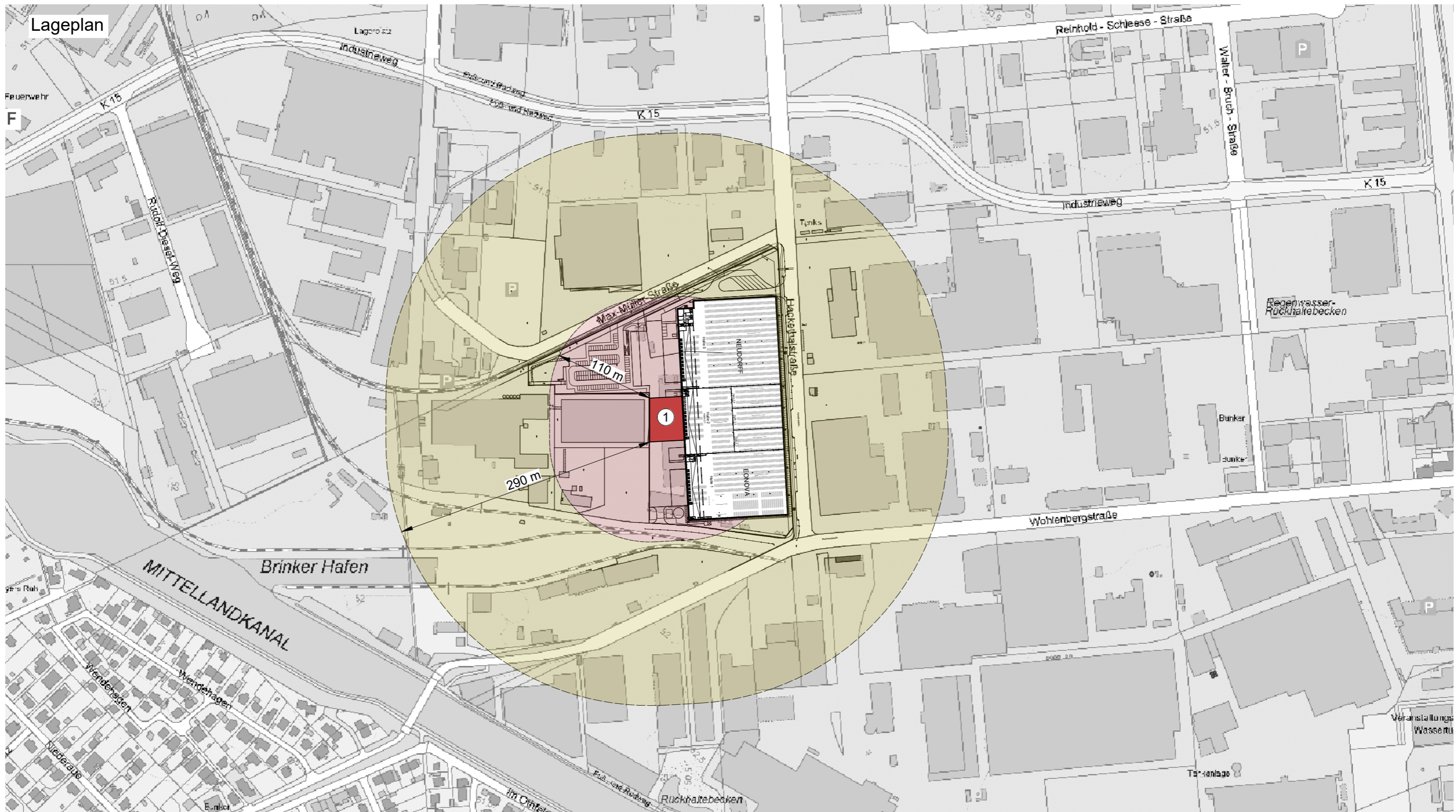
Innerhalb der Bereiche des angemessenen Sicherheitsabstands befinden sich keine schutzbedürftigen Nutzungen im Sinne des Leitfadens KAS-18.

Im Anhang ist ein Umgebungsplan beigefügt, in dem die angemessene Sicherheitsabstände dargestellt sind.

Wenn Stoffe mit den Gefahrenhinweisen H330 und H331 in Gebinden größer als 10 l gehandhabt werden sollen, ist für den jeweiligen Stoff und die geplante maximale Gebindegröße eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. In dieser ist nachzuweisen, dass der ermittelte angemessene Sicherheitsabstand von 290 m für den jeweiligen Stoff und die geplante maximale Gebindegröße eingehalten wird.

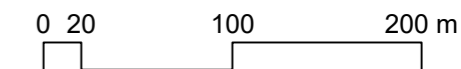
Dr. Peter Pollmeier
(Sachverständiger nach § 29b BImSchG)

Anhang



Legende

- 1 Fläche brennbare Flüssigkeiten und akut toxische Stoffe
- Abstand brennbare Flüssigkeiten
- Abstand akut toxische Stoffe



Logistikzentrum Rhenus SE & Co. KG / Brinker Hafen Hannover				MÜLLER-BBM	
Gutachten zur Ermittlung eines angemessenen Sicherheitsabstandes im Sinne des §50 BImSchG - Lageplan, Darstellung der Abstände					
Umwelt Fachbereich	M146 712/01 Bericht	plm/zgl Sachbearbeiter/Zeichner	1:4000 Maßstab	2019/09/12 Datum	Anhang, Seite 1 Plan