

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.com

Telefon +49(40)692145 [REDACTED]
[REDACTED]@mbbm.com

19. Januar 2016
M121348/03 PLM/DNI

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

**CPS Conpac Port Service GmbH,
Indiastraße 5, Hamburg**

Bericht Nr. M121348/03

Auftraggeber: Freie und Hansestadt Hamburg,
vertreten durch die Behörde für
Stadtentwicklung und Wohnen

Bearbeitet von: [REDACTED]
(Sachverständiger nach § 29a BImSchG)
[REDACTED]

Berichtsumfang: Insgesamt 31 Seiten Textteil,
1 Anhang

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

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

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Aufgabenstellung	5
3	Grundlagen	6
4	Beteiligte Personen	7
5	Kurzbeschreibung des Betriebsbereichs	8
6	Auswahl des Szenarios	9
6.1	Randbedingungen für die Auswahl	9
6.2	Ableitung der Szenarien	9
6.3	Ausgewählte Szenarien	14
6.3.1	Acrolein	14
6.3.2	Chlor	16
7	Berechnungsmethoden	21
7.1	Ausbreitungsberechnung von Schadstoffen	21
7.2	Beurteilungswerte	21
8	Auswirkungsbetrachtung und Ermittlung des angemessenen Abstandes	22
8.1	Allgemeines	22
8.2	Acrolein/Freisetzung während des Packens oder Entladens	22
8.3	Acrolein/Freisetzung im Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten	24
8.4	Chlor/Freisetzung in der Gitterbox	26
8.5	Chlor/Freisetzung auf der gesonderten Containerstellfläche	28
8.6	Ermittlung des angemessenen Abstands	30
9	Abschließende Bewertung	31

1 Zusammenfassung

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens wurde das Gefährdungspotenzial des Betriebsbereichs der CPS Conpac Port Service GmbH (CPS Conpac), Indiastraße 5, Hamburg, bestimmt und daraus der angemessene Abstand im Sinne des § 50 BImSchG unter Anwendung des Leitfadens KAS-18 (Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG) zu schutzbedürftigen Nutzungen ermittelt.

Entsprechend den Genehmigungsbescheiden dürfen alle Gefahrgutklassen mit Ausnahme der Klasse 1 (Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff)¹, Klasse 6.2 (Ansteckungsgefährliche Stoffe) und Klasse 7 (Radioaktive Stoffe) gehandhabt werden.

Es gibt keine weiteren Einschränkungen hinsichtlich der Stoffe.

Entsprechend den Ausführungen im Abschnitt 7 der Arbeitshilfe KAS-32 [12] werden daher folgende Stoffe als Referenzstoffe zugrunde gelegt:

- Für Flüssigkeiten: Acrolein
- Für Gase: Chlor

Als Szenarien wurde folgende angenommen:

- Leckage eines Gebindes mit Acrolein während des Packens oder Entladens im Packbereich
- Leckage eines Gebindes mit Chlor während des Packens im Packbereich oder Entladens im Entladebereich
- Leckage eines Gebindes mit Acrolein im Gefahrgutraum
- Leckage eines Gebindes mit Chlor in der Gitterbox
- Leckage eines Gebindes innerhalb eines geschlossenen Gefahrgutcontainers

Dieses Szenario ist an folgenden Orten möglich:

- Packbereich, in dem Container gepackt werden
- Gesonderte Containerstellfläche (Hier werden keine Gefahrgutcontainer mit Acroleingebinden abgestellt.)

Es wurden folgende abdeckende Szenarien (siehe Abschnitt 6.3) betrachtet:

- Acrolein/Freisetzung während des Packens oder Entladens
- Acrolein/Freisetzung im Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten
- Chlor/Freisetzung in der Gitterbox
- Chlor/Freisetzung auf der gesonderten Containerstellfläche

¹ außer Klasse 1.4 S (direkter Umschlag)

Es wurden folgende abdeckende angemessene Abstände ermittelt (siehe Abschnitt 8):

- Acrolein 725 m
- Chlor 545 m

2 Aufgabenstellung

Die CPS Conpac Port Service GmbH (CPS Conpac), Indiastraße 5, Hamburg, ist ein Betriebsbereich, der unter die Grundpflichten der Störfallverordnung (12. BImSchV) fällt.

Für den genannten Betriebsbereich soll der angemessene Abstand gemäß den Empfehlungen des Leitfadens KAS-18 „Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG" gutachterlich ermittelt werden.

Im Rahmen des Gutachtens soll das Gefährdungspotenzial des Betriebsbereichs bestimmt und daraus der angemessene Abstand im Sinne des § 50 BImSchG unter Anwendung des Leitfadens KAS-18 (Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG) zu schutzbedürftigen Nutzungen ermittelt werden.

3 Grundlagen

Für die Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Unterlagen bzw. Informationen verwendet:

- [1] Außenanlagen Leitungs- und Höhenplan (Zeichn. Nr. 09101 A 100c, Stand: 24.06.2002)
- [2] Außenanlagen Einzugsflächen (Zeichn. Nr. 09101 A 101a, Stand: 25.04.2002)
- [3] Teil-Grundriss Gefahrgut – Halle 1 (Zeichn. Nr. 09101 A 103b, Stand: 22.04.2002)
- [4] Genehmigungsbescheid ((Az.: K 131-90/02) vom 29. August 2002)
- [5] Ergänzende Informationen zu diversen Punkten (Schreiben des Rechtsanwalts vom 13.08.2015, mit der E-Mail der BSW vom 13.08.2015 erhalten)
- [6] Ergänzende Information zum Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten (E-Mails von CPS Conpac vom 26. und 27. August 2015)
- [7] Ergänzende Informationen zu diversen Punkten (E-Mail des Rechtsanwalts vom 18.11.2015, mit der E-Mail der BSW vom 19.11.2015 erhalten)
- [8] Ergänzende Informationen zu diversen Punkten (E-Mail des Rechtsanwalts vom 09.12.2015)
- [9] Containerhandbuch des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV), 2015
- [10] VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1: Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen – Sicherheitsanalyse/Blatt 2: Ausbreitung von Störfallbedingten Freisetzungen schwerer Gase – Sicherheitsanalyse
- [11] 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“
- [12] Arbeitshilfe der Kommission für Anlagensicherheit KAS-32 (November 2014) „Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18“
- [13] Current ERPG® Values (2015) aus dem ERPG/WEEL Handbook der AIHA Guideline Foundation (Zusammenstellung von ERPG-Werten)
- [14] TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722 – Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre – Technische Regeln für Betriebssicherheit/Gefahrstoffe (TRBS/TRGS) – Ausgabe: März 2012 (GMBI. Nr. 22 vom 03.05.2012, S. 398)
- [15] 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, Fassung vom 17. April 2015 (BGBl. II Nr. 13 vom 08.05.2015, S. 504 – Anlageband) und Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID) – Fassung vom 1. Januar 2007 (Anlageband zu BGBl. II Nr. 12 vom 05.06.2008; 18.08.2008, S. 899; 14.11.2008, S. 1334; 29.10.2009, S. 1188;

22.12.2009, S. 1290; Anlageband zum BGBl. II Nr. 32 vom 17.11.2010, ber. 02.03.2012, S. 168; 09.11.2012, S. 1338, Anlageband Nr. 35, ber. 2013, S. 562; 31.10.2014, S. 890 – Anlageband) Stand 2015

- [16] Statuspapier „Quelltermberechnung bei störungsbedingten Stoff- und Energiefreisetzungen in der Prozessindustrie – Methodenübersicht und industrielle Anwendung“, DECHEMA, 2. aktualisierte Auflage, Juni 2014
- [17] Lüftungsuntersuchungen des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) und der Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW) (Zugriff auf die Internetseite am 04.09.2015, <http://www.dguv.de/ifa/Praxishilfen/Gefahrenschwerpunkt-Frachtcontainer/Schutzmaßnahmen/Lüftung/index.jsp>)

Daneben wurden folgende Gespräche bzw. Vor-Ort-Termine durchgeführt:

- [18] Vor-Ort-Termin auf dem Gelände der CPS Conpac Port Service GmbH (CPS Conpac), Indiastraße 5, zur Besichtigung des Betriebsgeländes und mit Gespräch mit dem Betreiber zusammen mit der BUE und der BSW zur Abstimmung bzw. Erläuterung der Vorgehensweise am 14.07.2015

4 Beteiligte Personen

Im Rahmen der Erstellung des Sachverständigengutachtens wurden neben den Unterzeichnern keine weiteren Personen bei der Bearbeitung hinzugezogen.

5 Kurzbeschreibung des Betriebsbereichs

Das Betriebsgelände der CPS Conpac Port Service GmbH (CPS Conpac) befindet sich in der Indiastraße 5, Hamburg.

Die Infrastruktur der CPS Conpac umfasst im Wesentlichen die Betriebsflächen und das Betriebsgebäude. Gefahrgutlagerung erfolgt innerhalb und außerhalb des Betriebsgebäudes.

Zur technischen Ausrüstung zählen verschiedene Flurförderfahrzeuge zum Transport von Containern und Gütern.

Die Aktivitäten umfassen im Wesentlichen das Packen von Containern, die Zwischenlagerung von Voll- und Leercontainern, die Lagerung von Gütern aller Art, Kommissionierung, Kühlgutumschlag und Gefahrgutumschlag und -lagerung.

Gehandhabte Gefahrgutklassen

Die in Tabelle 1 aufgeführten Gefahrgutklassen werden bei CPS Conpac gehandhabt:

Tabelle 1. Bei CPS Conpac gehandhabte Gefahrgutklassen.

Gefahrgutklasse	Beschreibung
Klasse 1	Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff (nur Klasse 1.4 S (direkter Umschlag))
Klasse 2	Gase
Klasse 3	Entzündbare Flüssigkeiten
Klasse 4	Entzündbare feste Stoffe, selbstzersetzliche Stoffe
Klasse 5	Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe
Klasse 6	Giftige und ansteckungsgefährliche Stoffe Mit Ausnahme der Klasse 6.2 (Ansteckungsgefährliche Stoffe)
Klasse 8	Ätzende Stoffe
Klasse 9	Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände

6 Auswahl des Szenarios

6.1 Randbedingungen für die Auswahl

Für die Auswahl des Szenarios zur Ermittlung des angemessenen Abstandes im Sinne des § 50 BImSchG werden die im Kapitel 3.2 des Leitfadens KAS-18 [11] aufgeführten Empfehlungen für die Vorgehensweise als Randbedingungen berücksichtigt. Die wesentlichen Randbedingungen 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 Bauleitplanung² 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.

6.2 Ableitung der Szenarien

Die Ableitung der Szenarien gemäß Leitfaden KAS-18 [11] erfolgt auf Basis der während des Vor-Ort-Termins [18] gewonnenen Erkenntnisse und der Auswertung erhaltener Informationen und Unterlagen.

Vom Betreiber wurden auf Nachfrage des Gutachters Planungen zu zukünftigen Entwicklungen mitgeteilt [7]. Gemäß den Planungen sollen zukünftig ein Getränkedosenumschlag, ein Umschlag von Feuerwerkskörpern und eine Tankcontainerlagerung erfolgen. Der Getränkedosenumschlag ist nicht relevant für die Ermittlung angemessener Abstände. Die anderen mitgeteilten Planungen sind für die detaillierte Ableitung von Szenarien nicht hinreichend konkret. Daher werden diese Planungen bei den Überlegungen hinsichtlich auszuwählender Szenarien nicht berücksichtigt.

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

Entsprechend den Genehmigungsbescheiden dürfen alle Gefahrgutklassen mit Ausnahme folgender Klassen gehandhabt werden:

Gefahrgutklasse	Beschreibung
Klasse 1 (außer Klasse 1.4 S (direkter Umschlag))	Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff
Klasse 6.2	Ansteckungsgefährliche Stoffe
Klasse 7	Radioaktive Stoffe

² Im Leitfaden KAS-18 wird der Begriff „Landuse-planning“ verwendet.

Es gibt keine weiteren Einschränkungen hinsichtlich der Stoffe. [4], [18]

Entsprechend den Ausführungen im Abschnitt 7 der Arbeitshilfe KAS-32 [12] werden daher folgende Stoffe als Referenzstoffe zugrunde gelegt:

- Für Flüssigkeiten: Acrolein
- Für Gase: Chlor

Der Referenzstoff Acrolein für Flüssigkeiten wurde von der KAS ausgewählt, weil für ihn aufgrund seines sehr niedrigen ERPG-2-Wertes von 0,15 ppm im Leitfaden KAS-18 [11] der größte Achtungsabstand ermittelt wurde. Der Referenzstoff Chlor für Gase wurde von der KAS aufgrund seines hohen Dampfdrucks, seiner Toxizität und seines häufigen Einsatzes als Grundstoff in der Industrie ausgewählt.

Handhabung der Gefahrgüter und der Container

Die Entladung der LKW und Container erfolgt im Entladebereich des Betriebsgebäudes mittels Flurförderfahrzeugen und Stapler. LKW werden an der Rampe entladen. Gefahrgüter werden in zugelassenen Transportgebinden mittels LKW angeliefert. Das Entladen von Gefahrgütern der Klassen 6.1 (giftige Stoffe) erfolgt, abweichend von den obigen Ausführungen, im Packbereich des Betriebsgebäudes. [5], [18]

Die Transportgebinde werden im Betriebsgebäude zwischengelagert. [4], [18]

Die Gefahrguträume sind durch feuerbeständige Wände (F90) untereinander und vom großen Lagerbereich abgetrennt. Die Gefahrgüter werden getrennt nach Gefahrenpotenzial in verschiedenen Bereichen separat gelagert. Insbesondere folgende Gefahrgüter werden in separaten Gefahrguträumen gelagert:

- Klasse 2.1 (Entzündbare Gase) und 2.2 (Nichtentzündbare, ungiftige Gase)
- Klasse 3 (Entzündbare Flüssigkeiten)
- Klasse 4.3 (Stoffe, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln)
- Klasse 5.1 (Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe)
- Klasse 6.1 (Giftige Stoffe)

Die Gefahrgutklassen 4.1, 8 und 9 werden im großen Lagerbereich gelagert.

Die Gefahrgutklasse 2.3 (giftige Gase) wird im Freien gelagert.

Diese gelagerten Transportgebinde werden anschließend auf LKW verladen oder in Container gepackt. Es werden 20'- und 40'-Gefahrgutcontainer³ gehandhabt.

Das Packen der Container erfolgt im Freien im Packbereich.

Die fertig gepackten Container bleiben im Packbereich stehen, wenn die Container spätestens am anderen Tag abgeholt werden. Wenn die Container länger auf dem Betriebsgelände abgestellt werden müssen, werden diese auf einer gesonderten Containerstellfläche abgestellt.

³ 20' = 20 Fuß, 40' = 40 Fuß; 1 Fuß = 30,48 cm

Die Abholung der Container erfolgt mittels LKW.

Anzunehmende maximal mögliche Größe der Transportgebinde

Entsprechend den Ausführungen im Abschnitt 7 der Arbeitshilfe KAS-32 [12] ist als maximal mögliche Größe der Transportgebinde die genehmigungsrechtlich zulässige maximale Gebindegröße anzunehmen.

Die maximal mögliche Größe der Transportgebinde für Acrolein (UN 1092) und Chlor (UN 1017) ergibt sich aus folgenden Überlegungen:

- Gemäß Verpackungsanweisung P 601 beträgt das größte zulässige Volumen eines Transportgebindes für Acrolein 125 l [15]. Daher wird bezogen auf Acrolein für die weiteren Betrachtungen als maximal mögliche Gebindegröße 125 l festgelegt.
- Für Chlor gilt die Verpackungsanweisung P 200. Hinsichtlich der maximalen Gebindegröße macht diese Verpackungsanweisung keine Vorgaben [15]. Recherchen bei verschiedenen Gaselieferanten ergaben für Chlor Gebindegrößen bis maximal 1.000 kg. Daher wird bezogen auf Chlor für die weiteren Betrachtungen als maximal mögliche Gebindegröße 1.000 kg festgelegt.

Vorstellbare Szenarien

Nachfolgend sind die Überlegungen dargestellt, welche Szenarien vorstellbar sind:

- Während des Entladens vom LKW und Containern und anschließendem Einlagern von Gebinden ist eine Leckage eines Gebindes durch eine Beschädigung möglich. Der Boden des großen Lagerbereichs ist als Auffangwanne ausgebildet. Die Flächen der Gefahrguträume sind mit Ausnahme des Gefahrgutraums für die Klasse 3 als Ableitfläche mit Gefälle in Richtung des großen Lagerbereichs ausgebildet. Der Boden des Gefahrgutraums für die Klasse 3 ist als eigenständige Auffangwanne ausgeführt. Die freigesetzte Flüssigkeit breitet sich ungehindert auf dem Boden der Halle oder im jeweiligen Gefahrgutraum als Lache aus, aus der eine Verdampfung erfolgt. 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, insbesondere Vollmaske mit verschiedenen Filtern, eine mobile Auffangwanne für Gebinde und Überfässer sowie Bindemittel werden im Betriebsgebäude vorgehalten [5], [18]. Die Ausbreitung einer Lache kann begrenzt werden. Eventuelle Kleinbrände bei Leckagen von entzündbaren Flüssigkeiten und Gasen während der Einlagerung können direkt mittels der vorhandenen Handfeuerlöcher gelöscht werden. Ein Szenario beim Einlagern ist nicht zu unterstellen.
- Entzündbare Flüssigkeiten werden in einem separaten Gefahrgutraum gelagert. Dieser Raum ist von den anderen Räumen durch feuerbeständige Wände getrennt. Die feuerbeständige Tür wird bei Brandalarm automatisch geschlossen bzw. ist außerhalb der Betriebszeiten geschlossen. Der Raum ist mit einer automatischen CO₂-Löschanlage und automatischen Brandmeldern ausgerüstet. Bei Auslösung erfolgt eine automatische Weiterleitung des Alarms über die

Brandmeldezentrale zur öffentlichen Feuerwehr. Ein Szenario, insbesondere ein Brand über den Gefahrgutraum hinaus, ist daher nicht zu unterstellen.

- Entzündbare Gase werden in einem separaten Gefahrgutraum gelagert. Dieser Raum ist von den anderen Räumen durch feuerbeständige Wände getrennt. Die feuerbeständige Tür wird bei Brandalarm automatisch geschlossen bzw. ist außerhalb der Betriebszeiten geschlossen. Der Raum verfügt über eine natürliche Lüftung über Lüftungsgitter nach außen in Bodennähe. Eine Leckage mit anschließendem Brand über den Raum hinaus ist als Szenario daher nicht zu unterstellen.
- Giftige Stoffe (Klasse 6.1) werden in einem separaten Gefahrgutraum gelagert. Dieser Raum ist von den anderen Räumen durch feuerbeständige Wände getrennt. Die feuerbeständige Tür wird bei Brandalarm automatisch geschlossen bzw. ist außerhalb der Betriebszeiten geschlossen. Eine Freisetzung von giftigen Stoffen aufgrund einer Leckage eines Gebindes ist nicht auszuschließen. Allerdings verfügt der Raum über keine Lüftungsöffnungen nach außen in die Umgebung.

Acrolein ist für den Transport der Gefahrgutklasse 6.1 zugeordnet. Gemäß TRGS 510 ist Acrolein jedoch für die Lagerung der Lagerklasse LGK 3 (Entzündbare Flüssigkeiten) zuzuordnen. Bei einer Einlagerung von Gebinden mit Acrolein in den Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten ist folgendes Szenario vorstellbar:

Es kommt zu einer Leckage eines Gebindes. Acrolein breitet sich im Raum als Lache aus. Es erfolgen eine Verdampfung aus der Lache in den Raum und eine Ausbreitung über die technische Lüftung des Gefahrgutraums für entzündbare Flüssigkeiten in die Umgebung.

- Giftige Gase (Klasse 2.3) werden im Freien gelagert. Eine Freisetzung von giftigen Gasen, hier des Referenzstoffs Chlor, aufgrund einer Leckage eines Gebindes ist vorstellbar. Es erfolgt eine ungehinderte Ausbreitung sowohl der Lache auf der Fläche als auch des verdampfenden Gases.
- Das Packen der Container erfolgt im Freien im Packbereich. Dazu werden Gebinde mittels Stapler aus dem Betriebsgebäude geholt und in die Container gesetzt. Eine Leckage eines Gebindes während des Packens der Container im Freien ist vorstellbar. Die Leckagen werden durch das Personal unmittelbar erkannt, es können direkt Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Beim Umgang mit Gefahrgütern der Klassen 6.1 (giftige Stoffe) und 2.3 (giftige Gase) ist das Personal direkt mit Atemschutzmasken (Vollschutzmasken) ausgestattet [5]. Weitere persönliche Schutzausrüstung, eine mobile Auffangwanne für Gebinde und Überfässer sowie Bindemittel werden im Betriebsgebäude vorgehalten. Die Ausbreitung einer Lache bezogen auf Acrolein als Referenzstoff kann bei kleineren Undichtigkeiten der Gebinde, die nicht zu einem schnellen Auslaufen des Gebindes führen, begrenzt werden.

Bei der Handhabung von Gebinden der Gefahrgutklasse 6.1 (giftige Stoffe) ist im Falle einer Leckage von Gebinden durch CPS Conpac die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise festgelegt. Im Falle einer Leckage eines Gebindes legen die Mitarbeiter die Atemschutzmasken an. Das betroffene Gebinde wird

dann in den vorgesehenen Gefahrgutcontainer gepackt und die Türen des Containers werden verschlossen. Die Gefahrgutcontainer sind bedingt durch das Gefälle des Bodens schräg gestellt, so dass prinzipiell im Container ausgetretene Flüssigkeit dort zurückgehalten werden könnte. Auf diese Weise soll die Ausbreitung der Lache begrenzt werden. [5]

Überschlägige Abschätzungen des Freivolumens im Container im Bodenbereich zeigen, dass das nötige Rückhaltevolumen im Container nur unter bestimmten Voraussetzungen, wie insbesondere kein Abstellen von Gebinden und Stückgütern direkt auf dem Boden des Containers, für kleinere Gebinde gegeben ist. Volumina größerer Gebinde bis zu 1 m³ können insbesondere in 20'-Containern nicht zurückgehalten werden, so dass nicht in jedem Falle eine Rückhaltung gegeben ist. Gebinde mit Gefahrgütern der Klasse 6.1 können mit einem Volumen von bis zu 1 m³ auftreten. Zudem kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein Gebinde derart beschädigt wird, dass es nicht mehr in den Container gestellt werden kann. Bezogen auf Acrolein ist daher eine ungehinderte Ausbreitung der Lache auf der Fläche vor der Halle nicht auszuschließen.

Bezogen auf Chlor erfolgt eine ungehinderte Ausbreitung sowohl der Lache auf der Fläche vor der Halle als auch des verdampfenden Gases.

- Die Leckage eines Gebindes innerhalb eines geschlossenen gepackten Gefahrgutcontainers ist vorstellbar. Im Falle einer Leckage erfolgen zunächst eine Freisetzung und Ausbreitung der Flüssigkeit innerhalb des Containers mit anschließender Verdampfung.

Eine Ausbreitung des innerhalb des Containers verdampften Stoffes in die Umgebung erfolgt aufgrund des Luftwechsels durch die natürliche Lüftung des Containers über die Lüftungsöffnungen und konstruktionsbedingte Spalten, die nicht gasdicht sind.

Die Gefahrgutcontainer sind sowohl im Packbereich als auch teilweise auf der gesonderten Containerstellfläche bedingt durch das Gefälle des Bodens schräg aufgestellt. Eine Rückhaltung der im Container freigesetzten Flüssigkeit ist wie oben bereits beschrieben auch bei ausreichendem Gefälle nicht in jedem Falle gegeben. Zudem stehen die Container auf der gesonderten Containerstellfläche nicht gesichert mit der Türseite am Hochpunkt. Eine Freisetzung von Flüssigkeit aus dem Container ist daher nicht auszuschließen.

Eine Freisetzung von Flüssigkeit auf die Aufstellfläche des Containers erfolgt über den Türspalt am Boden des Containers. Es bildet sich eine Lache auf der Aufstellfläche, aus der eine Verdampfung erfolgt.

Das vorstellbare Szenario ist an folgenden Orten möglich:

- Packbereich, in dem Gefahrgutcontainer gepackt werden
- Gesonderte Containerstellfläche (Hier werden keine Gefahrgutcontainer mit Acroleingebinden abgestellt.)

6.3 Ausgewählte Szenarien

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

6.3.1 Acrolein

Freisetzung während des Packens oder Entladens

Während des Transports im Freien während des Packens oder Entladens wird ein Gebinde mit Acrolein (maximale Größe 125 l) beschädigt und läuft vollständig aus. Das Gebinde besteht gemäß Verpackungsanweisung P 601 aus einem Fass als Außenverpackung und einer Innenverpackung (z. B. einem Fass), die durch inertes⁴ stoßdämpfendes Polstermaterial vom äußeren Fass getrennt ist [15]. Eine eventuelle Schutzwirkung der Außenverpackung bezüglich einer Freisetzung lässt sich nicht quantifizieren. Daher wird konservativ eine eventuelle Schutzwirkung durch die Außenverpackung nicht berücksichtigt.

Es wird angenommen, dass sich die Lache auf befestigtem Untergrund ungehindert ausbreitet. Der Untergrund ist in Verbundsteinpflaster mit unterliegender Folie ausgeführt [18]. Daher wird eine Lachenhöhe von 10 mm angenommen [16]. Daraus ergibt sich bei der freigesetzten Menge Acrolein von 0,125 m³ eine Lachenfläche von 12,5 m².

Die Berechnung der Verdampfungsrate erfolgt mit dem Modell nach Mackay-Matsugu mit dem Programm ProNuSs (Version 8.30). Die berechnete Verdampfungsrate beträgt 0,078 kg/s.

Der Transport der Gebinde erfolgt manuell mittels Stapler. Daher ist ein unmittelbares Erkennen der Lache gegeben und die Feuerwehr wird direkt alarmiert. Die Feuerwehr ist innerhalb von 10 Minuten nach Alarmierung vor Ort. [5]

Die Zeitspanne vom Erkennen der Leckage bis zum Abschluss der Maßnahmen wird mit 30 Minuten angenommen. Die Zeit, bis die gesamte freigesetzte Menge von 125 l bzw. 105 kg Acrolein⁵ verdampft ist, beträgt ca. 23 Minuten. Die Zeit, in der die gesamte freigesetzte Menge verdampft ist, ist kürzer als die angenommene Zeit, in der die eingeleiteten Maßnahmen abgeschlossen sind. Daher wird die Zeit von 23 Minuten in der Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegt.

Das Szenario Freisetzung während des Packens oder Entladens deckt eine mögliche Leckage von Gebinden in Gefahrgutcontainern beim Transport der Container zwischen dem Packbereich und der gesonderten Containerstellfläche ab. Aufgrund der großen Abstände zwischen den Einläufen in das Sielsystem ist eine Bildung von Lachen in ähnlicher Größe wie bei der direkten Freisetzung aus Gebinden nicht auszuschließen.

⁴ Inert = nicht reaktiv

⁵ Die Dichte von Acrolein beträgt 840 kg/m³ (bei 20 °C, 1,013 bar) gemäß GESTIS-Stoffdatenbank (Zugriff am 03.06.2015).

Freisetzung im Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten

Gebinde mit giftigen brennbaren Gefahrgütern werden im Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten gelagert. Der Referenzstoff Acrolein ist als giftiges brennbares Gefahrgut eingestuft. Der Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten verfügt über eine permanent laufende technische Lüftung, die einen 2-fachen Luftwechsel im Gefahrgutraum sicherstellt. Die Abluftöffnungen der technischen Lüftung befinden sich in ca. 2,60 m Höhe (bezogen auf die Mitte der Abluftöffnungen). [6], [18]

Bei der Einlagerung in den Gefahrgutraum wird ein Gefahrgutgebilde mit Acrolein beschädigt und läuft vollständig aus. Das Gebilde besteht gemäß Verpackungsanweisung P 601 aus einem Fass als Außenverpackung und einer Innenverpackung, z. B. einem Fass, die durch inertes stoßdämpfendes Polstermaterial vom äußeren Fass getrennt ist [15]. Eine eventuelle Schutzwirkung der Außenverpackung bezüglich einer Freisetzung lässt sich nicht quantifizieren. Daher wird konservativ eine eventuelle Schutzwirkung durch die Außenverpackung nicht berücksichtigt.

Freigesetztes Acrolein breitet sich auf dem Boden des Gefahrgutraums aus. Aufgrund des Bodengefälles von der Tür in Richtung gegenüberliegender Wand bleibt die Ausbreitung auf den Gefahrgutraum (Bodenfläche: 243 m² [3]) begrenzt. Acrolein verdunstet anschließend vollständig im Raum und verteilt sich gleichmäßig im Luftraum. Die Raumhöhe des Gefahrgutraums beträgt 5,40 m. Daraus ergibt sich bei der Grundfläche von 243 m² ein Raumvolumen von 1.312 m³ [3], [6]. Bei einer vollständigen Verdunstung von 125 l (entsprechend 105 kg⁶) Acrolein ergibt dies eine maximale Konzentration von 0,080 kg/m³ für Acrolein im Raum.

Der Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten verfügt über eine permanent laufende technische Lüftung, die einen 2-fachen Luftwechsel im Gefahrgutraum sicherstellt. Die Abluftöffnungen der technischen Lüftung befinden sich in ca. 2,60 m Höhe (bezogen auf die Mitte der Abluftöffnungen). [6]

Durch die technische Lüftung wird ein 2-facher Luftwechsel im Gefahrgutraum sichergestellt. Das ergibt einen Abluftvolumenstrom von 2.624 m³/h. Damit ergibt sich unter der Berücksichtigung der maximalen Konzentration für Acrolein im Raum (0,080 mg/m³) eine Freisetzungsrate von 209,9 kg/h (0,0583 kg/s) Acrolein. Der Abluftvolumenstrom wird über die Abluftöffnungen in ca. 2,60 m Höhe in die Umgebung abgegeben.

Die maximale Freisetzungzeit wird entweder durch die maximal zur Verfügung stehende Menge von 125 kg oder durch die Zeit bis zum Erkennen der Leckage bestimmt.

Hinsichtlich der Zeit bis zum Erkennen der Leckage sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- Auftreten der Störung während der Betriebszeiten

Während der Betriebszeiten befindet sich ständig Personal im Betriebsgebäude und in der Umgebung des Betriebsgebäudes, da Container gepackt und entladen werden. Daher wird die Freisetzung unmittelbar erkannt. Es erfolgt eine

⁶ Die Dichte von Acrolein beträgt 840 kg/m³ (bei 20 °C, 1,013 bar) gemäß GESTIS-Stoffdatenbank (Zugriff am 03.06.2015).

unmittelbare Alarmierung der Feuerwehr. Die Feuerwehr ist innerhalb von 10 Minuten nach Alarmierung vor Ort [5].

Die Zeitspanne vom Erkennen der Leckage bis zum Abschluss der Maßnahmen wird mit 30 Minuten angenommen.

- Auftreten der Störung außerhalb der Betriebszeiten

Außerhalb der Betriebszeiten erfolgt die Kontrolle des Betriebsgeländes durch den Wachdienst. Der Wachdienst betritt das Betriebsgebäude während der Kontrolle nicht. Aufgrund dessen wird die Leckage erst bei Dienstbeginn am Morgen erkannt. [7]

Es wird konservativ angenommen, dass das Szenario außerhalb der Betriebszeiten stattfindet. Die Zeit, bis die gesamte freigesetzte und verdunstete Menge Acrolein von 125 l bzw. 105 kg in die Umgebung freigesetzt worden ist, beträgt ca. 30 Minuten (1.800 s). Die Zeit, in der die gesamte freigesetzte und verdunstete Menge Acrolein in die Umgebung freigesetzt worden ist, ist demnach kürzer als die angenommene Zeit, bis außerhalb der Betriebszeiten die Leckage erkannt wird. Daher wird die Zeit von 30 Minuten in der Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegt.

6.3.2 Chlor

Freisetzung in der Gitterbox

Chlor wird im Freien im Packbereich gelagert. Es kommt zu einer Leckage eines Gebindes mit Chlor (maximale Größe 1.000 kg). Ein Totalversagen des Gebindes wird nicht unterstellt. Es wird ein Ventilversagen unterstellt. Die Ventilöffnung beträgt nach Herstellerangaben 103 mm². Chlor liegt druckverflüssigt vor. Mit dem Modell nach Bernoulli ergibt sich ein flüssiger Massenstrom von 2,58 kg/s (berechnet mit dem Programm ProNuSs (Version 8.30)). Die Zeit, bis die gesamte Menge Chlor freigesetzt ist, beträgt 387 s.

Bei der Freisetzung erfolgt aufgrund der Entspannung des druckverflüssigten Gases eine unmittelbare Verdampfung (Flash-Verdampfung) eines Teils der aus dem Gebinde freigesetzten Menge. Die Rate der Flash-Verdampfung beträgt 0,432 kg/s. Der andere Teil (2,15 kg/s) der freigesetzten Menge bleibt zunächst flüssig und breitet sich als Lache aus.

Es wird angenommen, dass sich die Lache auf befestigtem Untergrund ungehindert ausbreitet. Der Untergrund ist in Verbundsteinpflaster mit unterliegender Folie ausgeführt [18]. Daher wird eine Lachenhöhe von 10 mm angenommen [16].

Es wird eine instationäre Verdampfung angenommen. Die Berechnung der instationären Verdampfungsrate, d. h. die sich in Abhängigkeit der Zeit, gemessen vom Beginn der Freisetzung, verändernde Verdampfungsrate, erfolgt mit dem Modell nach Mackay-Matsugu in Verbindung mit dem Lachenausbreitungsmodell nach Briscoe-Shaw mit dem Programm ProNuSs (Version 8.30). Diese sich zeitlich verändernde Verdampfungsrate wird der Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegt.

Die maximale Freisetzungszeit wird entweder durch die maximal zur Verfügung stehende Menge von 1.000 kg oder durch die Zeit bis zum Erkennen der Leckage bestimmt.

Hinsichtlich der Zeit bis zum Erkennen der Leckage sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- Auftreten der Störung während der Betriebszeiten

Während der Betriebszeiten befindet sich ständig Personal im Packbereich, da Container gepackt werden. Daher wird die Freisetzung unmittelbar erkannt. Es erfolgt eine unmittelbare Alarmierung der Feuerwehr. Die Feuerwehr ist innerhalb von 10 Minuten nach Alarmierung vor Ort [5].

Die Zeitspanne vom Erkennen der Leckage bis zum Abschluss der Maßnahmen wird mit 30 Minuten angenommen.

- Auftreten der Störung außerhalb der Betriebszeiten

Außerhalb der Betriebszeiten erfolgt die Kontrolle des Betriebsgeländes durch den Wachdienst. Der Wachdienst erkennt die Leckage und alarmiert die Feuerwehr. Die Feuerwehr ist innerhalb von 10 Minuten nach Alarmierung vor Ort [5].

Aufgrund des Ablaufs wird von einer Freisetzungzeit von 210 Minuten ausgegangen.

Es wird konservativ angenommen, dass das Szenario außerhalb der Betriebszeiten stattfindet. Damit wird von einer Freisetzungzeit von 210 Minuten ausgegangen. Nach ca. 120 Minuten (7.200 s) sind ca. 990 kg Chlor der Gesamtmenge von 1.000 kg Chlor verdampft. Unabhängig davon wird die Zeit von 1.800 s in der Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegt. In dieser Zeit sind an einem betrachteten Aufpunkt stationäre Verhältnisse eingetreten, d. h., die Konzentrationen ändern sich bei längerer Freisetzungzeit nicht mehr wesentlich.

Freisetzung auf der gesonderten Containerstellfläche

Innerhalb eines Gefahrgutcontainers, der auf der gesonderten Containerstellfläche abgestellt worden ist, kommt es zu einer Leckage eines Gebindes mit Chlor (maximale Größe 1.000 kg). Ein Totalversagen des Gebindes wird nicht unterstellt. Es wird ein Ventilversagen unterstellt. Die Ventilöffnung beträgt nach Herstellerangaben 103 mm². Chlor liegt druckverflüssigt vor. Mit dem Modell nach Bernoulli ergibt sich ein flüssiger Massenstrom von 2,58 kg/s (berechnet mit dem Programm ProNuSs (Version 8.30)). Die Zeit, bis die gesamte Menge Chlor freigesetzt ist, beträgt 387 s.

Bei der Freisetzung erfolgt aufgrund der Entspannung eine unmittelbare Verdampfung (Flash-Verdampfung) eines Teils der aus dem Gebinde freigesetzten Menge. Die Rate der Flash-Verdampfung beträgt 0,432 kg/s. Der andere Teil (2,15 kg/s) der freigesetzten Menge bleibt zunächst flüssig und breitet sich im Gefahrgutcontainer aus und fließt anschließend über den Türspalt am Boden des Gefahrgutcontainers auf die Aufstellfläche. Aufgrund des Gefälles der Stellfläche fließt die Flüssigkeit in einem schmalen Strom in die im Bereich der Containerstellfläche angeordnete Auffangrinne und anschließend in den Einlauf des Sielsystems. Während des Fließens in Richtung Rinne verdampft ein Teil der Flüssigkeit und breitet sich über die Luft aus.

Die Innenbreite eines 20'- oder 40'-Containers beträgt 2.330 mm gemäß Containerhandbuch des GDV [9]. Es wird ein Spalt von 1 mm über die gesamte Breite der Tür angenommen. Daraus ergibt sich ein Freisetzungsquerschnitt von 2.330 mm². Über diesen tritt Flüssigkeit aus dem Gefahrgutcontainer auf die Stellfläche aus. Bei einer

unterstellten Flüssigkeitshöhe von 2 cm im Gefahrgutcontainer beträgt die Freisetzungsrates über den Türspalt ca. 2,586 kg/s (berechnet mit dem Modell nach Bernoulli mit dem Programm ProNuSs (Version 8.30)).

Entsprechend den Überlegungen hinsichtlich der Länge und der Breite des Flüssigkeitsstroms von freigesetztem Acrolein (siehe Abschnitt 6.3.1) ergibt sich eine Fläche von 7,5 m². Die Oberflächenspannung von flüssigem Chlor⁷ beträgt bei -34 °C (Siedepunkt) 0,027 N/m, sie besitzt also eine ähnliche Größenordnung wie die von Acrolein.

Es wird eine instationäre Verdampfung angenommen. Die Berechnung der instationären Verdampfungsrate, d. h. die sich in Abhängigkeit der Zeit, gemessen vom Beginn der Freisetzung, verändernde Verdampfungsrate, erfolgt mit dem Modell nach Mackay-Matsugu in Verbindung mit dem Lachenausbreitungsmodell nach Briscoe-Shaw mit dem Programm ProNuSs (Version 8.30). Diese sich zeitlich verändernde Verdampfungsrate wird der Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegt.

Parallel zum oben betrachteten Flüssigkeitsaustritt aus dem Gefahrgutcontainer mit anschließender Verdampfung erfolgen eine Ausbreitung und Verdampfung des Stoffes innerhalb des Gefahrgutcontainers. Aufgrund des Luftwechsels durch die natürliche Lüftung des Gefahrgutcontainers über die Lüftungsöffnungen und konstruktionsbedingte Spalten, die nicht gasdicht sind, wird dieser verdampfte Stoff in die Umgebung freigesetzt. Zur Abschätzung der Freisetzungsrates über den Luftwechsel in die Umgebung werden folgende Annahmen getroffen:

- Es wird konservativ abgeschätzt, dass im Gefahrgutcontainer ein Freivolumen von einem Drittel des Innenvolumens vorhanden ist. Das Innenvolumen eines 40'-Containers beträgt 65,7 m³ entsprechend den Angaben des Containerhandbuchs des GDV [9]. Das Freivolumen beträgt damit 21,9 m³.
- Unter Punkt 2.4.4.2 der TRBS 2152 Teil 2 [14] wird bezogen auf die natürliche Lüftung für Kellerräume ein 0,4-facher Luftwechsel als Richtwert angenommen, da Kellerräume meist nur kleine Öffnungen und Fenster haben und allseitig unter Erdgleiche liegen. Container sind aufgrund ihrer Konstruktion mit Kellerräumen vergleichbar.

Lüftungsuntersuchungen des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) und der Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW) zeigten, dass die natürliche Lüftung (Öffnen der Containertüren) die im Frachtcontainer vorliegenden Schadstoffkonzentrationen, insbesondere bei dicht gepackter Ware, nicht in einem für den Betriebsablauf hinreichend kurzen Zeitraum verringert [17]. Die Versuchsergebnisse belegen, dass bei vergleichsweise dichter Stauung im mittleren und hinteren Bereich des Frachtcontainers lediglich ein Luftwechsel von $n = 0,2 \text{ h}^{-1}$ vorliegt.

Für das vorliegende Szenario wird ein mittlerer Wert von $0,3 \text{ h}^{-1}$ angenommen. D. h., das Freivolumen von 21,9 m³ wird 0,3 Mal pro Stunde ausgetauscht.

Chlor liegt druckverflüssigt im Gebinde vor. Bei der Freisetzung erfolgt aufgrund der Entspannung eine unmittelbare Verdampfung (Flash-Verdampfung) eines

⁷ Stoffdatenbank des Rechenprogramms ProNuSs V 8.30

Teils der aus dem Gebinde freigesetzten Menge. Chlor hat einen Siedepunkt unterhalb der Umgebungstemperatur. Es wird angenommen, dass das Freivolumen zu 100 % mit Chlor gefüllt ist. Die Freisetzungsrate von Chlor über den Luftwechsel beträgt dann ca. 6,57 m³/h. Dies entspricht 19,67 kg/h⁸ bzw. 0,0055 kg/s.

Die Gesamtfreisetzungsrate für Chlor setzt sich aus der sich zeitlich verändernden Verdunstungsrate aus dem Flüssigkeitsstrom und der Freisetzungsrate aufgrund des Luftwechsels zusammen. Die Freisetzungsrate aufgrund des Luftwechsels hat nur einen sehr geringen Anteil an der Gesamtfreisetzungsrate. Daher wird diese bei der weiteren Rechnung vernachlässigt. Es wird für die Ausbreitungsrechnung die sich zeitlich verändernde Verdampfungsrate aus dem Flüssigkeitsstrom zugrunde gelegt.

Die maximale Freisetzungszeit wird entweder durch die maximal zur Verfügung stehende Menge von 1.000 kg oder durch die Zeit bis zum Erkennen der Leckage bestimmt.

Hinsichtlich der Zeit bis zum Erkennen der Leckage sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- Auftreten der Störung während der Betriebszeiten

Während der Betriebszeiten befindet sich häufiger Personal im Bereich der gesonderten Containerstellfläche. Die Leckage wird durch das Personal erkannt. Die Alarmierung der Feuerwehr erfolgt durch das Personal. Die Feuerwehr ist innerhalb von 10 Minuten nach Alarmierung vor Ort [5].

Aufgrund des Ablaufs werden als Freisetzungszeit 35 Minuten angenommen.

- Auftreten der Störung außerhalb der Betriebszeiten

Außerhalb der Betriebszeiten erfolgt die Kontrolle des Betriebsgeländes durch den Wachdienst. Der Wachdienst erkennt die Leckage und leitet erste Gegenmaßnahmen einschließlich des Alarmierens der Feuerwehr ein. Die Feuerwehr ist innerhalb von 10 Minuten nach Alarmierung vor Ort [5].

Aufgrund des Ablaufs wird von einer Freisetzungszeit von 210 Minuten ausgegangen.

Es wird konservativ angenommen, dass das Szenario außerhalb der Betriebszeiten stattfindet. Damit wird von einer Freisetzungszeit von 210 Minuten ausgegangen. Nach ca. 120 Minuten (7.200 s) sind ca. 990 kg Chlor der Gesamtmenge von 1.000 kg Chlor verdampft. Unabhängig davon wird die Zeit von 1.800 s in der Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegt. In dieser Zeit sind an einem betrachteten Aufpunkt stationäre Verhältnisse eingetreten, d. h., die Konzentrationen ändern sich bei längerer Freisetzungszeit nicht mehr wesentlich.

⁸ Die Gasdichte von Chlor beträgt 2,994 kg/m³ (bei 20 °C, 1,013 bar) gemäß GESTIS-Stoffdatenbank, Zugriff am 03.06.2015.

Freisetzung während des Packens im Packbereich oder des Entladens im Entladebereich

Während des Transports im Freien während des Packens im Packbereich oder des Entladens im Entladebereich kommt es zu einer Leckage eines Gebindes mit Chlor (maximale Größe 1.000 kg). Ein Totalversagen des Gebindes wird nicht unterstellt. Es wird ein Ventilversagen unterstellt. Die Ventilöffnung beträgt nach Herstellerangaben 103 mm². Chlor liegt druckverflüssigt vor.

Bei der Freisetzung erfolgt aufgrund der Entspannung des druckverflüssigten Gases eine unmittelbare Verdampfung (Flash-Verdampfung) eines Teils der aus dem Gebinde freigesetzten Menge. Der andere Teil der freigesetzten Menge bleibt zunächst flüssig und breitet sich als Lache aus.

Es wird angenommen, dass sich die Lache auf befestigtem Untergrund ungehindert ausbreitet. Der Untergrund ist in Verbundsteinpflaster mit unterliegender Folie ausgeführt [18]. Daher wird eine Lachenhöhe von 10 mm angenommen [16].

Das oben beschriebene Szenario einer Leckage eines Chlorgebindes in der Gitterbox deckt das beschriebene Szenario einer Freisetzung während des Packens im Packbereich ab. Das Szenario einer Leckage eines Chlorgebindes in der Gitterbox während der Betriebszeiten entspricht diesem. Aufgrund dessen ist eine detailliertere Betrachtung einer Freisetzung während des Packens nicht erforderlich.

Das Szenario einer Freisetzung während des Entladens im Entladebereich entspricht dem Szenario einer Freisetzung während des Packens im Packbereich.

Das oben beschriebene Szenario einer Leckage eines Chlorgebindes in der Gitterbox deckt daher auch das beschriebene Szenario einer Freisetzung während des Entladens im Entladebereich ab.

7 Berechnungsmethoden

7.1 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 [10]. Für diese Ausbreitungsrechnung wird das Programm ProNuSs (Version 8.30) verwendet.

Es wird gemäß Leitfaden KAS-18 [10] die mittlere Wetterlage mit einer indifferenten Temperaturschichtung und ohne Inversion für die Berechnung zugrunde gelegt.

Für die Ausbreitungsrechnungen werden folgende Eingangsparameter angenommen:

- Rauigkeitsklasse: 5 (Stadt- und Waldgebiete, entsprechend den örtlichen Gegebenheiten)
- Windgeschwindigkeit: 3 m/s
- Mittlere Bebauungshöhe: 10 m

7.2 Beurteilungswerte

Schadstoffkonzentrationen

Für die Ermittlung der angemessenen Abstände im Sinne des § 50 BImSchG werden die Beurteilungswerte in Tabelle 2 herangezogen.

Tabelle 2. Beurteilungswerte für Auswirkungen von Schadstoffkonzentrationen.

Stoff	Beurteilungswert	Bemerkung
Acrolein	0,15 ppm [13]	ERPG-2-Wert ⁹ Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [11]
Chlor	3 ppm [13]	ERPG-2-Wert Beurteilungswert (Konzentrationsleitwert) gemäß Leitfaden KAS-18 [11]

Der in Tabelle 2 genannte Beurteilungswert ist 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 bzw. solche entwickeln, die die Fähigkeit einer Person beeinträchtigen könnten, Schutzmaßnahmen zu ergreifen.¹⁰

⁹ ERPG: Emergency Response Protection Guideline

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

8 Auswirkungsbetrachtung und Ermittlung des angemessenen Abstands

8.1 Allgemeines

Auf Basis der in Abschnitt 6.3 ausgewählten Szenarien werden Auswirkungsbetrachtungen zur Ermittlung des angemessenen Abstands im Sinne des § 50 BImSchG durchgeführt. Dabei werden die Schadstoffkonzentrationen betrachtet.

Die Beurteilungswerte für die Auswirkungen sind in Tabelle 2 in Abschnitt 7.2 zusammengestellt.

8.2 Acrolein/Freisetzung während des Packens oder Entladens

Auf Basis des in Abschnitt 6.3.1 beschriebenen Szenarios „Acrolein/Freisetzung während des Packens oder Entladens“ wurde eine Ausbreitungsrechnung gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1/2 [10] durchgeführt. In Tabelle 3 sind die wesentlichen Eingangsparameter zusammengestellt.

Tabelle 3. Eingangsparameter für die Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Acrolein/Freisetzung während des Packens oder Entladens“.

Eingangsparameter	Wert
Stoff	Acrolein
Freisetzungsrate	78 g/s (vgl. Abschnitt 6.3.1)
Freisetzungszeit	1.350 s (ca. 23 Minuten) (vgl. Abschnitt 6.3.1)
Quellhöhe	0 m (Freisetzung auf dem Boden)
Mittlere Bebauungshöhe	10 m (vgl. Abschnitt 7.1)
Aufpunkthöhe	2 m
Windgeschwindigkeit	3 m/s (vgl. Abschnitt 7.1)
Rauigkeitsklasse	5 (vgl. Abschnitt 7.1)

Die folgende Abbildung 1 zeigt den Konzentrationsverlauf für das Szenario „Acrolein/Freisetzung während des Packens oder Entladens“ in Abhängigkeit von der Entfernung.

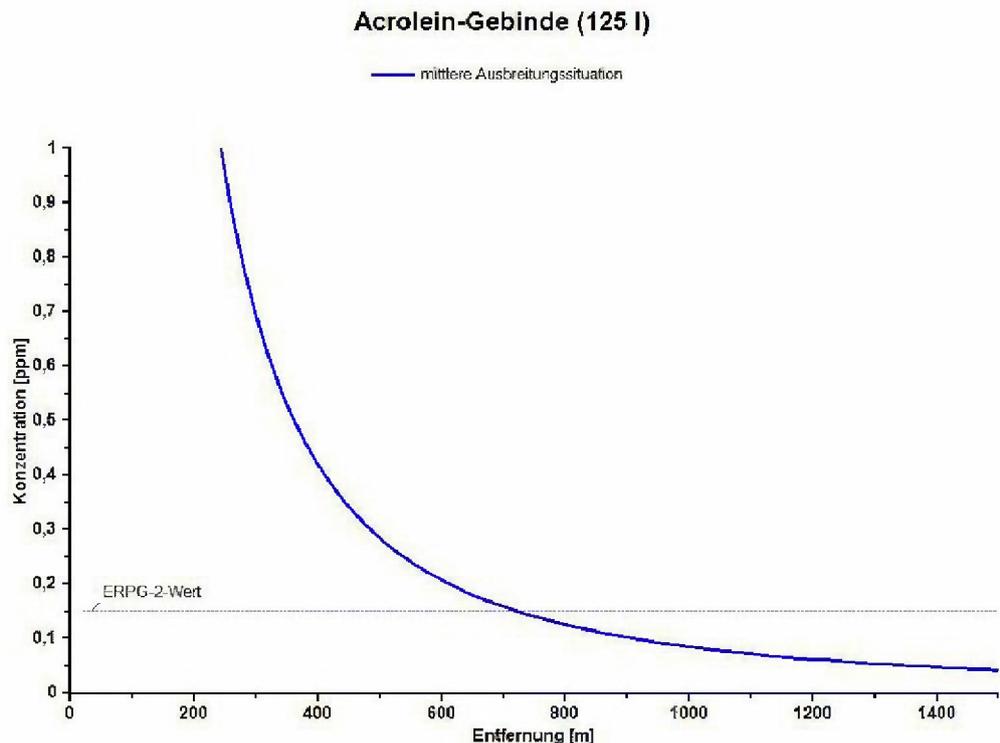


Abbildung 1. Konzentrationsverlauf für das Szenario „Acrolein/Freisetzung während des Packens oder Entladens“ in Abhängigkeit von der Entfernung.

Der Beurteilungswert gemäß Leitfaden KAS-18 [11], der ERPG 2-Wert von 0,15 ppm wird in einer Entfernung von 725 m unterschritten.

Der Abstand, der sich aus der Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Acrolein/Freisetzung während des Packens oder Entladens“ ergibt, beträgt demnach 725 m.

Mögliche Maßnahmen zur Verkürzung des angemessenen Abstandes

Zwei Parameter haben Einfluss auf die Größe des angemessenen Abstandes. Zum einen ist es die Freisetzungszeit, zum anderen die Freisetzungsrate. Eine Verkürzung der Freisetzungszeit bezogen auf das jeweilige Szenario würde im betrachteten Fall nur dann zu einer Verkürzung des angemessenen Abstandes führen, wenn die Freisetzungszeit deutlich unter den in den obigen Auswirkungsbetrachtungen angenommenen Zeiten liegen würde. Aufgrund der vorgegebenen betrieblichen Abläufe ist eine deutliche Verkürzung aus Sicht des Sachverständigen nur eine theoretische Möglichkeit.

Der wesentliche Parameter für die Größe des angemessenen Abstandes, d. h. daher auch für dessen Beeinflussung, ist die Größe der Lachenfläche. Eine Verkleinerung der Lachenfläche bedeutet grundsätzlich eine Verkürzung des angemessenen Abstandes. D. h., mögliche Maßnahmen zur Verkürzung des angemessenen Abstandes sind effektiv, wenn sie zu einer deutlichen Verringerung der Lachenfläche führen.

Die Lachenfläche des abstandsbestimmenden Szenarios beträgt 12,5 m².

Aus Sicht des Sachverständigen ist eine realistische Maßnahme zur deutlichen Verringerung der Lachenfläche und damit zur Verkürzung des angemessenen Abstandes nicht möglich.

8.3 Acrolein/Freisetzung im Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten

Auf Basis des in Abschnitt 6.3.1 beschriebenen Szenarios „Acrolein/Freisetzung im Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten“ wurde eine Ausbreitungsrechnung gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1/2 [10] durchgeführt. In Tabelle 4 sind die wesentlichen Eingangsparameter zusammengestellt.

Tabelle 4. Eingangsparameter für die Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Acrolein/Freisetzung im Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten“.

Eingangsparameter	Wert
Stoff	Acrolein
Freisetzungsrate	58,3 g/s (vgl. Abschnitt 6.3.1)
Freisetzungszeit	1.800 s (ca. 30 Minuten) (vgl. Abschnitt 6.3.1)
Quellhöhe	2,60 m (Höhe der Abluftöffnungen)
Mittlere Bebauungshöhe	10 m (vgl. Abschnitt 7.1)
Aufpunkthöhe	2 m
Windgeschwindigkeit	3 m/s (vgl. Abschnitt 7.1)
Rauigkeitsklasse	5 (vgl. Abschnitt 7.1)

Die folgende Abbildung 2 zeigt den Konzentrationsverlauf für das Szenario „Acrolein/Freisetzung im Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten“ in Abhängigkeit von der Entfernung.

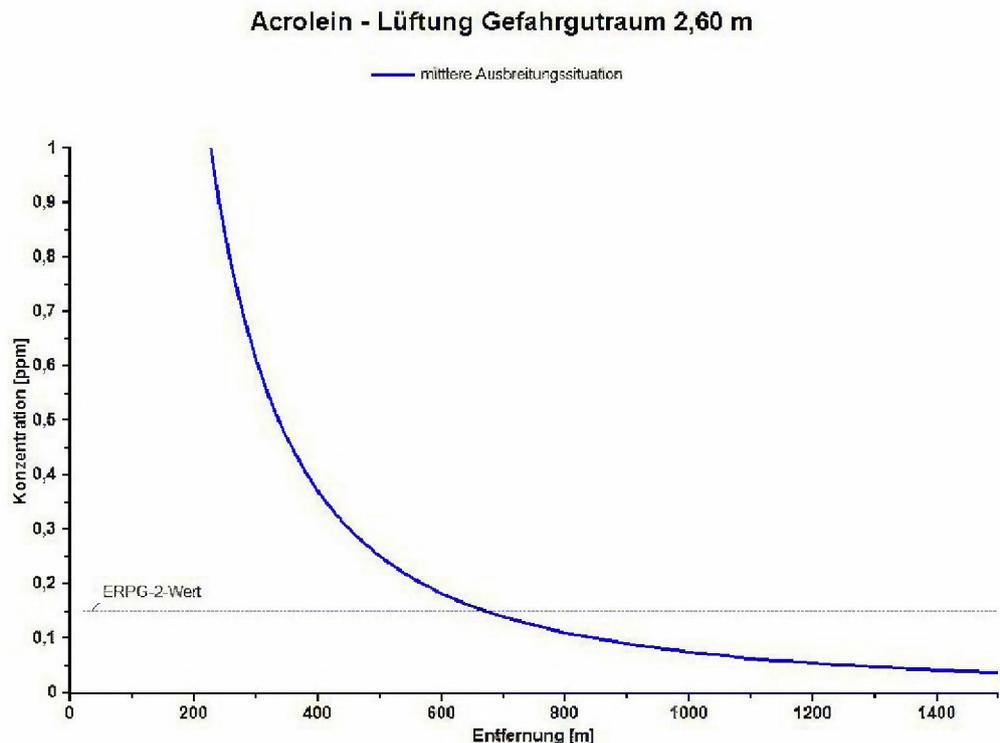


Abbildung 2. Konzentrationsverlauf für das Szenario „Acrolein/Freisetzung im Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten“ in Abhängigkeit von der Entfernung.

Der Beurteilungswert gemäß Leitfaden KAS-18 [11], der ERPG 2-Wert von 0,15 ppm wird in einer Entfernung von 675 m unterschritten.

Der Abstand, der sich aus der Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Acrolein/Freisetzung im Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten“ ergibt, beträgt demnach 675 m.

Mögliche Maßnahmen zur Verkürzung des angemessenen Abstandes

Die Freisetzung von Acrolein erfolgt über die Abluftöffnungen der technischen Lüftung des Gefahrgutraums. Mögliche Maßnahmen wären zum einen die Verringerung des Luftwechsels und zum anderen die automatische Abschaltung der technischen Lüftung bei Auftreten der Leckage durch eine Gaswarnanlage.

Der 2-fache Luftwechsel des Gefahrgutraums ist Teil der Explosionsschutzmaßnahmen des Gefahrgutraums. Die Verringerung des Luftwechsels hätte direkten Einfluss auf die technischen und organisatorischen Explosionsschutzmaßnahmen und scheidet daher aus.

Die Freisetzung von Acrolein ist der abdeckende Fall für die Freisetzung von giftigen Flüssigkeiten. Es müssen aber auch Freisetzungen anderer Stoffe durch den ausgewählten Sensor erkannt werden. Dieses ist ohne größeren technischen Aufwand nicht realisierbar.

Aus Sicht des Sachverständigen ist eine realistische Maßnahme zur Verringerung der Freisetzungsrates und damit zur Verkürzung des angemessenen Abstandes nicht möglich.

8.4 Chlor/Freisetzung in der Gitterbox

Auf Basis des in Abschnitt 6.3.2 beschriebenen Szenarios „Chlor/Freisetzung in der Gitterbox“ wurde eine Ausbreitungsrechnung gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1/2 [10] durchgeführt. In Tabelle 5 sind die wesentlichen Eingangsparameter zusammengestellt.

Tabelle 5. Eingangsparameter für die Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Chlor/Freisetzung in der Gitterbox“.

Eingangsparameter	Wert
Stoff	Chlor
Freisetzungsrates	instationäre Verdampfung (vgl. Abschnitt 6.3.2)
Freisetzungszeit	1.800 s (vgl. Abschnitt 6.3.2)
Quellhöhe	0 m (Freisetzung auf dem Boden)
Mittlere Bebauungshöhe	10 m (vgl. Abschnitt 7.1)
Aufpunkthöhe	2 m
Windgeschwindigkeit	3 m/s (vgl. Abschnitt 7.1)
Rauigkeitsklasse	5 (vgl. Abschnitt 7.1)

Die folgende Abbildung 3 zeigt den Konzentrationsverlauf für das Szenario „Chlor/Freisetzung in der Gitterbox“ in Abhängigkeit von der Entfernung.

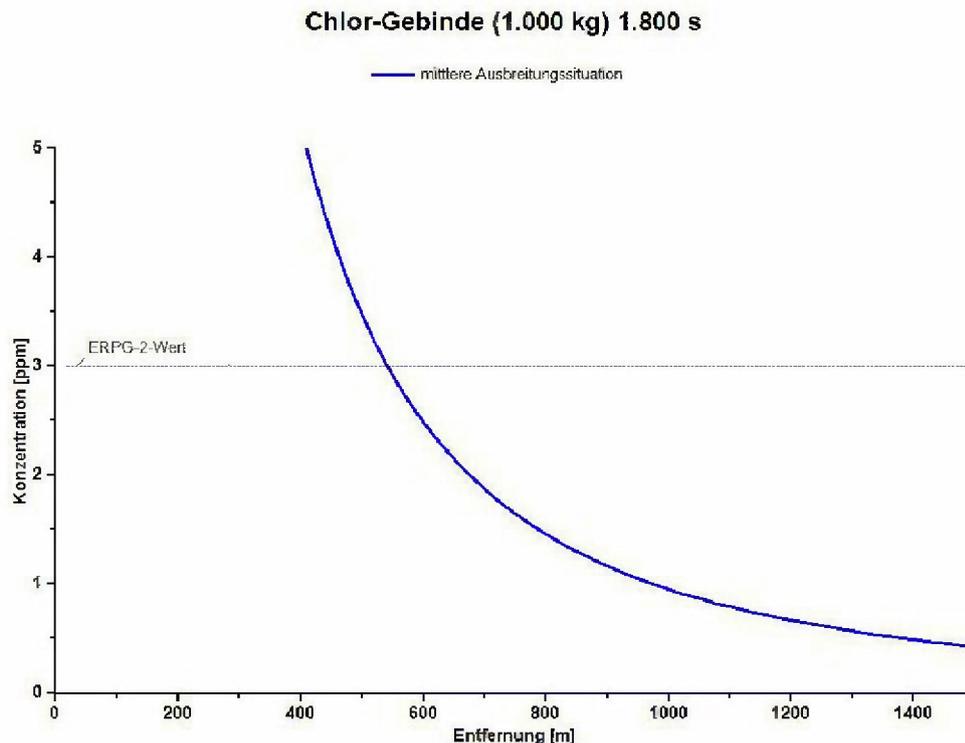


Abbildung 3. Konzentrationsverlauf für die Freisetzung von Chlor in Abhängigkeit von der Entfernung.

Der Beurteilungswert gemäß Leitfaden KAS-18 [11], der ERPG 2-Wert von 3 ppm, wird in einer Entfernung von 545 m unterschritten.

Der Abstand, der sich aus der Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Chlor/ Freisetzung in der Gitterbox“, beträgt demnach 545 m.

Mögliche Maßnahmen zur Verkürzung des angemessenen Abstandes

Für den Fall der Freisetzung von Chlor gelten die gleichen Überlegungen wie für den Fall der Freisetzung von Acrolein während des Packens oder Entladens. Daher wird hinsichtlich der Überlegungen hinsichtlich möglicher Maßnahmen zur Verkürzung des angemessenen Abstandes auf die bereits oben bezogen auf Acrolein gemachten Ausführungen verwiesen.

Aus Sicht des Sachverständigen ist eine realistische Maßnahme zur Verringerung der Freisetzungsrates und damit zur Verkürzung des angemessenen Abstandes auch hier nicht möglich.

8.5 Chlor/Freisetzung auf der gesonderten Containerstellfläche

Auf Basis des in Abschnitt 6.3.2 beschriebenen Szenarios „Chlor/Freisetzung auf der gesonderten Containerstellfläche“ wurde eine Ausbreitungsrechnung gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1/2 [10] durchgeführt. In Tabelle 6 sind die wesentlichen Eingangsparameter zusammengestellt.

Tabelle 6. Eingangsparameter für die Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Chlor/Freisetzung auf der gesonderten Containerstellfläche“.

Eingangsparameter	Wert
Stoff	Chlor
Freisetzungsrate	instationäre Verdampfung (vgl. Abschnitt 6.3.2)
Freisetzungszeit	1.800 s (vgl. Abschnitt 6.3.2)
Quellhöhe	0 m (Freisetzung auf dem Boden)
Mittlere Bebauungshöhe	10 m (vgl. Abschnitt 7.1)
Aufpunkthöhe	2 m
Windgeschwindigkeit	3 m/s (vgl. Abschnitt 7.1)
Rauigkeitsklasse	5 (vgl. Abschnitt 7.1)

Die folgende Abbildung 4 zeigt den Konzentrationsverlauf für das Szenario „Chlor/Freisetzung auf der gesonderten Containerstellfläche“ in Abhängigkeit von der Entfernung.

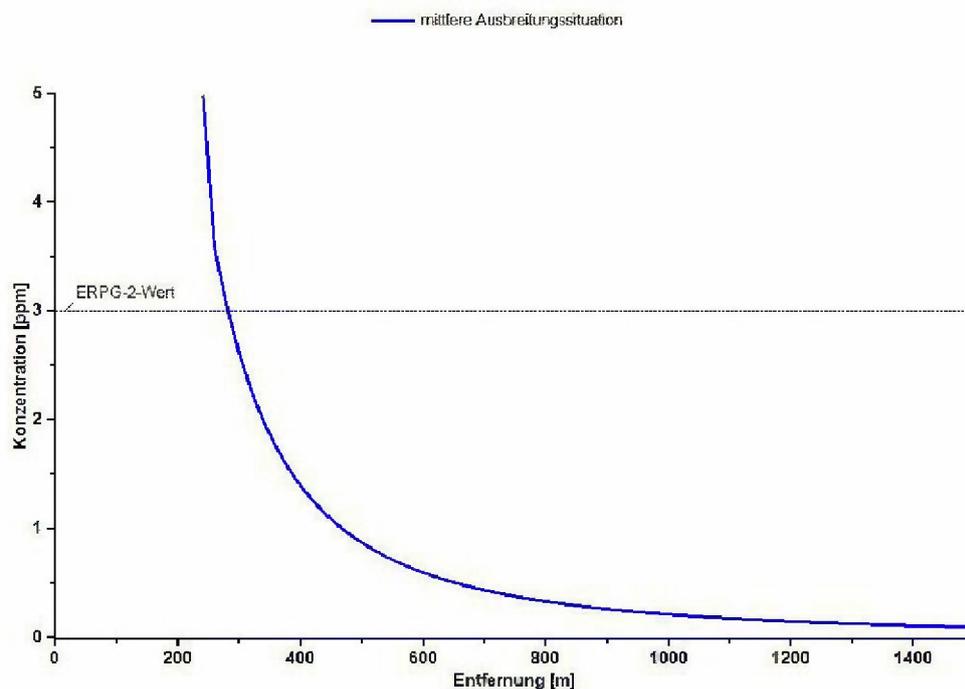
Chlor aus Container, 7,5 m² Lache, 30 min

Abbildung 4. Konzentrationsverlauf für das Szenario „Chlor/Freisetzung auf der gesonderten Containerstellfläche“ in Abhängigkeit von der Entfernung.

Der Beurteilungswert gemäß Leitfaden KAS-18 [11], der ERPG 2-Wert von 3 ppm, wird in einer Entfernung von 285 m unterschritten.

Der Abstand, der sich aus der Ausbreitungsrechnung für das Szenario „Chlor/Freisetzung auf der gesonderten Containerstellfläche“ ergibt, beträgt demnach 285 m.

Mögliche Maßnahmen zur Verkürzung des angemessenen Abstandes

Für den Fall der Freisetzung von Chlor auf der gesonderten Containerstellfläche gelten die gleichen Überlegungen wie für den Fall der Freisetzung von Acrolein auf der gesonderten Containerstellfläche. Daher wird hinsichtlich der Überlegungen hinsichtlich möglicher Maßnahmen zur Verkürzung des angemessenen Abstandes auf die bereits oben bezogen auf Acrolein gemachten Ausführungen verwiesen.

8.6 Ermittlung des angemessenen Abstands

Die größten der im Rahmen der Auswirkungsbetrachtungen für die abdeckenden Szenarien gemäß KAS-18 [11] ermittelten Abstände stellen die angemessenen Abstände im Sinne des § 50 BImSchG dar.

Gemäß Ausführungen in den Abschnitten 8.2 bis 8.5 ergeben sich folgende angemessene Abstände im Sinne des § 50 BImSchG:

- | | |
|--|-------|
| - Acrolein/Freisetzung während des Packens
oder Entladens | 725 m |
| - Acrolein/Freisetzung im Gefahrgutraum für
entzündbare Flüssigkeiten | 675 m |
| - Chlor/Freisetzung in der Gitterbox | 545 m |
| - Chlor/Freisetzung auf der gesonderten
Containerstellfläche | 285 m |

Der ermittelte Abstand von 675 m für die Freisetzung von Acrolein im Gefahrgutraum für entzündbare Flüssigkeiten wird von der größeren Entfernung für die Freisetzung von Acrolein aus einem Gebinde im Freien abgedeckt.

Das Szenario „Chlor/Freisetzung in der Gitterbox“ ist auch auf den Entladebereich übertragbar.

Der Bereich der Transportwege der Gefahrgutcontainer mit Chlorgebinden erstreckt sich vom Packbereich bis in den Bereich nördlich des Betriebsgebäudes um die gesonderte Containerstellfläche herum. Der für die Freisetzung von Chlor auf der gesonderten Containerstellfläche ermittelte Abstand von 285 m für Chlor wird daher von der größeren Entfernung für die Freisetzung von Chlor aus einem Gebinde abgedeckt.

Entsprechend den obigen Ausführungen ergeben für die in Abschnitt 6.3 beschriebenen ausgewählten Szenarien folgende abdeckende angemessene Abstände im Sinne des § 50 BImSchG:

- Acrolein 725 m
- Chlor 545 m

9 Abschließende Bewertung

Entsprechend Abschnitt 8.6 wurden folgende abdeckende angemessene Abstände ermittelt:

- Acrolein 725 m
- Chlor 545 m

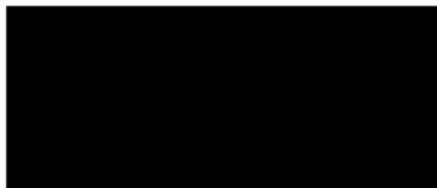
Die Grundlage für die Ermittlung des angemessenen Abstandes ist das Szenario der Freisetzung eines Stoffes aus einem beschädigten Gebinde. Acrolein wurde als Referenzstoff für Flüssigkeiten ausgewählt, Chlor als Referenzstoff für Gase. Der für Acrolein ermittelte angemessene Abstand bezieht sich auf Bereiche, in denen flüssige Gefahrgüter gehandhabt werden. Der für Chlor ermittelte angemessene Abstand bezieht sich auf Bereiche, in denen Gase als Gefahrgüter gehandhabt werden.

Gefahrgutcontainer bzw. Gefahrgutgebilde werden im Bereich westlich und nördlich des Betriebsgebäudes, bis zu einem Abstand von ca. 60 m von der Nordwand des Betriebsgebäudes gemessen, sowie östlich des Betriebsgebäudes gehandhabt.

In diesem gesamten Bereich werden Gase als Gefahrgüter gehandhabt. Dieser Bereich umfasst den Packbereich, den Bereich der Transportwege der Gefahrgutcontainer und die gesonderte Containerstellfläche sowie den Entladebereich. Die gesonderte Containerstellfläche wird von dem Bereich der Transportwege eingeschlossen. Daher ist der angemessene Abstand für Chlor von den Außenkanten dieses gesamten Bereichs zu messen.

Flüssige Gefahrgüter werden ausschließlich im Packbereich gehandhabt. Daher ist der angemessene Abstand für Acrolein von den Außenkanten des Packbereichs zu messen.

Im Anhang 1 ist ein Umgebungsplan beigefügt, in dem die angemessenen Abstände dargestellt sind.



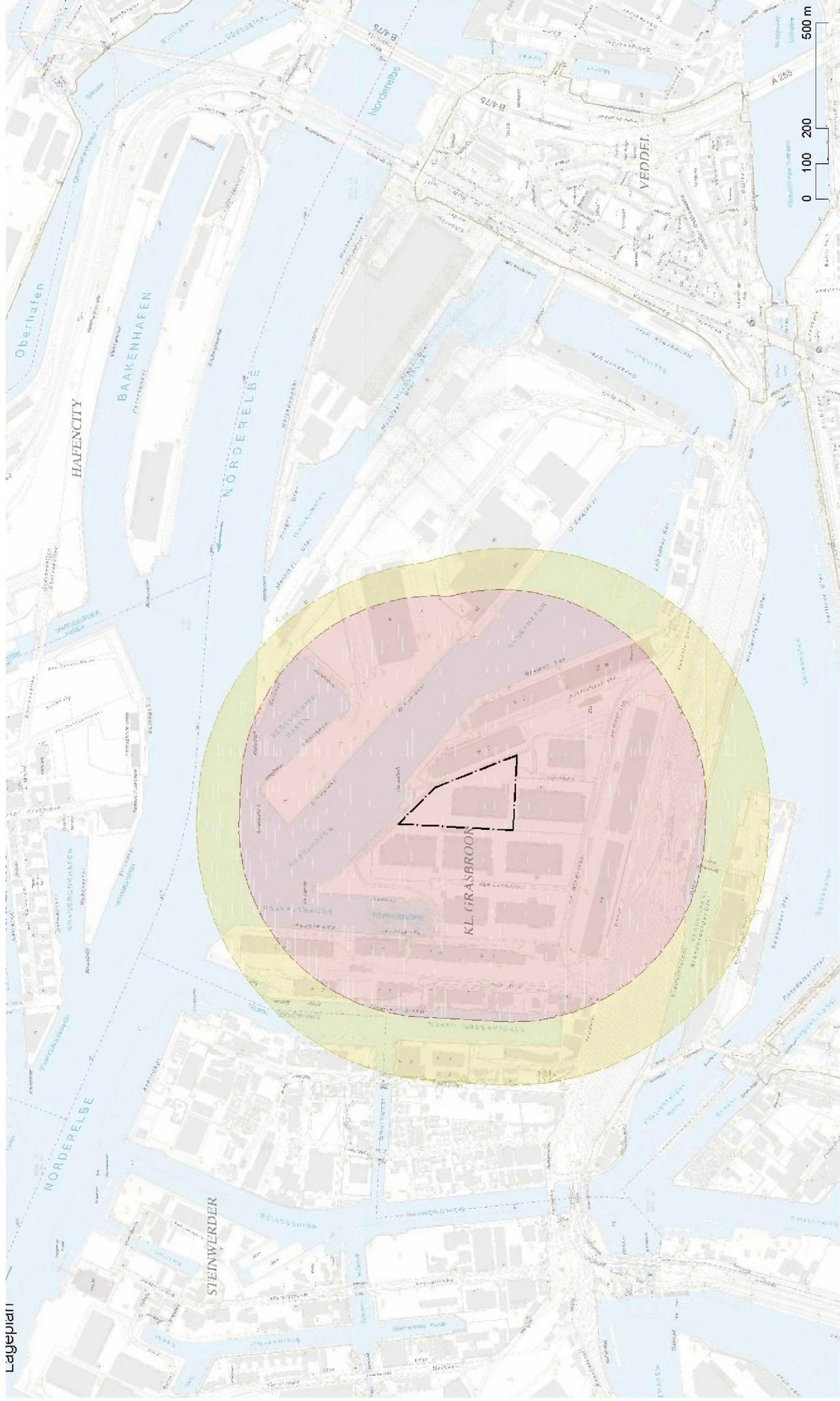
(Sachverständiger nach § 29a BImSchG)



Anhang

Anhang 1

Lageplan Darstellung der Abstände



Legende

--- Grenze Betriebsbereich

- Abstand Chlor
- Abstand Acrolein

CPS Conpac Port Service GmbH

MÜLLER-BBM

Gutachten zur Ermittlung eines angemessenen Abstandes im Sinne des §50 BImSchG
Lageplan, Darstellung der Abstände

Umwelt Fachbereich	M 121 348/03 Bericht	prinzipi Skizzenentwerfer	1:10.000 Maßstab	2016/01/14 Datum	Plan
-----------------------	-------------------------	------------------------------	---------------------	---------------------	------