



**Gutachten zur Bauleitplanung der Stadt Bielefeld
hinsichtlich möglicher Störfallrisiken auf Basis des
Art. 12 der Seveso-II-Richtlinie bzw. des §50 BImSchG**

Auftraggeber	Wirtschaftsentwicklungsgesellschaft Bielefeld mbH Goldstraße 16 - 18 33602 Bielefeld
Projektbearbeitung	UCON GmbH Hammer Straße 171-173 48153 Münster Telefon: (0 25 1) 14 15 6 – 0 Telefax: (0 25 1) 14 15 6 – 29 Internet: www.ucon-gmbh.de
Verfasser	Dipl.-Ing. Friedhelm Haumann Bekanntgebener Sachverständiger nach § 29a Abs. 1 BImSchG Telefon: (0251) 14 15 6 – 23 E-Mail: f.haumann@ucon-gmbh.de Dipl.-Phys. Jan-Philipp van de Sand Telefon: (0251) 14 15 6 – 25 E-Mail: jp.vandesand@ucon-gmbh.de
Umfang	42 Seiten
Stand	26.05.2015

Inhaltsverzeichnis

1	RESÜMEE	4
1.1	Erklärung	6
2	EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG.....	7
3	VERWENDETE UNTERLAGEN	8
3.1	Rechtliche Grundlagen	8
3.2	Technische Regeln, Leitfäden, Berichte	8
3.3	Literatur und weitere Quellen	9
3.4	Prüfunterlagen	9
4	STADT BIELEFELD.....	11
5	BERÜCKSICHTIGUNG VON ABSTÄNDEN ZWISCHEN STÖRFALL-RELEVANTEN BETRIEBEN UND SCHUTZBEDÜRFTIGEN GEBIETEN.....	14
5.1	Abstandsempfehlungen für die Bauleitplanung im Leitfaden KAS-18	14
5.2	Grundlagen der Abstandsempfehlungen gemäß KAS-18	15
5.3	Einordnung der ermittelten Abstände	16
6	ANLAGEN- UND BETRIEBSBESCHREIBUNG	17
6.1	Baxter Oncology GmbH	17
6.2	Dr. Hesse GmbH & CIE KG	17
6.3	Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH.....	18
6.4	Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG	19

7	AUSBREITUNGSBETRACHTUNG	20
7.1	Untersuchte Szenarien	20
7.2	Allgemeine Betrachtung	21
7.3	Stoffbeschreibungen	22
7.4	Baxter Oncology GmbH	23
7.4.1	Freisetzung Chlorwasserstoff	23
7.4.2	Freisetzung von Phosphoroxychlorid	26
7.4.3	Hydrolyse von Phosphoroxychlorid und Freisetzung von Chlorwasserstoff	29
7.5	Dr. Hesse GmbH & CIE KG	32
7.5.1	Freisetzung von Epichlorhydrin	32
7.5.2	Freisetzung von Cyanwasserstoff	33
7.6	Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH	35
7.6.1	Gaswolkenexplosion Propan	35
7.6.2	Freisetzung von Schwefeldioxid	36
7.6.3	Freisetzung von Chlor	37
7.7	Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG	38
7.7.1	Freisetzung von Chlor	38
7.7.2	Stoffverwechslung	40
8	MÖGLICHE NUTZUNG INNERHALB DER ANGEMESSENEN ABSTÄNDE	42

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Übersichtskarten
- Anlage 2: Angemessene Abstände der Betriebe gemäß 12. BImSchV in Bielefeld
- Anlage 3: Stoffbeschreibung

1 Resümee

Die Stadt Bielefeld beabsichtigt die Festlegung von angemessenen Abständen hinsichtlich der Betriebsbereiche, die unter den Geltungsbereich der 12. BImSchV (Störfall-Verordnung) fallen, um bei künftigen Planungen die Vorgaben des § 50 BImSchG bzw. des Artikels 12 der Seveso-II-Richtlinie berücksichtigen zu können.

Mit der sachverständigen Ermittlung der angemessenen Abstände wurde die UCON GmbH, vertreten durch die Unterzeichner, beauftragt.

Die Untersuchungen basieren auf Ausbreitungsberechnungen unter Berücksichtigung der in dem Leitfaden KAS-18 genannten Parameter.

Die Auswahl der zu untersuchenden Stoffe erfolgte anhand der von den jeweiligen Firmen zur Verfügung gestellten Stofflisten; es wurden stellvertretend die abstandsbestimmenden Stoffe ausgewählt. Des Weiteren wurden Anlagenbegehungen durchgeführt.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der ausgewählten Szenarien in Abhängigkeit der untersuchten Standorte angegeben:

Betriebsbereich	Szenario	Beurteilungswert	angemessener Abstand
Baxter Oncology GmbH	Freisetzung Chlorwasserstoff	20 ppm	Nordwest: 212 m Südost: 305 m parallel zum Gebäude: 359 m
	Freisetzung Phosphoroxychlorid	0,48 ppm	Entlang der Gasse: 373 m sonst: 355 m
	Freisetzung Chlorwasserstoff (nach Hydrolyse)	20 ppm	Entlang der Gasse: 399 m sonst: 217 m

Betriebsbereich	Szenario	Beurteilungswert	angemessener Abstand
Dr. Hesse GmbH & CIE KG	Freisetzung Epichlorhydrin	20 ppm	100 m
	Freisetzung Cyanwasserstoff	10 ppm	100 m
Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH	Gaswolkenexplosion Propan	0,1 bar	146 m
	Freisetzung Schwefeldioxid	3 ppm	222 m
	Freisetzung Chlor	3 ppm	507 m
Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG	Freisetzung Chlor	3 ppm	263 m

Tabelle 1: Angemessene Abstände

Die ermittelten angemessenen Abstände berücksichtigen den jeweiligen Ort einer Störung sowie im Rahmen der Modellierungsmöglichkeiten des Berechnungsprogramms [12] die Bebauung in der jeweiligen Himmelsrichtung. Der angemessene Abstand setzt sich unter Umständen aus mehreren Einzelergebnissen der Berechnungen zusammen, zur Übersicht dienen die Karten im Anhang 2.

Für Dr. Hesse GmbH & CIE KG wird abweichend von der beschriebenen Darstellung ein angemessener Abstand, ausgehend von den Betriebsgrenzen aus, empfohlen.

Die graphische Darstellung des angemessenen Abstandes findet sich auf Karten die in der Anlage 2 hinterlegt sind.

1.1 Erklärung

Diese gutachtliche Untersuchung wurde nach bestem Wissen und Gewissen, unter Zugrundelegung der anerkannten Regeln der Technik sowie der aufgeführten Unterlagen, ohne Ansehen der Person des Auftraggebers durchgeführt.

Der Sachverständige war nicht an der Planung der Projekte beteiligt. Er steht zu den Investoren, der Betreiberin des Betriebsbereiches sowie den zukünftigen Betreibern der geplanten Betriebsstätten in keinerlei personen- oder gesellschaftsrechtlichen Verbindungen.

Münster, den 26.05.2015

Dipl.-Ing. Friedhelm Haumann

Bekanntgegeb. Sachverständiger
nach § 29 a Abs. 1 BImSchG

Dipl.-Phys. Jan Philipp van de Sand

2 Einleitung und Aufgabenstellung

Auf der Basis des Art. 12 der Seveso-II-Richtlinie bzw. des § 50 BImSchG möchte die Stadt Bielefeld angemessene Abstände im Umfeld ihrer Betriebsbereiche gemäß § 3 (5a) BImSchG gutachtlich ermitteln lassen.

Ein Betriebsbereich ist insbesondere der gesamte unter Aufsicht eines Betreibers stehende Bereich, in dem gefährliche Stoffe nach Anhang I der StörfallV (Störfallverordnung) in einer Menge oberhalb der dort genannten Mengenschwellen nach Spalte 4 vorhanden oder vorgesehen sind oder vorhanden sein können.

Innerhalb des Gebietes der Stadt Bielefeld sollen folgende Betriebsbereiche untersucht werden:

- Baxter Oncology GmbH
- Dr. Hesse GmbH & CIE KG
- Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH
- Stockmeier GmbH.

Eine Übersicht über die oben genannten Betriebsbereiche ist in der Anlage 1 zu finden.

In diesen Betriebsbereichen wird mit gefährlichen Stoffen gemäß Anhang I der Störfall-Verordnung in einer Menge umgegangen, dass bei etwaigen Unfällen mit Auswirkungen auf die Nachbarschaft gerechnet werden muss. Folglich sind bei der Abwägung über zukünftige städtische Planungen die von diesen Anlagen möglicherweise ausgehenden Gefährdungen zu berücksichtigen.

Zur Entscheidungsfindung bei entsprechenden städtischen Planungen soll unter anderem dieses Gutachten dienen.

Die UCON GmbH, vertreten durch den Unterzeichner, wurde mit der Durchführung der gutachtlichen Beurteilung beauftragt.

3 Verwendete Unterlagen

3.1 Rechtliche Grundlagen

- Richtlinie 96/82/EG des Rates vom 9. Dezember 1996 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen (ABl. EG 1997 Nr. L 10 S. 13), geändert durch die Richtlinie 2003/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 (ABl. EU Nr. L 345 S. 97) – Seveso-II-Richtlinie;
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert am 7. Oktober 2013;
- Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Störfall-Verordnung – 12. BImSchV in der Fassung vom 8. Juni 2005 (BGBl. I S. 1598), zuletzt geändert am 14.08.2013 (BGBl. I S. 3230);
- Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26.11.2010 (BGBl. I S. 1643, 1644), zuletzt geändert am 15.07.2013 (BGBl. I S. 2514).

3.2 Technische Regeln, Leitfäden, Berichte

- [1] Leitfaden KAS-18: „Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG“, erarbeitet von der Arbeitsgruppe „Fortschreibung des Leitfadens SFK/TAA-GS-1“, verabschiedet im November 2010 von der Kommission für Anlagensicherheit (KAS), 2. überarbeitete Fassung;
- [2] Arbeitshilfe KAS-32: „Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18“, verabschiedet im November 2014 von der Kommission für Anlagensicherheit (KAS)
- [3] Abschlussbericht TAA-GS-23: „Definitionen nach § 2 Nr. 1 und 2 Störfall-Verordnung“ des Arbeitskreises zur Umsetzung der Seveso II-Richtlinie, verabschiedet auf der 23. TAA-Sitzung am 04. April 2001.

- [4] VDI-Richtlinie: VDI 3783 Blatt 1, Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen; Sicherheitsanalyse, Mai 1987;
- VDI-Richtlinie: VDI 3783 Blatt 2, Umweltmeteorologie; Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen schwerer Gase; Sicherheitsanalyse, Juli 1990;

3.3 Literatur und weitere Quellen

- [5] Vollzugshilfe zur Störfall-Verordnung; BMU, Stand März 2004;
- [6] Feldhaus: Bundesimmissionsschutzrecht Kommentar, 2. völlig neu bearbeitete Auflage, 146. Aktualisierung, Stand Juni 2008, C. F. Müller;
- [7] Landmann / Rohmer: Umweltrecht, 69. EL, C.H. Beck
- [8] GESTIS-Stoffdatenbank, IFA Institut für Arbeitssicherheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung;
- [9] <http://www.wege-bielefeld.de/index.php>
- [10] <http://www.bielefeld.de/de/index.html>
- [11] Windkarten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) mit Daten aus den Jahren 1981 bis 2000
- [12] Dr.-Ing. B. Schalau: Programm zur Numerischen Störfallsimulation „ProNuSs“, Version 8.02;
- [13] Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW <2014>;
- [14] Wikipedia, Stadt Bielefeld

3.4 Prüfunterlagen

1. Lageplan Bielefeld, Stand 01.07.2013
2. Baxter Oncology GmbH, Liste vorhandener Stoffe, die im Leitfaden KAS-18 Anhang 1 genannt sind, Stand Juni 2013
3. Dr. Hesse GmbH & CIE KG, Anlage zum Feuerwehrplan, 07.08.2007
4. Dr. Hesse GmbH & CIE KG, Feuerwehrplan Lageplan, 15.03.2010



5. Dr. Hesse GmbH & CIE KG, Feuerwehrplan-Detailplan, 01.08.2008
6. Dr. Hesse GmbH & CIE KG, Liste vorhandener Stoffe, die im Leitfaden KAS-18 Anhang 1 genannt sind, Stand Juni 2013
7. Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH, Auszug aus dem Sicherheitsbericht, Revision 1, Stand: 21.01.2008
8. Lageplan Sauerstoffwerk Friedrichshafen, Stand: 10.11.2009
9. Sauerstoffwerke Friedrichshafen GmbH, Liste vorhandener Stoffe, die im Leitfaden KAS-18 Anhang 1 genannt sind, Stand Juni 2013
10. Stockmeier Chemie, Gesamtlageplan, 1:500, 13.03.2013
11. Stockmeier Chemie, Angaben zu gehandhabten Stoffen von Herrn Dr. Damrau

4 Stadt Bielefeld

Örtliche Lage [14]

Bielefeld liegt auf der Wasserscheide zwischen Weser und Ems. Das Stadtgebiet gehört drei unterschiedlichen Naturräumen an. Der Norden und Nordosten einschließlich des Stadtzentrums sind in die Hügellandschaft der Ravensberger Mulde eingebettet. Unmittelbar südlich schließt sich der Gebirgszug des Teutoburger Waldes an, der Bielefeld von Westnordwest nach Ostsüdost durchzieht. Der Süden gehört zur Münsterschen Tieflandsbucht, deren Randbereich östlich des Bielefelder Passes das Sandgebiet der Senne bildet.

Die nördlichen Stadtteile Bielefelds liegen in einer sanft welligen Landschaft des Ravensberger Hügellandes mit Feldern, Wiesen, Bächen sowie kleinen Flüssen. Die Wasserscheide bildet der fast völlig bewaldete Höhenzug des Teutoburger Waldes. Er dient als Naherholungsgebiet für die Bevölkerung der Großstadt. Die südlich des Teutoburger Waldes liegende Senne ist aus eiszeitlichen Sandablagerungen entstanden, von deren Heideflächen nur noch Reste im Stadtgebiet von Bielefeld erhalten sind. Heute wird dieses Gebiet von Äckern, Grünland und kleinen Wäldern, jedoch auch von Trockenrasen, Bruchwäldern und Feuchtwiesen geprägt.

Der höchste Punkt im Stadtgebiet liegt auf der Bergkuppe „Auf dem Polle“ in Lämershagen auf 320 m ü. NN, der niedrigste in Brake an der Aa an der Grenze nach Herford auf 71 m ü. NN. Durch das Stadtgebiet führt der 52. nördliche Breitengrad.

Die nächstgelegenen Großstädte sind Hannover (100 Kilometer nordöstlich), Osnabrück (45 Kilometer nordwestlich), Münster (65 Kilometer westlich), Hamm (60 Kilometer südwestlich) und Paderborn (40 Kilometer südöstlich). Bielefeld liegt in einem Verdichtungsgebiet, das sich entlang der Bahnstrecke Hamm–Minden und der parallel verlaufenden Autobahn A 2 von Gütersloh über Bielefeld und Herford bis Minden erstreckt.

Ausdehnung und Nutzung des Stadtgebiets [14]

Bielefeld ist als „kleine Großstadt“ klassifiziert und bedeckt eine Fläche von 257,91 Quadratkilometern. Die größte Ausdehnung des Stadtgebiets beträgt in Nord-Süd-Richtung 22 und in West-Ost-Richtung 19 Kilometer. Der Anteil an der Landwirtschaftsfläche ist um etwa fünf Prozentpunkte höher als bei vergleichbaren Städten in NRW. Rund 7,5 Prozent der Stadtfläche sind als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Von den Waldgebieten gehören 2.256 ha zum Bielefelder Stadtwald.

Klima [14]

Das Klima in Bielefeld wird durch die Lage im ozeanisch-kontinentalen Übergangsbereich Mitteleuropas und durch seine Lage am Teutoburger Wald bestimmt. Das Gebiet liegt überwiegend im Bereich des subatlantischen Seeklimas mit teils temporären kontinentalen Einflüssen. Die Winter sind unter atlantischem Einfluss meist mild, die Sommer mäßig warm bis warm, die Niederschläge relativ gleichmäßig verteilt. Die Jahresmitteltemperatur liegt im Durchschnitt bei 9,5 – 10 °C. In den Höhenlagen des Osning ist sie deutlich niedriger und liegt bei etwa 7,5 bis 8 °C. Bedingt durch den globalen Klimawandel ist innerhalb der nächsten 5 bis 10 Jahrzehnte von einer Zunahme der mittleren Jahresmitteltemperatur um 3 bis 5,5 °C auszugehen.

Die Niederschlagsmengen schwanken je nach Lage jährlich meist zwischen etwa 800 und 1000 Millimeter. Im Bereich des Stadtzentrums liegt der mittlere Jahresniederschlag bei etwa 900 Millimeter. Da die vorherrschenden Winde meist aus Richtung Südwesten wehen und dabei feuchte Luft vom Atlantik mitbringen erreichen die Jahresniederschläge im und am Südrand des Osning Werte bis deutlich über 1000 Millimeter. Die weiter in der Westfälischen Bucht gelegenen Orte im südlichen Stadtgebiet sind regenärmer. Hier liegt der Jahresniederschlag bei nur noch 750 Millimeter. Niedriger sind die Jahresniederschläge mit etwa 800 Millimetern auch in den geschützten Lagen im Aatal im Ravensberger Hügelland und im Lee des Osning.

Unternehmerische Situation

Bielefeld war ursprünglich ein Zentrum der Leinenweberei. Heute sind weltweit bekannte Unternehmen aus der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, der Druck- und Bekleidungsindustrie sowie der Bauwirtschaft und des Maschinenbaus ansässig, ein Branchenmix der vorwiegend aus mittelständisch ausgerichteten Unternehmen besteht.



Unterstützt werden die Unternehmen durch die städtische Wirtschaftsentwicklungsgesellschaft Bielefeld mbH (WEGE). Diese fördert die Neuansiedlung von Unternehmen sowie die Neugründung unter anderem mit dem Technologie- und Gründerzentrum, hilft bei dem Zugang zu Hochschulen und Forschungseinrichtungen und ermöglicht schnelle Genehmigungsverfahren oder die Suche nach geeigneten Gewerbeflächen. [9]/[10]

5 Berücksichtigung von Abständen zwischen störfall-relevanten Betrieben und schutzbedürftigen Gebieten

Gemäß Artikel 12 der Seveso-II-Richtlinie sind die Mitgliedstaaten dazu verpflichtet, in ihren Politiken der Flächenausweisung oder Flächennutzung und/oder anderen einschlägigen Politiken das Ziel zu berücksichtigen, schwere Unfälle zu verhüten und ihre Folgen zu begrenzen.

Die Mitgliedstaaten haben u.a. bei der Flächenausweisung dafür zu sorgen, dass zwischen den unter die Seveso-II-Richtlinie fallenden Betrieben (Betriebsbereich im Sinne der Störfall-Verordnung) einerseits und Wohngebieten, öffentlich genutzten Gebäuden und Gebieten, wichtigen Verkehrswegen (so weit möglich), Freizeitgebieten und unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvollen bzw. besonders empfindlichen Gebieten andererseits, ein angemessener Abstand gewahrt bleibt, damit es zu keiner Zunahme der Gefährdung der Bevölkerung kommt. [1], [5]

5.1 Abstandsempfehlungen für die Bauleitplanung im Leitfaden KAS-18

Um den für die Bauleitplanung verantwortlichen Stellen und insbesondere den zu beteiligenden Fachbehörden, wie den Immissionsschutzbehörden eine einheitliche Grundlage in Form eines Arbeitsleitfadens für die Beurteilung angemessener Abstände zwischen Betriebsbereich (Betrieb im Sinne der Seveso-II-Richtlinie) und schutzbedürftigem Gebiet an die Hand zu geben, wurden von der Arbeitsgruppe „Fortschreibung des Leitfadens SFK/TAA-GS-1“ Abstandsempfehlungen und Bewertungsmethoden vorgeschlagen. Diese sollen schon mit planerischen Mitteln sicherstellen, dass Flächen mit unverträglichen Nutzungen einander in einem angemessenen Abstand zugeordnet werden.

Die Abstandsempfehlungen und Bewertungsmethoden wurden in dem Leitfaden KAS-18 „Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG“ zusammengefasst. Er wurde im November 2010 von der Kommission für Anlagensicherheit (KAS) verabschiedet. [1]

Im November 2014 wurde von der KAS die Arbeitshilfe KAS-32 „Szenariospezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18“ verabschiedet [2].

5.2 Grundlagen der Abstandsempfehlungen gemäß KAS-18

Aufgrund langjähriger Erfahrungen und aus der Analyse von Störfallereignissen im Verlauf von 15 Jahren in Deutschland wurde im KAS-18 für die Freisetzung von Stoffen des Anhangs I – Teil I und II – der Seveso-II-Richtlinie (entsprechend Anhang I der Störfall-Verordnung) in der Regel eine Leckgröße von 490 mm² (entsprechend dem Abriss einer DN 25-Leitung) sowie die Freisetzung eines Gebindes zu Grunde gelegt.

Zur Beurteilung der berechneten Konzentrationen wird der ERPG-2-Wert herangezogen. Dieser ist folgendermaßen definiert:

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

Stoffe für die - wie gemäß KAS-18 vorgegeben - kein ERPG-2- bzw. AEGL-2-Wert existiert, wird der TEEL-Wert für die Beurteilung herangezogen.

Der **TEEL-2**-Wert (**T**emporary **E**mergency **E**xposure **L**imits) bezeichnet die maximale Konzentration in der Luft, von der angenommen wird, dass ihr fast alle Menschen ausgesetzt sein können, ohne dass sie irreversible oder andere schwerwiegende Beeinträchtigungen der Gesundheit erfahren oder entwickeln oder Symptome zeigen, die sie daran hindern, Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Die Auswirkungen eines Brandes hinsichtlich der Wärmestrahlung sowie einer Explosion hinsichtlich der Druckwelle wurden anhand der im Leitfaden KAS-18 für diesbezügliche Szenarien genannten Leitwerte beurteilt.

Die Berechnung des austretenden Massenstromes, der Konzentrationen in Abhängigkeit von der Entfernung gemäß VDI-Richtlinie 3783, sowie Wärmestrahlung und der Explosionsüberdruck in Abhängigkeit der Entfernung wurden mit dem Programm ProNuSs [12] ermittelt.

5.3 Einordnung der ermittelten Abstände

Die unter den Voraussetzungen des Dennoch-Störfalls ermittelten Achtungsabstände bzw. angemessenen Abstände beruhen auf Annahmen, deren Folgen durch vorgegebene Modelle [4] bzw. der Berechnungssoftware [12] ermittelt werden. Durch die Erfahrung und Qualifikation des Sachverständigen auf der einen sowie die stetige Verbesserung der Modelle und Rechenprogramme auf der anderen Seite, werden möglichst exakte Abstände ermittelt, Abweichungen sind jedoch auch bei sorgfältiger Arbeit nicht auszuschließen. Die angegebene Entfernung für die jeweiligen angemessenen Abstände können aus diesem Grund nicht als eine scharfe Grenze angesehen werden.

Es liegt im Aufgabenbereich der Kommunen, innerhalb und am Rand der ermittelten Zonen bei Einzelprojekten abzuwägen und dabei sowohl die Interessen der Allgemeinheit als auch die Entwicklungsmöglichkeiten der Betriebe zu berücksichtigen.

Als Hilfestellung zur möglichen Nutzung innerhalb der angemessenen Abstände soll das Kapitel 8 dienen.

6 Anlagen- und Betriebsbeschreibung

6.1 Baxter Oncology GmbH

Baxter Oncology GmbH ist eine Gesellschaft von Baxter International Inc., einem Unternehmen für Pharmazie und Medizintechnik. In den Produktionsanlagen der Niederlassung Bielefeld findet die Herstellung von Medikamenten zur Krebstherapie statt.

Die verwendeten Einsatzstoffe werden u. a. als sehr giftig, giftig, brandfördernd, entzündlich, leicht- und hochentzündlich eingestuft.

Die Niederlassung in Bielefeld befindet sich im Süden zwischen der Artur-Ladebeck-Straße und der Eisenbahnstrecke Richtung Bielefeld HBF. Das Unternehmen liegt in einem Gebiet unterschiedlicher Nutzung. In Richtung Nordosten parallel zur Artur-Ladebeck-Straße schließen sich weitere Gewerbe an. In Richtung Süden bzw. auf der gegenüberliegenden Straßenseite sind einzelne Wohnhäuser bzw. Gebiete durchgehender Wohnbebauung in Entfernungen von ca. 85 m und ca. 90 m zum Produktionsgebäude zu finden. Nordwestlich auf der anderen Seite der Bahnlinie verläuft die Bundesstraße B 61.

6.2 Dr. Hesse GmbH & CIE KG

Das Unternehmen Dr. Hesse GmbH & CIE KG entwickelt und vertreibt galvanische Additive für den Korrosions- und Verschleißschutz sowie für die funktionelle und dekorative Oberflächenveredlung von Metallen.

Die eingesetzten Stoffe werden unter anderem als sehr giftig, giftig, leicht entzündlich sowie umweltgefährlich eingestuft.

Das Produktionsgebäude befindet sich im Osten von Bielefeld an der Werningshofstraße, südlich der Eckendorfer Straße, innerhalb eines Gebietes unterschiedlicher Nutzung. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite nördlich der Eckendorfer Straße liegt ein Gebiet durchgehender Wohnbebauung, etwa 40 m vom Produktionsgebäude entfernt. Der Bereich südlich der Eckendorfer Straße wird vorwiegend gewerblich genutzt, eine Ausnahme bildet das Restaurant Werningshof, welches östlich an die Dr. Hesse GmbH & CIE KG angrenzt.

6.3 Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH

Die Firma Sauerstoffwerke Friedrichshafen GmbH betreibt in Bielefeld ein Werk zur Abfüllung von Gasen und Gemischen. Diese werden in Druckgasflaschen und Fässern auf vorgeschriebenen Flächen gelagert und bereitgestellt. Es sind Stoffe vorhanden, die als hochentzündlich oder giftig eingestuft werden.

Das Gelände der Sauerstoffwerke Friedrichshafen GmbH in Bielefeld befindet sich im Stadtbezirk Heepen auf einem ehemaligen Militärgelände an einem Abzweig der Friedrich – Hagemann-Straße. In südlicher Richtung an das Werk angrenzend befinden sich ein größerer Standort eines Getränkeherstellers sowie eine untergeordnete Bahnlinie. Weiter südlich der Bahnlinie haben ein städtischer Bauhof sowie weitere gewerbliche Nutzungen und ein Sportplatz ihren Standort. Hieran weiter südlich angrenzend befindet sich der Großmarkt Bielefeld. Die hier nicht gewerblich genutzten Flächen sind durch größere, zusammenhängende waldähnliche Flächen geprägt. In südwestlicher Richtung befindet sich östlich der Meisenstraße ein Gewerbepark, in dem auch Sportanlagen wie z. B. eine Kletterhalle liegen. Ebenso aufzufinden ist der Betriebshof einer Privatbahn. Westlich an den Betriebsbereich angrenzend sind, begrenzt durch die Straße am Strebkamp, sind gewerblich genutzte Flächen und eine religiöse Einrichtung zu finden. In nord- westliche Richtung, über die Straße Am Strebkamp befinden sich größere Bildungseinrichtungen (Westfalenkolleg und Ausbildungszentrum der Handwerkskammer, jeweils mit Wohnheimen) sowie eine Kindertagesstätte und eine Kleingartenanlage. Hieran in südwestlicher Richtung angrenzend sind an den Straßen Kleiberweg und Hartlagerholz durchgehende Wohnbebauungen mit 1-2 geschossigen Wohnhäusern zu finden.

Nördlich des Werkes und der Friedrich-Hagemann-Straße befinden sich gewerbliche Nutzungen, eine Gaststätte und direkt an den Betriebsbereich angrenzende Wohnbebauungen. Hieran nördlich angrenzend befinden sich an der Straße Kuckucksweg Wohngebäude, eine religiöse Einrichtung und eine Kindertagesstätte. Die Entfernung zum Sauerstoffwerk beträgt ca. 210 m. Nordöstlich in einer Entfernung von ca. 80 m liegen Sportplätze, die unter anderem von der Arminia Bielefeld genutzt werden. Westlich des Betriebsbereiches, ist direkt angrenzend ein Standort des Technischen Hilfswerks zu finden. Hiervon weiter westlich liegend befindet sich ein Speditions- und Logistikbetrieb.

6.4 Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG

Die Firma Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG beschäftigt sich mit dem Handel von Chemikalien sowie mit der Produktion von Zwischen- und Spezialprodukten für gewerbliche und industrielle Kunden. Das Unternehmen muss aufgrund der Menge an umweltgefährlichen Stoffen die Grundpflichten der Störfallverordnung einhalten.

Der Betriebsbereich liegt südlich zwischen der „Eckendorfer Straße“ und nordöstlich einer untergeordneten, auf einem Damm befindlichen Bahntrasse. Im Osten befindet sich die Straße „Am Stadtholz“, deren direkt an diese Straße grenzende Gebäude nicht mehr zur Firma Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG gehören. Diese Gebäude wurden bisher gewerblich (Textilbranche) genutzt. Östlich der Straße Stadtholz ist eine gemischte Nutzung mit Gewerben, Verwaltung, Gastronomie / Veranstaltungen und Wohnbebauung zu finden. Südlich angrenzend ist die zentrale Aufnahme- und Abfertigung des Landes NRW für Flüchtlinge und eine Hochschuleinrichtung. Im Süden grenzt das Betriebsgelände außerdem an eine Niederlassung eines Autohändlers und den ehemaligen Containerbahnhof. Die östliche, genehmigte Erweiterung des Betriebsgeländes der Fa. Stockmeier wird von weiteren Firmen genutzt, welche nicht dem Geltungsbereich der Störfallverordnung unterliegen.

Westlich des Betriebsbereiches, jeweils nördlich und südlich der Eckendorfer Straße haben ein Baustoffhandel und eine Kfz- Waschstraße ihren Standort. Dem Betriebsbereich nördlich gegenüberliegend der Eckendorfer Straße und in der Straße In der Pottenau befinden sich gewerbliche Nutzungen wie Maschinen- und Werkzeughandel sowie insbesondere Kfz- Handel und Dienstleistungen. Im nördlichen Bereich steht hier auch ein Mehrfamilienwohnhaus. Der Eckendorfer Straße weiter in östliche Richtung folgend befinden sich gewerbliche Nutzungen wie eine Tischlerei, Kfz- Dienstleister und ein Bordellbetrieb.

Die nächsten Wohnbebauungen befinden sich an den Straßen „In der Pottenau“, an der Herforder Straße und an der Leibnizstraße in ca. 165 m, ca. 225 m bzw. 265 m Abstand zu den Grenzen des Betriebsbereiches. Im Westen liegt zudem das schutzbedürftige Objekt Lutherschule in ca. 235 m Entfernung.

7 Ausbreitungsbetrachtung

7.1 Untersuchte Szenarien

Zur Beurteilung nachteiliger Auswirkungen, die von den Betriebsbereichen ausgehen können, werden folgende Szenarien untersucht:

- Baxter Oncology GmbH
 - Freisetzung von Chlorwasserstoff
 - Freisetzung von Phosphoroxychlorid
 - Hydrolyse von Phosphoroxychlorid und Freisetzung von Chlorwasserstoff
- Dr. Hesse GmbH & CIE KG
 - Freisetzung von Epichlorhydrin
 - Freisetzung von Cyanwasserstoff
- Stockmeier Holding GmbH
 - Freisetzung von Chlor
 - Stoffverwechslung und Freisetzung von Chlor
- Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH
 - Gaswolkenexplosion (Propan)
 - Leckage und Ausbreitung giftiger Gase (Schwefeldioxid, Chlor)

Die hier berechneten Szenarien können als pessimal angesehen werden.

7.2 Allgemeine Betrachtung

Für die folgenden Szenarien wurden eine Bodenrauigkeit von 1,2 m für Städte und Waldgebiete berücksichtigt. Des Weiteren wurde festgestellt, dass es sich um ein ebenes Gelände mit gleichförmiger Bebauung handelt.

Als Wetterbedingungen wurden bei den Ausbreitungsberechnungen eine indifferente Temperaturschichtung sowie eine Windgeschwindigkeit von 2,8 m/s als Ausgangswerte gewählt. Aus den Windkarten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) [11] mit Daten aus den Jahren 1981 bis 2000 lässt sich eine Windgeschwindigkeit von 2,5 bis 3,1 m/s ablesen.

Die Temperatur der untersuchten Produkte wird mit 20 °C angenommen.

Die Freisetzungsdauer der Produkte wird auf 10 Minuten angesetzt, Ausnahmen bilden hierbei Szenarien, in denen aufgrund der Gebindegröße eine kürzere Austrittszeit realistisch ist.

Die Nachverdampfung aus einer interstationären Lache wird gemäß KAS-18 über 30 Minuten berücksichtigt. Sollte die vollständige Verdampfung in einem kürzeren Zeitraum ablaufen, so wird die Rechenzeit entsprechend angepasst.

Die Berechnungen der Konzentrationen in Abhängigkeit von der Entfernung gemäß VDI-Richtlinie 3783 wurden mit dem Programm ProNuSs [12] ermittelt.

7.3 Stoffbeschreibungen

In der nachfolgenden Tabelle sind stellvertretend die kritischsten Stoffe in den einzelnen Betriebsbereichen für die Durchführung pessimaler Auswirkungsbetrachtungen aufgeführt. Weitere Gefahrstoffe im Sinne der Störfallverordnung können in den einzelnen Betrieben vorhanden sein, aufgrund unterschiedlicher Begründungen (z. B. Stoffeigenschaften, Lagerung, Menge...) führen sie jedoch zu geringeren Abständen, als die genannten.

Die Auswahl der Stoffe erfolgte auf der Basis der von den Betreibern zur Verfügung gestellten Angaben zu den im Betriebsbereich vorhandenen Stoffen:

Stoff	Relevanter Stoff zur Berechnung	Betriebsbereich
Chlorwasserstoff	Chlorwasserstoff	Baxter Oncology GmbH
Phosphoroxychlorid	Phosphortrichlorid	Baxter Oncology GmbH
Phosphoroxychlorid	Chlorwasserstoff	Baxter Oncology GmbH
Epichlorhydrin	Epichlorhydrin	Dr. Hesse GmbH & CIE KG
Cyanwasserstoff	Cyanwasserstoff	Dr. Hesse GmbH & CIE KG
Propan	Propan	Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH
Chlor	Chlor	Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH
Schwefeldioxid	Schwefeldioxid	Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH
Chlor	Chlor	Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG

Tabelle 8: Relevante Stoffe zur Bestimmung der angemessenen Abstände

Für die Ausbreitungsbetrachtung von Phosphoroxychlorid musste ein Referenzstoff gefunden werden, da Phosphoroxychlorid dem von uns verwendeten Berechnungsprogramm nicht zur Verfügung steht und die Datenlage eine Programmierung des Stoffes nicht erlaubt. Als Referenzstoff wurde Phosphortrichlorid herangezogen, da diese bezogen auf die chemisch physikalischen Eigenschaften zur Verwendung innerhalb dieser Berechnung übertragbar sind.

Detaillierte Informationen zu den Stoffen sind der Anlage 3 zu diesem Gutachten zu entnehmen.

7.4 Baxter Oncology GmbH

7.4.1 Freisetzung Chlorwasserstoff

Die Baxter Oncology GmbH setzt in Bielefeld u. a. Chlorwasserstoff ein. Dieser wird im Außenbereich südöstlich angrenzend an das Produktionsgelände in 50 kg fassenden Druckgasflaschen gelagert. Es wird unterstellt, dass durch Umstoßen oder Ähnlichem das Ventil abreißt und Chlorwasserstoff entweicht.

Entsprechend dem Leitfaden KAS-18 wird an Druckgasflaschen von einem Leck von 80 mm² ausgegangen, daraus ergibt sich ein Massenstrom von ca. 3,5 kg/s wobei ca. 2 kg/s flüssig freigesetzt werden und ca. 1,5 kg/s durch so genannte Flash-Verdampfung gasförmig austritt. Die Lache bildet eine maximale Fläche von ca. 6,2 m².

Unter Berücksichtigung des sich im Nordwesten des Freisetzungsortes befindlichen Gebäudes wurden drei Ausbreitungsbetrachtungen durchgeführt, eine Ausbreitung entlang des Gebäudes, eine in Richtung des Gebäudes und eine mit diesem im "Hintergrund".

In Richtung des Produktionsgebäudes im Nordwesten ergeben sich folgende Konzentrationen:

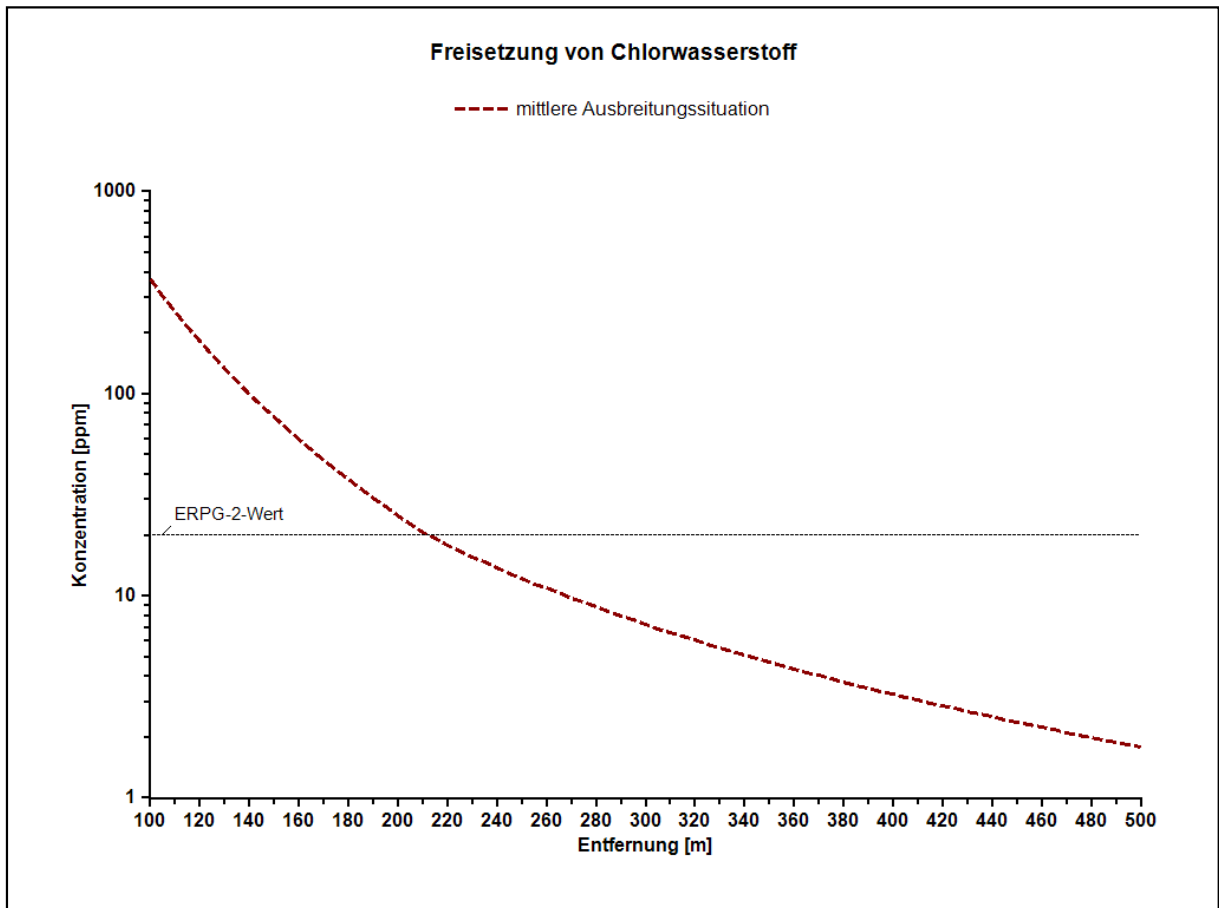


Abb. 1: Konzentration von Chlorwasserstoff in Richtung des Gebäudes in Abhängigkeit der Entfernung

Der ERPG-2-Wert von Chlorwasserstoff beträgt 20 ppm.

Bis zu einer Entfernung von ca. 212 m vom Austrittspunkt muss mit einer Überschreitung des ERPG -2-Wertes gerechnet werden.

In Richtung Südosten ergeben sich folgende Konzentrationen:

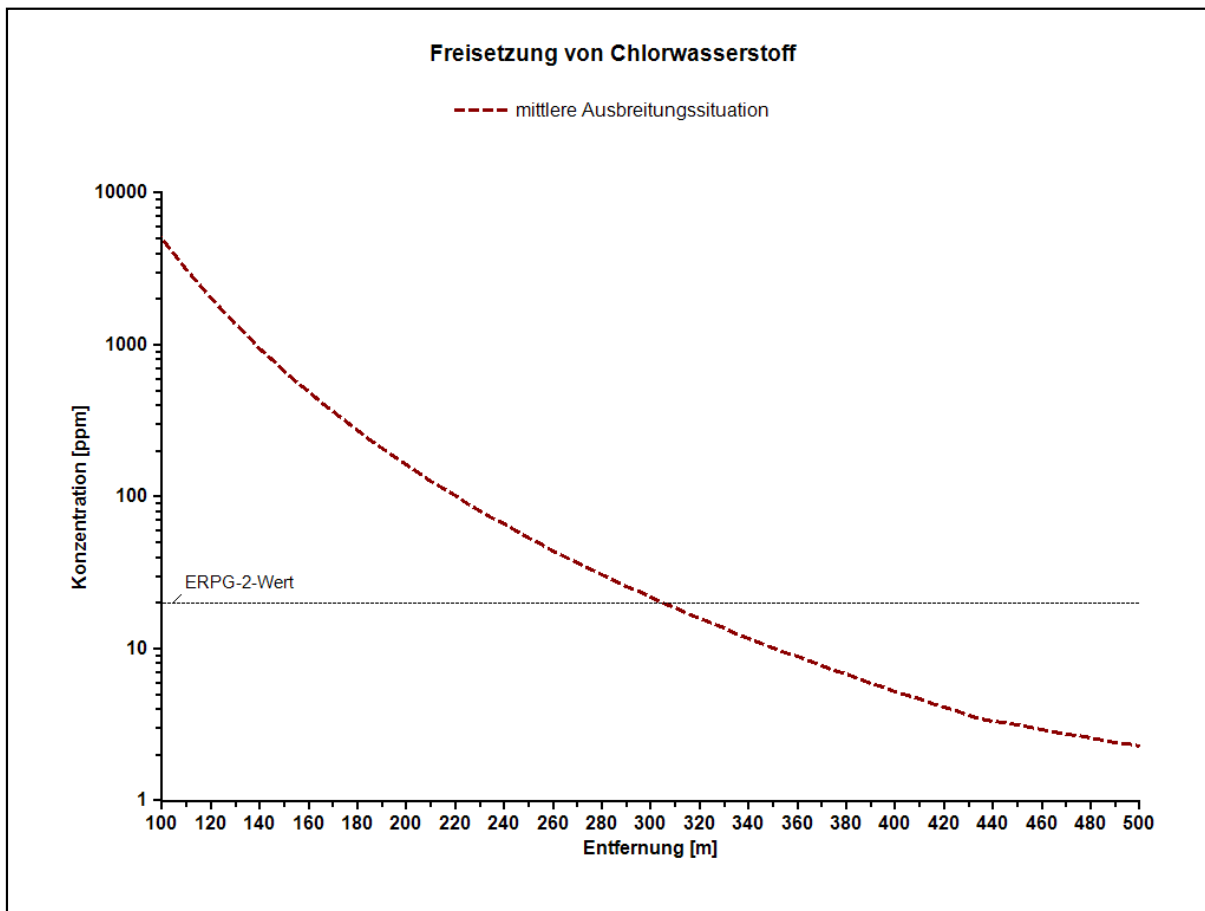


Abb. 2: Konzentration von Chlorwasserstoff vom Gebäude abgehend in Abhängigkeit der Entfernung

Der ERPG-2-Wert wird in südöstlicher Richtung in einer Entfernung von ca. 305 m unterschritten.

Parallel zum Produktionsgebäude in nordöstlicher und südwestlicher Richtung ergeben sich folgende Konzentrationen:

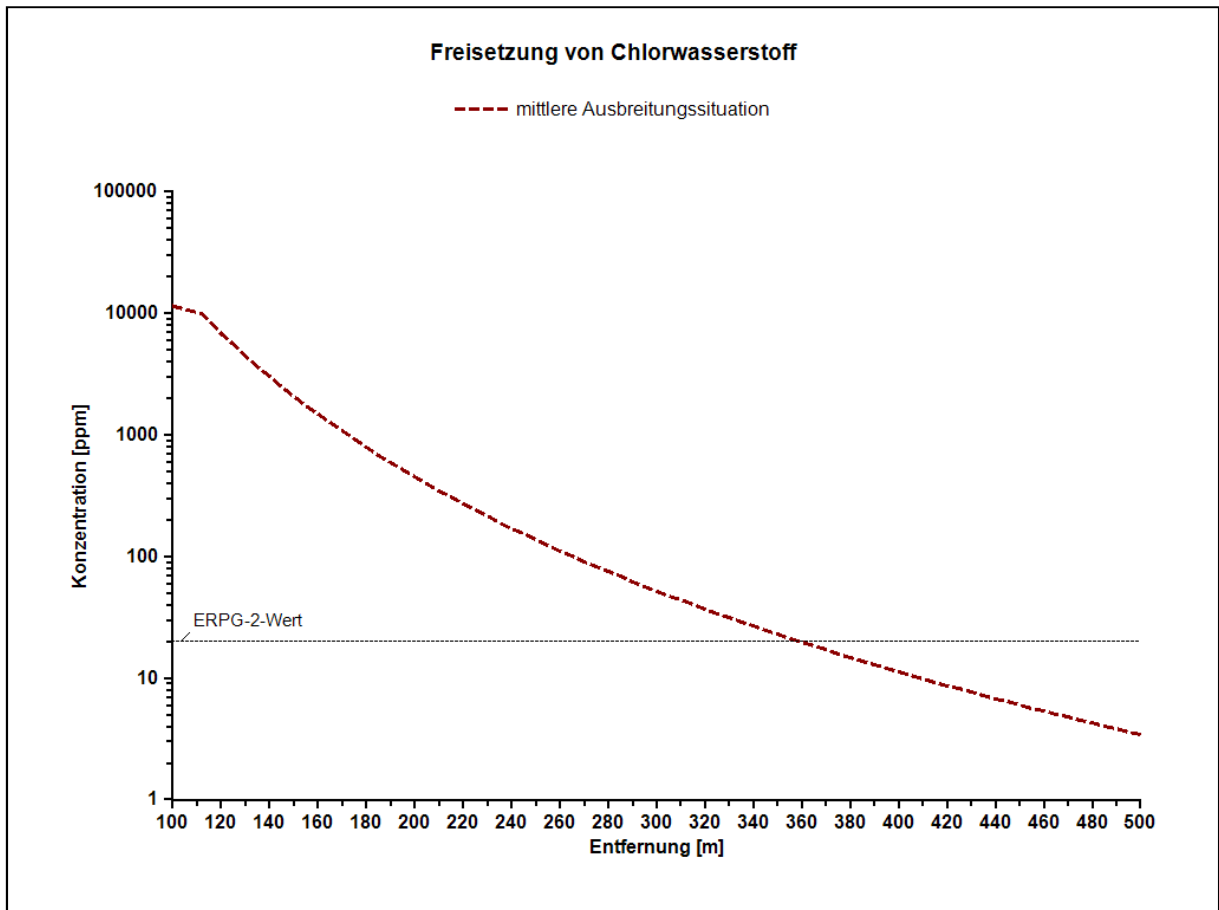


Abb. 3: Konzentration von Chlorwasserstoff parallel zum Produktionsgebäude in Abhängigkeit der Entfernung

Der ERPG-2-Wert wird in südwestlicher und nordöstlicher Richtung in einer Entfernung von ca. 359 m unterschritten.

7.4.2 Freisetzung von Phosphoroxychlorid

Innerhalb der Produktion wird Phosphoroxychlorid eingesetzt. Der in 200 l fassenden Gebinden angelieferte Stoff wird im Bereich zwischen den beiden Produktionsgebäuden angeliefert. Als Szenario wird unterstellt, dass ein Fass beim Entladen beschädigt und der gesamte Inhalt freigesetzt wird. Aus der sich bildenden Lache verdampft die Flüssigkeit.

Es ergibt sich ein Massenstrom von ca. 6,5 kg/s. Die Lachenfläche beträgt in ihrer maximalen Ausdehnung ca. 40 m².

Da die Daten, die für eine Auswirkungsbetrachtung von Phosphoroxychlorid nötig sind, im verwendeten Programm [12] nicht vorhanden sind, wurde Phosphortrichlorid als Referenzstoff verwendet, diese Auswahl ist konservativ.

Es wurden zwei verschiedene Ausbreitungsbetrachtungen aufgrund der Anlieferung in einer Gasse zwischen zwei Gebäuden durchgeführt.

Für die Ausbreitungssituation entlang der Gasse in nordöstlicher und südwestlicher Richtung ergeben sich folgende Konzentrationen:

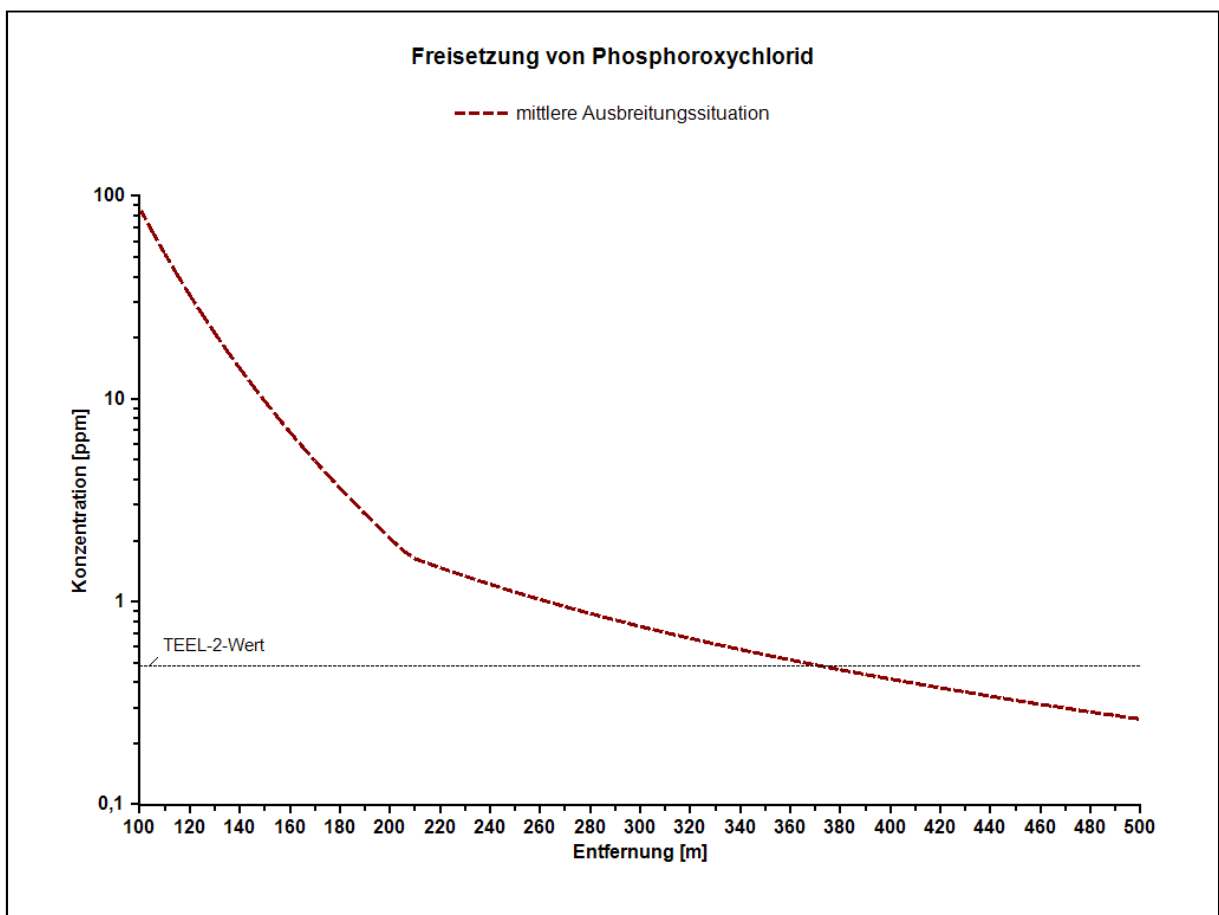


Abb. 4: Konzentration von Phosphortrichlorid parallel zu den Produktionsgebäuden in Abhängigkeit der Entfernung

Da für Phosphoroxychlorid weder ein ERPG-2-Wert noch ein AEGL-2-Wert existiert wurde eine Bewertung auf Grundlage des TEEL-2-Wertes durchgeführt. Dieser beträgt 0,48 ppm und wird in einer Entfernung von ca. 373 m unterschritten.

Für die Ausbreitungssituation in Richtung Nordwest und Südost ergeben sich folgende Konzentrationen:

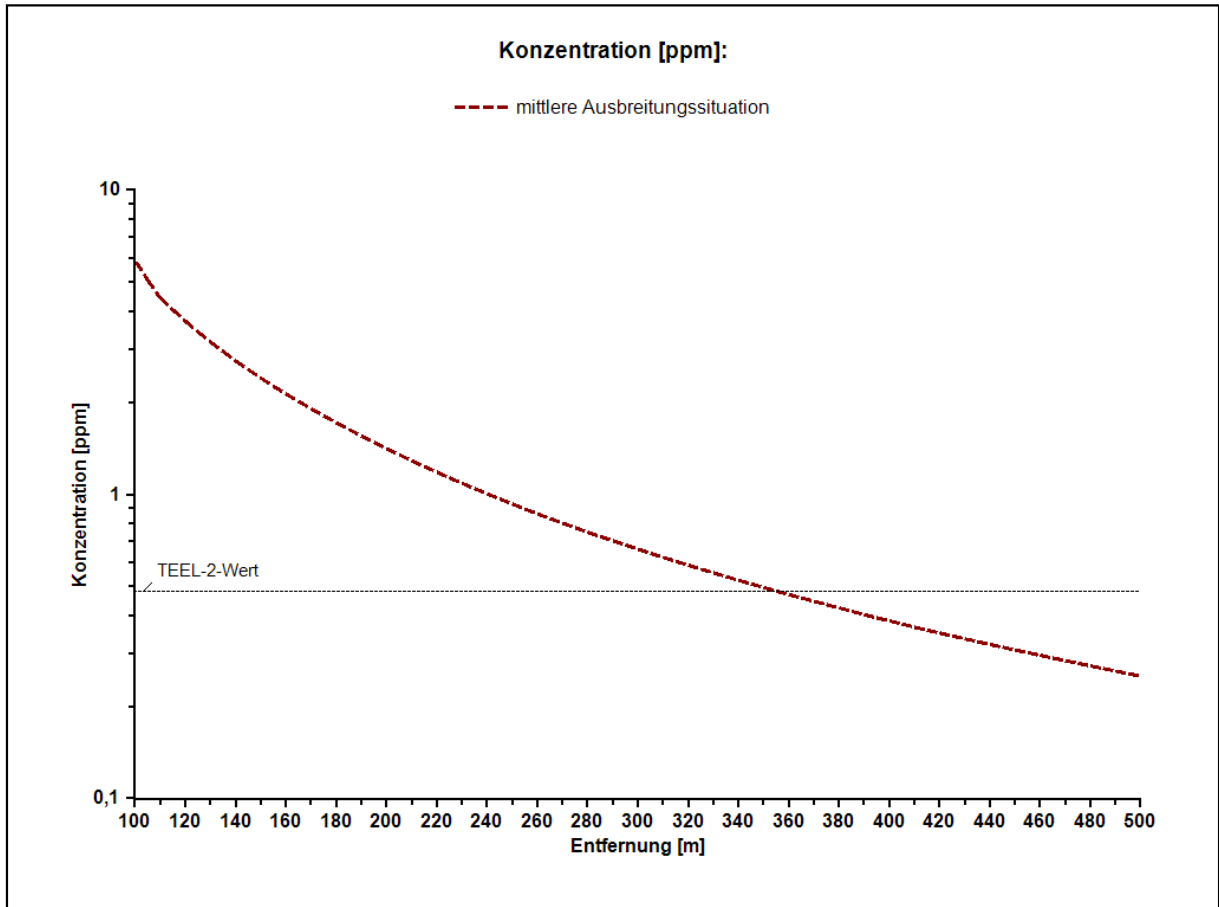


Abb. 5: Konzentration von Phosphortrichlorid in Abhängigkeit der Entfernung

Der TEEL-2-Wert wird in einer Entfernung von ca. 355 m unterschritten.

7.4.3 Hydrolyse von Phosphoroxychlorid und Freisetzung von Chlorwasserstoff

Als Szenario wird unterstellt, dass ein Fass beim Entladen beschädigt und der gesamte Inhalt freigesetzt wird. Es wird weiter davon ausgegangen, dass der Inhalt sich innerhalb einer Vertiefung sammelt, welche aufgrund von Niederschlag mit Wasser gefüllt ist. Phosphoroxychlorid reagiert mit Wasser in einer heftigen Reaktion unter Bildung von Chlorwasserstoffdämpfen. Entsprechend der Arbeitshilfe KAS-32 [2] wurde eine Umsetzung von 50 % unterstellt. Für die Zeit der Freisetzung und Umsetzung des Gebindeinhaltes werden konservativ 4 Minuten angenommen. Daraus ergibt sich ein Massenstrom von ca. 0,5 kg/s.

Es wurden zwei verschiedene Ausbreitungsbetrachtungen aufgrund der Anlieferung in einer Gasse zwischen zwei Gebäuden durchgeführt.

Für die Ausbreitungssituation entlang der Gasse in nordöstlicher und südwestlicher Richtung ergeben sich folgende Konzentrationen:

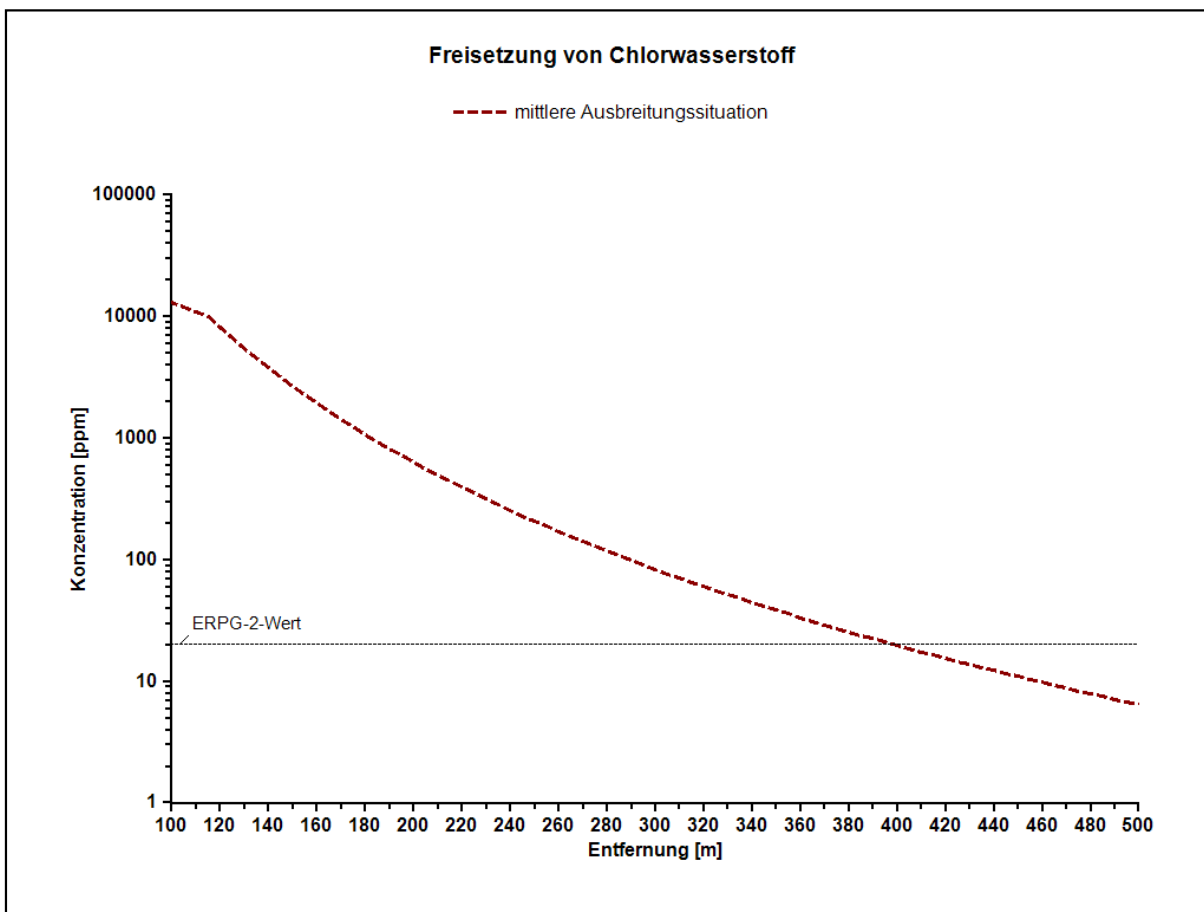


Abb. 6: Konzentration von Chlorwasserstoff parallel zu den Produktionsgebäuden in Abhängigkeit der Entfernung

Der ERPG-2-Wert von Chlorwasserstoff beträgt 20 ppm.

Bis zu einer Entfernung von ca. 399 m vom Austrittspunkt muss mit einer Überschreitung des ERPG -2-Wertes gerechnet werden.

Für die Ausbreitungssituation in Richtung Nordwest und Südost ergeben sich folgende Konzentrationen:

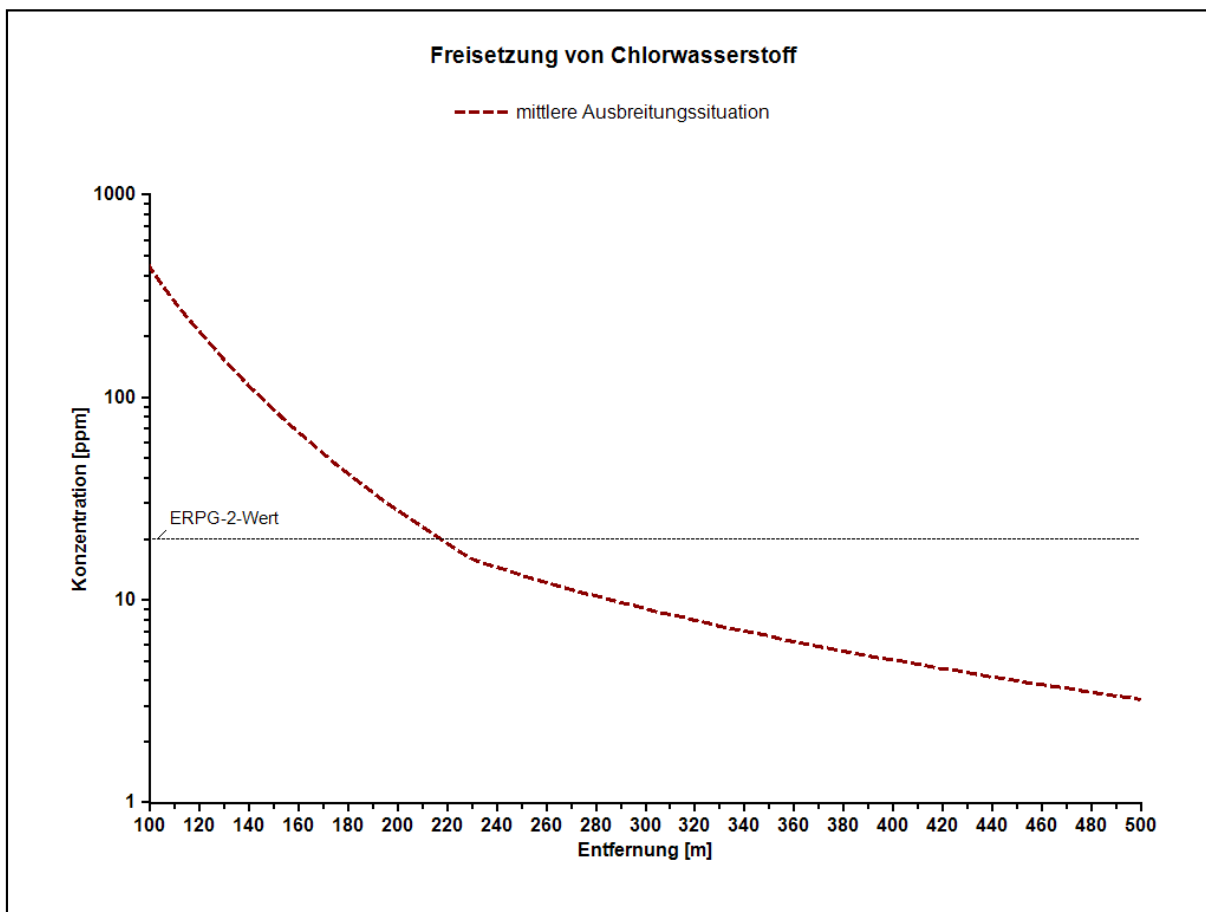


Abb. 7: Konzentration von Chlorwasserstoff in Abhängigkeit der Entfernung

Der ERPG-2-Wert wird in südöstlicher Richtung in einer Entfernung von ca. 217 m unterschritten.

Das Szenario der Entstehung und Ausbreitung von Chlorwasserstoff bei einer Hydrolyse ist abstandsbestimmend für die Baxter Oncology GmbH. Der angemessene Abstand ist auf der Abbildung 6 der Anlage 2 zu sehen.

7.5 Dr. Hesse GmbH & CIE KG

7.5.1 Freisetzung von Epichlorhydrin

Das Unternehmen Dr. Hesse GmbH & CIE KG setzt innerhalb der Produktion u. a. Epichlorhydrin ein. Als Szenario wird unterstellt, dass das größte vorhandene Gebinde von 230 l beim Verladen beschädigt, der Stoff freigesetzt wird und sich eine ca. 46 m² große Lache bildet, aus der das Epichlorhydrin verdampft.

Gemäß dem Leitfaden KAS-18 wird ein zusätzlicher Pumpendruck von 2 bar angenommen. Daraus resultiert ein Massenstrom von ca. 5,6 kg/s.

Es ergeben sich folgende Konzentrationen:

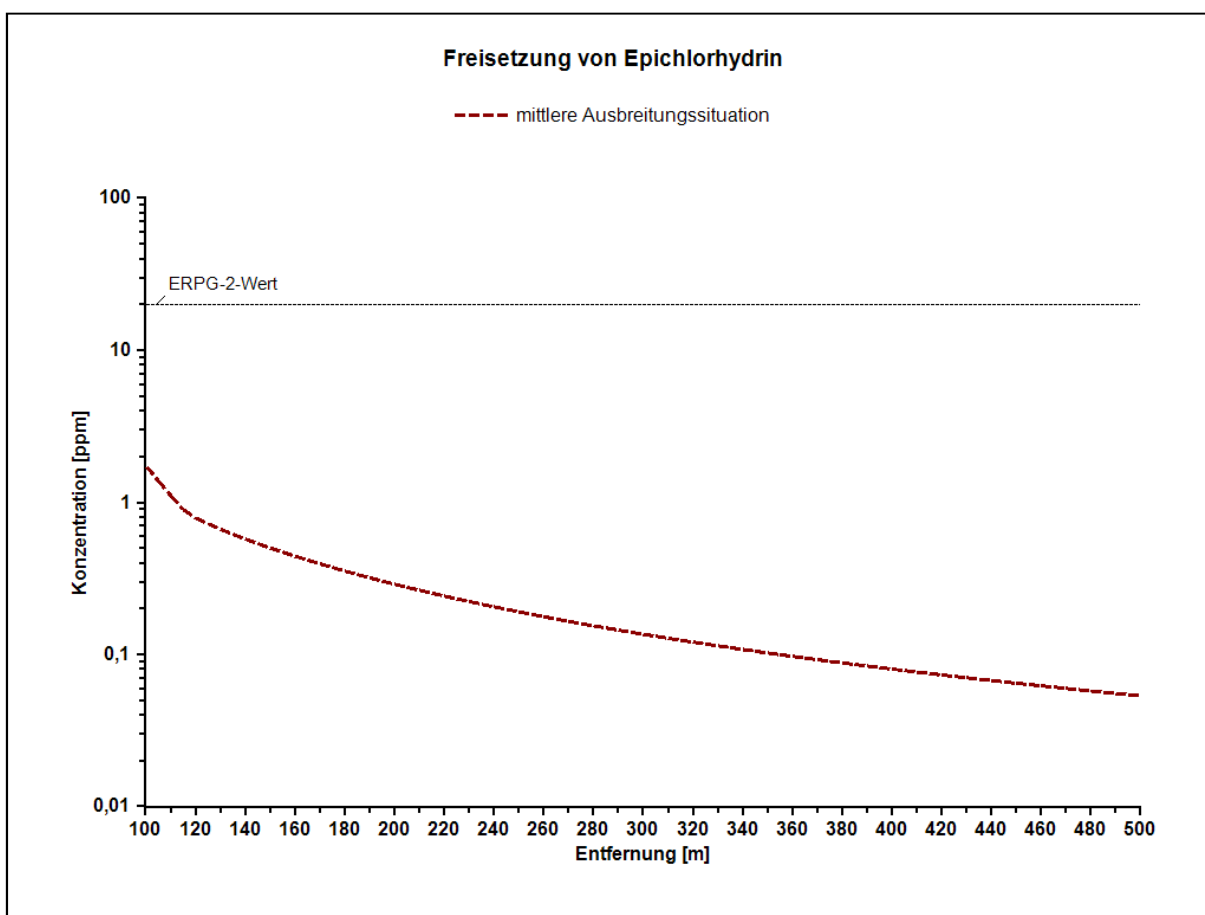


Abb. 8: Konzentration von 1,2-Dichlorethan in Abhängigkeit der Entfernung

Der ERPG-2-Wert von Epichlorhydrin beträgt 20 ppm und wird in einer Entfernung von unter 100 m unterschritten. In einer Entfernung von 100 m ist mit einer Belastung von ca. 1,8 ppm zu rechnen.

7.5.2 Freisetzung von Cyanwasserstoff

Innerhalb der Produktion werden des Weiteren cyanidische Salze eingesetzt. Als Szenario wird unterstellt, dass für einen Ansatz der Flüssigproduktion die maximale Menge von 50 kg Natriumcyanid in einem Behälter vorgelegt und aufgrund einer Stoffverwechslung Säure hinzugegeben wird. Pessimistisch wird unterstellt, dass die Umsetzung des Cyanids zu 100 % in Cyanwasserstoff geschieht und so ca. 28 kg HCN entstehen.

Die in dem Raum vorhandene Lüfterleistung ermöglicht eine 6fache Luftwechselrate, dabei werden die Türöffnungen zu weiteren Gebäudeteilen aus konservativen Erwägungen vernachlässigt. Dies bedeutet, dass ein Massenstrom von ca. 0,05 kg/s über die Abluft in die Umwelt gelangt. Berechnungen haben ergeben, dass die Schwergaseffekte vernachlässigbar sind.

Es ergeben sich folgende Konzentrationen:

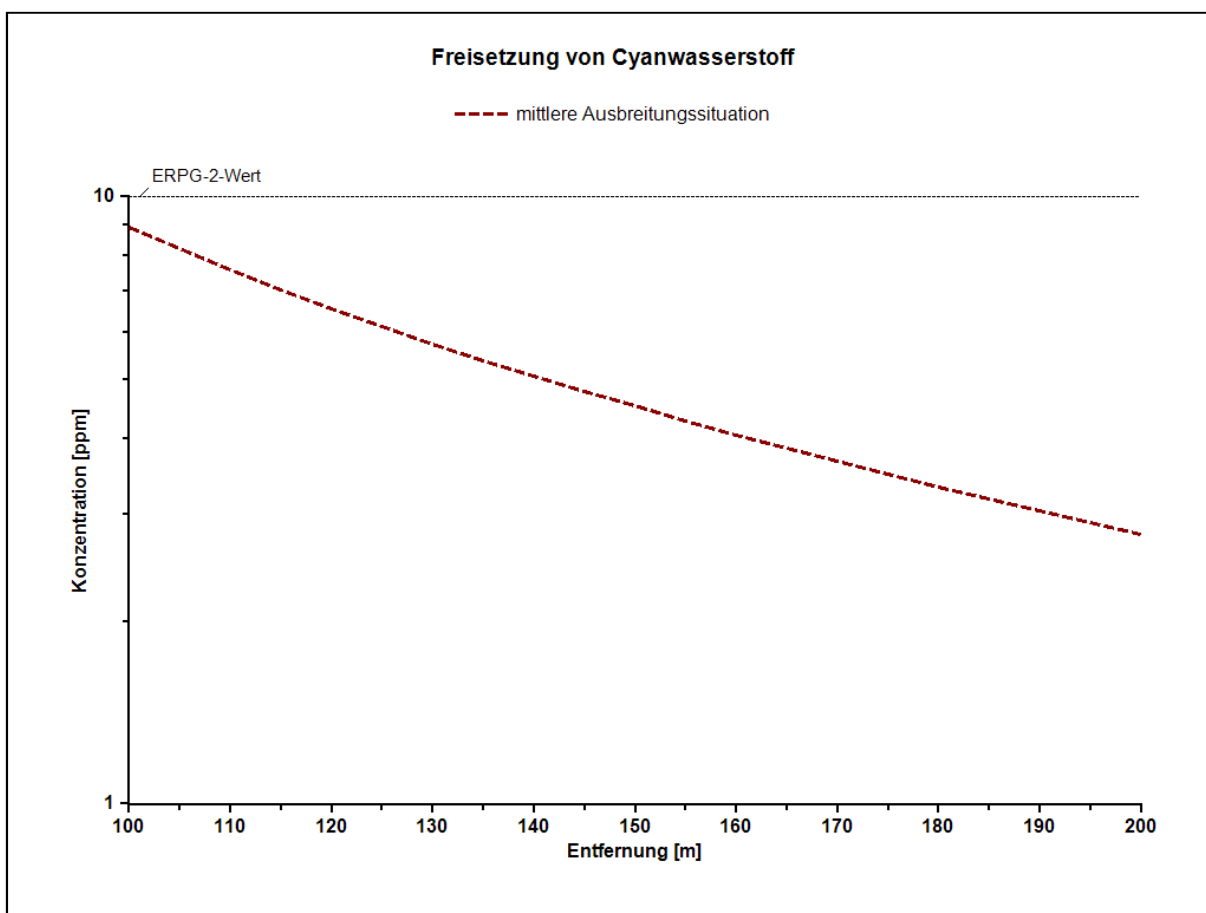


Abb. 9: Konzentration von Cyanwasserstoff in Abhängigkeit der Entfernung



Der ERPG-2-Wert von Cyanwasserstoff beträgt 10 ppm und wird in einer Entfernung von unter 100 m unterschritten. In einer Entfernung von 100 m ist mit einer Belastung von ca. 9 ppm zu rechnen.

Da die Gültigkeit der VDI-Richtlinie 3783 erst in einer Entfernung von 100 m beginnt, wird ein angemessener Abstand von 100 m als umhüllende um das Betriebsgelände empfohlen. Dieser angemessene Abstand ist auf der Abbildung 7 der Anlage 2 dargestellt.

7.6 Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH

7.6.1 Gaswolkenexplosion Propan

Auf dem Betriebsgelände der Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH wird druckverflüssigtes Propan in TKW mit einem Fassungsvermögen von ca. 11.000 kg angeliefert. Für dieses Szenario wird unterstellt, dass sich eine Leckage von 490 mm² bildet, aus der das Propan entweicht.

Ca. 2,29 kg/s gelangen als sogenannte Flash-Verdampfung direkt in die Atmosphäre, ca. 4,73 kg/s bilden eine ca. 491 m² große Lache auf dem Boden, aus der weiteres Propan verdampft. Der Gesamtmassenstrom beträgt ca. 7,02 kg/s. Innerhalb von 30 Minuten gelangen so ca. 4.148 kg Propan in die Atmosphäre.

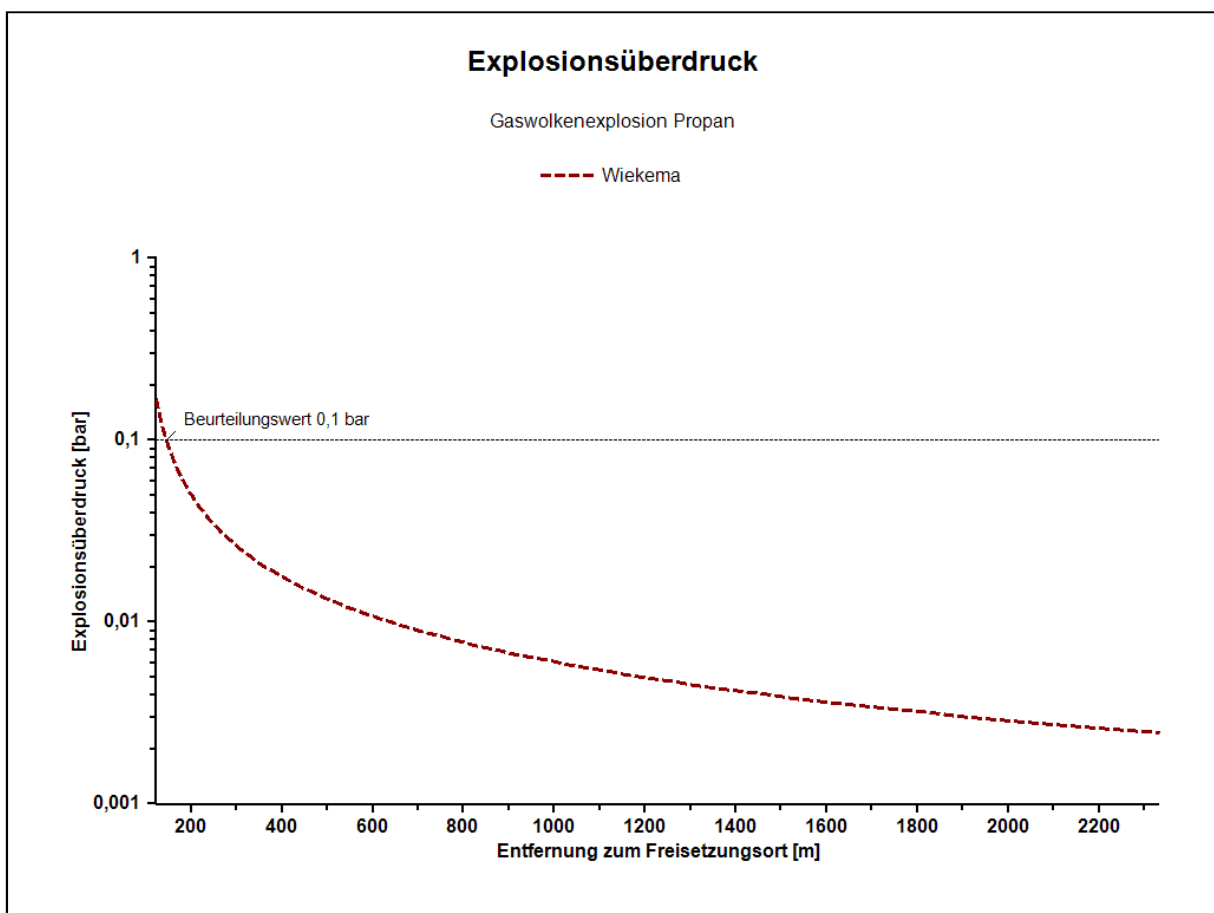


Abb. 1: Explosionsüberdruck in Abhängigkeit der Entfernung

Der Beurteilungswert für den Explosionsüberdruck beträgt 0,1 bar, dieser wird ab einem Abstand von ca. 146 m unterschritten. Die untere Zünddistanz (UZD) beträgt ca. 182 m.

7.6.2 Freisetzung von Schwefeldioxid

Druckverflüssigtes Schwefeldioxid wird im Lagerbereich für giftige Stoffe in Druckgasbehältern in Mengen von ca. 63 kg gelagert. Es wird unterstellt, dass das Ventil eines Gebindes durch Umstoßen o. ä. abreißt und sich eine Leckage bildet, aus der das Schwefeldioxid entweicht. Für die Leckage wird gemäß KAS-18 pessimal eine Austrittsöffnung von 80 mm² angenommen. Die Aufstellungsfläche wird als Ausgangspunkt der Ausbreitungsbetrachtung angesehen, entsprechend ergibt sich von hier aus der angemessene Abstand.

Ca. 0,11 kg/s gelangen als sogenannte Flash-Verdampfung direkt in die Atmosphäre, ca. 0,95 kg/s bilden eine ca. 7,8 m² große Lache auf dem Boden, aus der weiteres Schwefeldioxid verdampft. Der Gesamtmassenstrom beträgt ca. 1,06 kg/s. Innerhalb von 30 Minuten gelangen so ca. 48 kg Schwefeldioxid in die Atmosphäre.

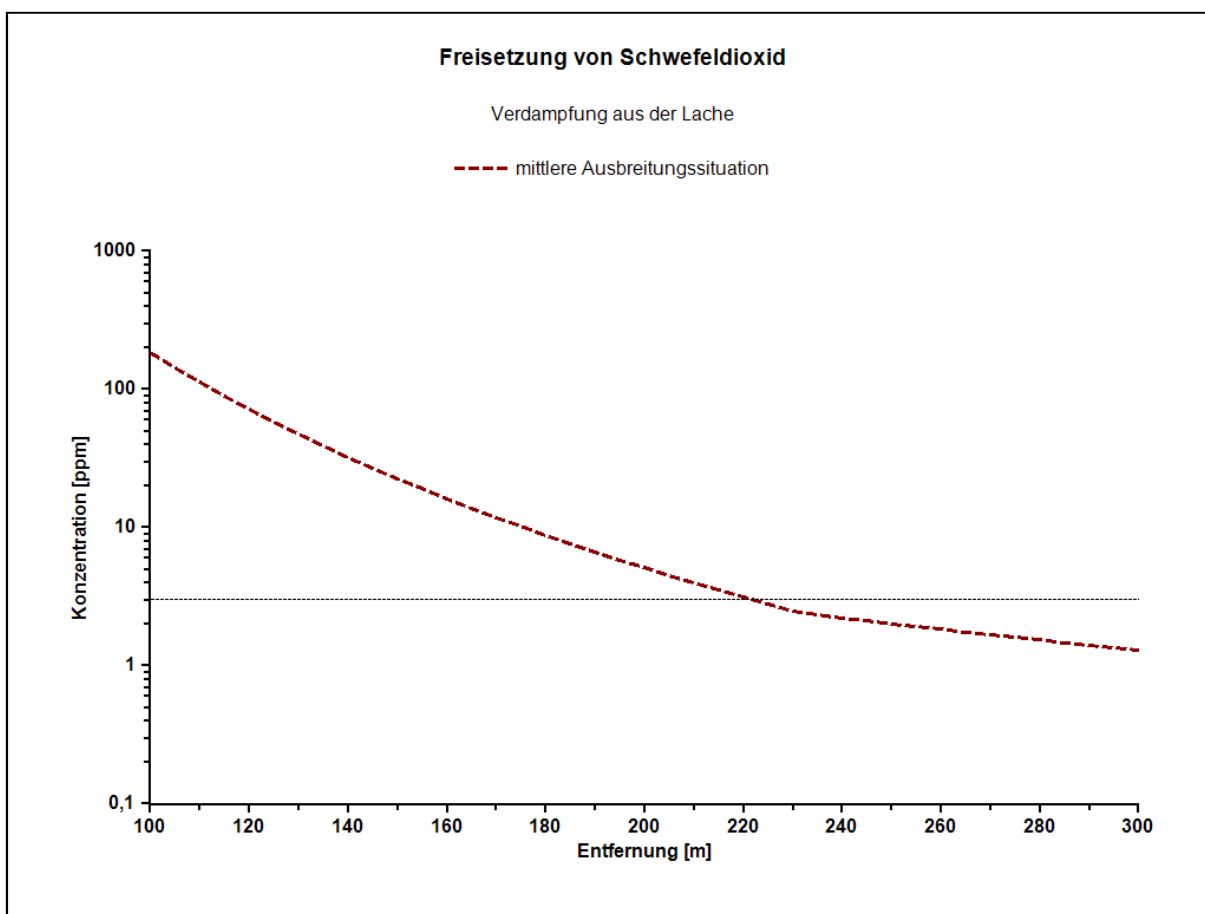


Abb. 2: Konzentration von Schwefeldioxid in Abhängigkeit der Entfernung

Der ERPG-2-Wert für Schwefeldioxid beträgt 3 ppm.

Bis zu einer Entfernung von 222 m muss mit einer Überschreitung des ERPG-2-Wertes für Schwefeldioxid gerechnet werden.

7.6.3 Freisetzung von Chlor

Auf der Aufstellfläche für giftige Stoffe wird unter anderem Chlor in Druckgasbehältern mit einem Fassungsvermögen von ca. 500 kg gelagert. Für dieses Szenario wird unterstellt, dass das Ventil eines Gebindes durch Umstoßen o. ä. abreißt und sich eine Leckage bildet, aus der das Chlor entweicht. Für die Leckage wird gemäß KAS-18 pessimal eine Austrittsöffnung von 80 mm² angenommen. Die Aufstellungsfläche wird als Ausgangspunkt der Ausbreitungsbetrachtung angesehen, entsprechend ergibt sich von hier aus der angemessene Abstand.

Ca. 0,29 kg/s gelangen als sogenannte Flash-Verdampfung direkt in die Atmosphäre, ca. 1,42 kg/s bilden eine ca. 43,9 m² große Lache auf dem Boden, aus der weiteres Chlor verdampft. Der Gesamtmassenstrom beträgt ca. 1,71 kg/s. Innerhalb von 30 Minuten gelangen so ca. 456 kg Chlor in die Atmosphäre.

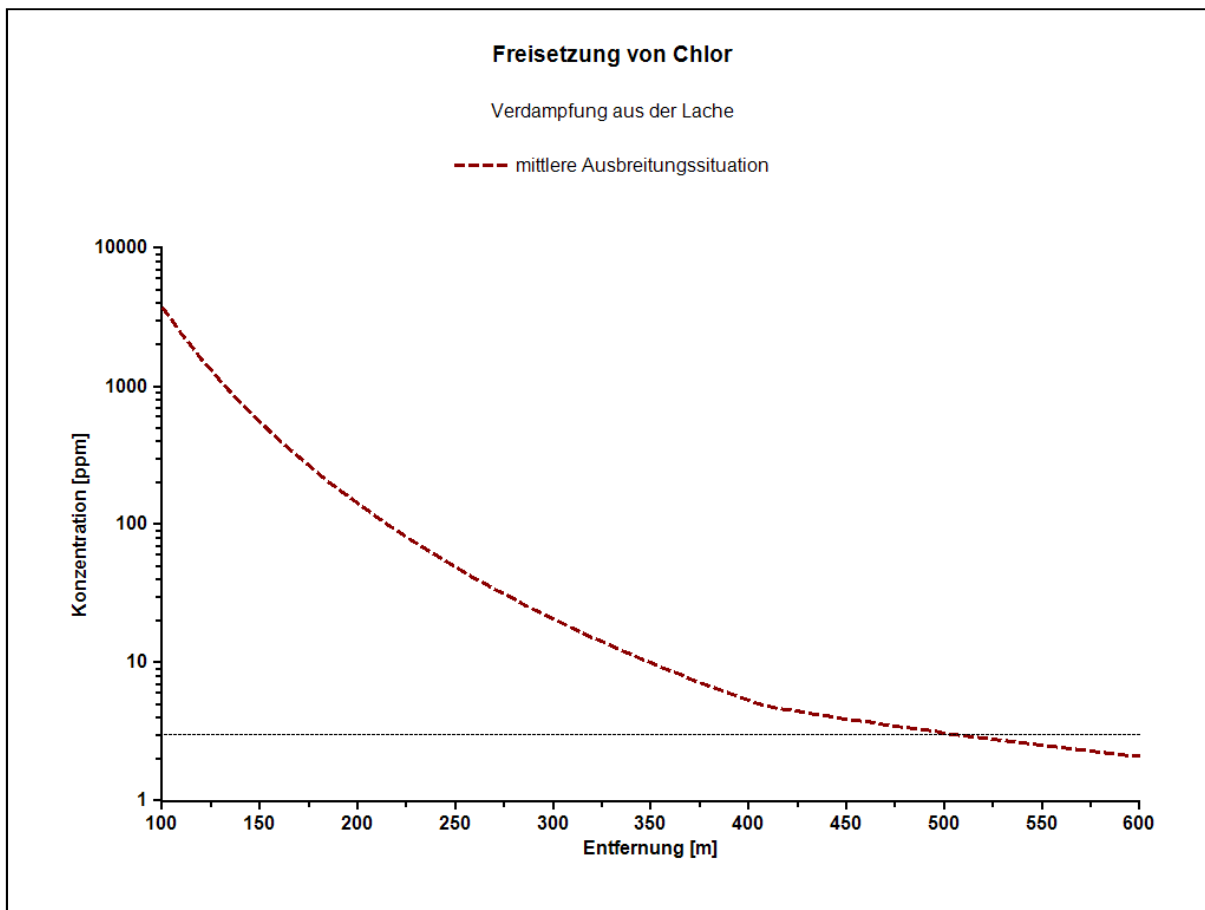


Abb. 3: Konzentration von Chlor in Abhängigkeit der Entfernung

Der ERPG-2-Wert für Chlor beträgt 3 ppm.

Bis zu einer Entfernung von 507 m muss mit einer Überschreitung des ERPG-2-Wertes für Chlor gerechnet werden.

Chlor ist der Abstandsbestimmende Stoff für die Sauerstoffwerke Friedrichhafen GmbH, der angemessene Abstand ist in der Anlage 2 auf Abbildung 8 dargestellt.

7.7 Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG

7.7.1 Freisetzung von Chlor

Die Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG lagert auf ihrem Gelände Chlorgas in 65 kg fassenden Druckgasflaschen. Als Szenario wird unterstellt, dass z. B. durch Umstoßen das Ventil abreißt und der gesamte Inhalt freigesetzt wird.

Im Falle einer Leckage ergeben sich ein gasförmiger Massenstrom von ca. 0,3 kg/s und ein flüssiger Massenstrom von ca. 1,4 kg/s, welcher eine Lache von ca. 7 m² Größe bildet. Der Gesamtmassenstrom beträgt ca. 1,7 kg/s.

Der Freisetzungsort befindet sich umringt von Gebäuden, die als Schutzzaun angesehen wurden. Es ergeben sich folgende Konzentrationen:

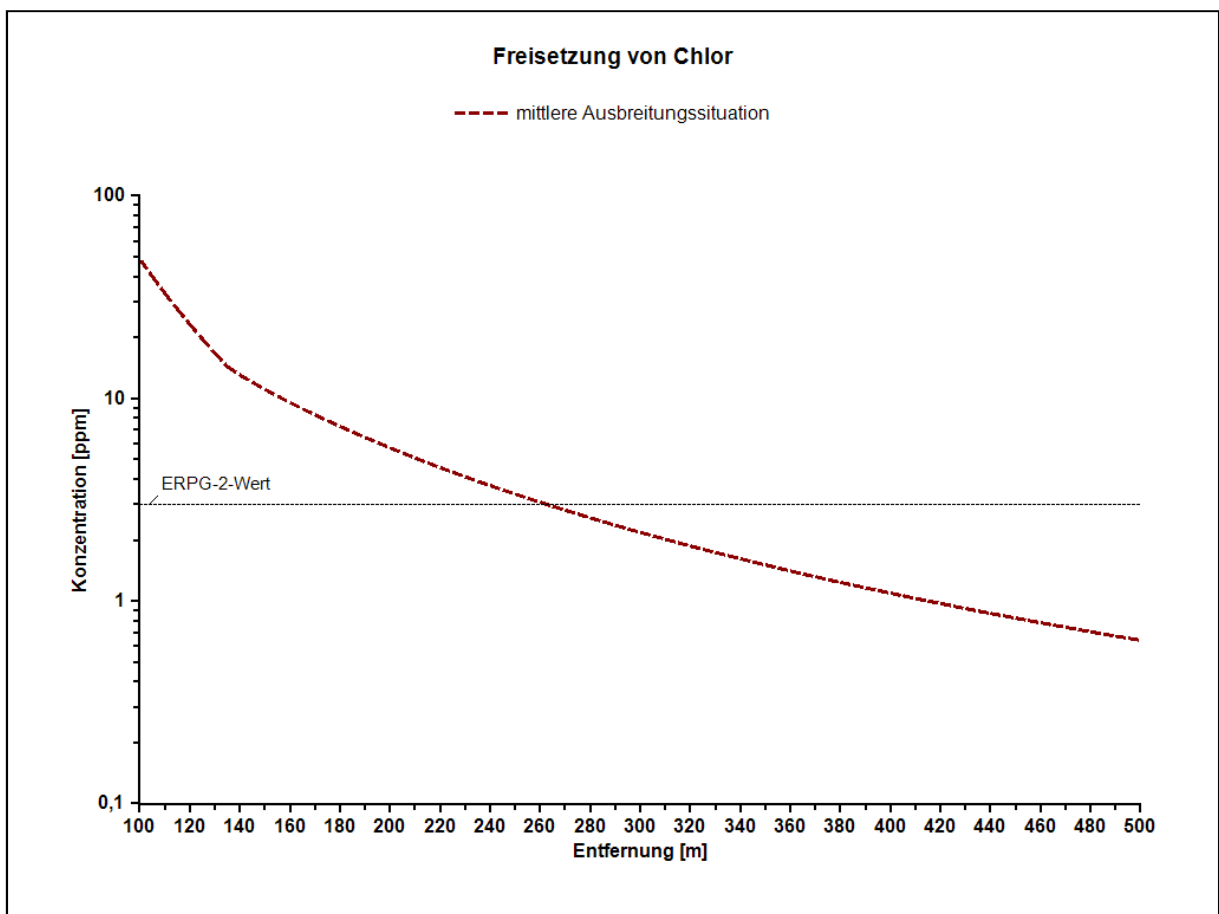


Abb. 10: Konzentration von Chlor in Abhängigkeit der Entfernung

Der ERPG-2-Wert von Chlor beträgt 3 ppm. Dieser wird in einer Entfernung von ca. 263 m unterschritten.

Anmerkung:

Für den Betriebsbereich der Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG beabsichtigt die Stadt Bielefeld in Abstimmung mit der Bezirksregierung Detmold zusätzlich pauschal einen angemessenen Abstand von 60 m um den Betriebsbereich zu legen. Dies ist unter anderem dadurch zu begründen, dass auf Grundlage des Prinzips der gegenseitigen Rücksichtnahme eine zukünftige Entwicklung des Betriebsbereichs auch in den Bereichen möglich sein muss, die nicht durch den nach KAS-18 ermittelten angemessenen Abstand abgedeckt werden.

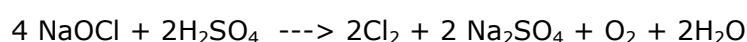
Der in diesem Kapitel ermittelte Abstand sowie die 60 m um den Betriebsbereich sind in der Abbildung 10 im Anhang 2 dargestellt.

7.7.2 Stoffverwechslung

Innerhalb der Produktion und bei der Lagerung ist eine Freisetzung von Stoffen aufgrund einer Stoffverwechslung möglich.

Eine Stoffverwechslung innerhalb der Lagerung wurde vom Unterzeichner aufgrund der Sicherungsmaßnahmen nicht betrachtet. Neben weiteren organisatorischen Maßnahmen wird eine solche Verwechslung für sehr unwahrscheinlich gehalten, weil ein Mitarbeiter der Firma Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG im Zuge der Befüllung von Lagertanks vor Ort eine Probe der sich im Tank befindlichen Flüssigkeit entnimmt und diese mit einer Probe des Stoffes vermischt, welcher zur Befüllung angeliefert wurde. Im Falle einer Reaktion, wird diese durch Sensoren detektiert, welche den Befüllvorgang automatisch unterbinden.

Innerhalb der Produktion wird es für möglich gehalten, dass konzentrierte Schwefelsäure aufgrund einer Stoffverwechslung in einen mit Natronbleichlauge gefüllten Rührbehälter gefördert wird und beide Lösungen miteinander reagieren. Die Umsetzung von Natriumhypochlorit und Schwefelsäure erfolgt gemäß der folgenden Reaktionsgleichung:





Bei der Umsetzung bildet sich neben Wasser und Sauerstoff das hier relevante Chlor. Die Menge an entstehendem Chlor sowie der für die Ausbreitungsbetrachtung relevante Massenstrom sind von mehreren Faktoren abhängig. Insbesondere zur Reaktionsgeschwindigkeit und zur Umsetzungsrate müssen Annahmen getroffen werden, da keine Exakten Werte vorliegen. Je nach getätigten Annahmen der Unterzeichner wurden angemessene Abstände in Entfernungen von 180 m bis 230 m berechnet. Da diese unterhalb des oben berechneten Szenarios zur Ausbreitung von Chlor aus einer Druckgasflasche liegen, wurde der angemessene Abstand auf 263 m festgesetzt, ausgehend von dem Bereich der Chlorgasflaschenlagerung.

8 Mögliche Nutzung innerhalb der angemessenen Abstände

Die Ausbreitungsberechnungen haben gezeigt, dass in der Umgebung der Betriebsbereiche die Beurteilungswerte überschritten werden. Hier stellt sich folglich die Frage, welche Nutzung innerhalb dieser Flächen toleriert werden kann.

Bislang liegen in der Bundesrepublik Deutschland keine Festlegungen vor, welche Nutzung in Abhängigkeit von der Überschreitung des Beurteilungswertes möglich ist.

Grundsätzlich wird von Wohngebieten und vergleichbaren Nutzungen abgeraten. Den Wohngebieten gleichgestellt sind gemäß Art. 12 der Seveso-II-Richtlinie Örtlichkeiten mit Publikumsverkehr u. a. öffentlich genutzte Gebäude - einschließlich Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Altenheime, Behindertenheime -, Freizeit- und Versammlungsstätten bzw. -gebiete sowie wichtige Verkehrswege.

Hinsichtlich der Nutzung kann folgendermaßen unterschieden werden:

- I Wohnnutzungen, Einrichtungen mit starkem Publikumsverkehr sowie Einrichtungen, in denen sich „empfindlichere“ Personengruppen, z. B. Kinder, Kranke, alte Menschen oder Behinderte, aufhalten, sollten innerhalb der angemessenen Abstände ausgeschlossen werden.
- II Versammlungsstätten mit längeren Aufenthaltszeiten sowie Hotels und Einrichtungen mit vergleichbaren Nutzungen können – insbesondere im äußeren Bereich des Abstandsradius - unter der Voraussetzung der Einbindung in die Alarm- und Gefahrenabwehrplanung des Betriebsbereiches befürwortet werden.
- III Gewerblicher und industrieller Nutzung - ohne relevanten Publikumsverkehr - einschließlich der dazugehörigen Büros kann zugestimmt werden.

Bei dieser Differenzierung wird vorausgesetzt, dass die Betriebsbereiche organisatorische Maßnahmen durchführen, z. B. Information der Öffentlichkeit, Erstellung eines Alarm- und Gefahrenabwehrplanes. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass im Rahmen der Katastrophenschutzplanung die externen Alarm- und Gefahrenabwehrpläne erstellt wurden.

Grundsätzlich sollte bei einer zu treffenden Entscheidung berücksichtigt werden, ob die vorgesehene Nutzung mit einer signifikanten Erhöhung der Personenzahl verbunden ist.

Anlage 1

1 **Übersichtskarten der Betriebe gemäß 12. BImSchV in Bielefeld**

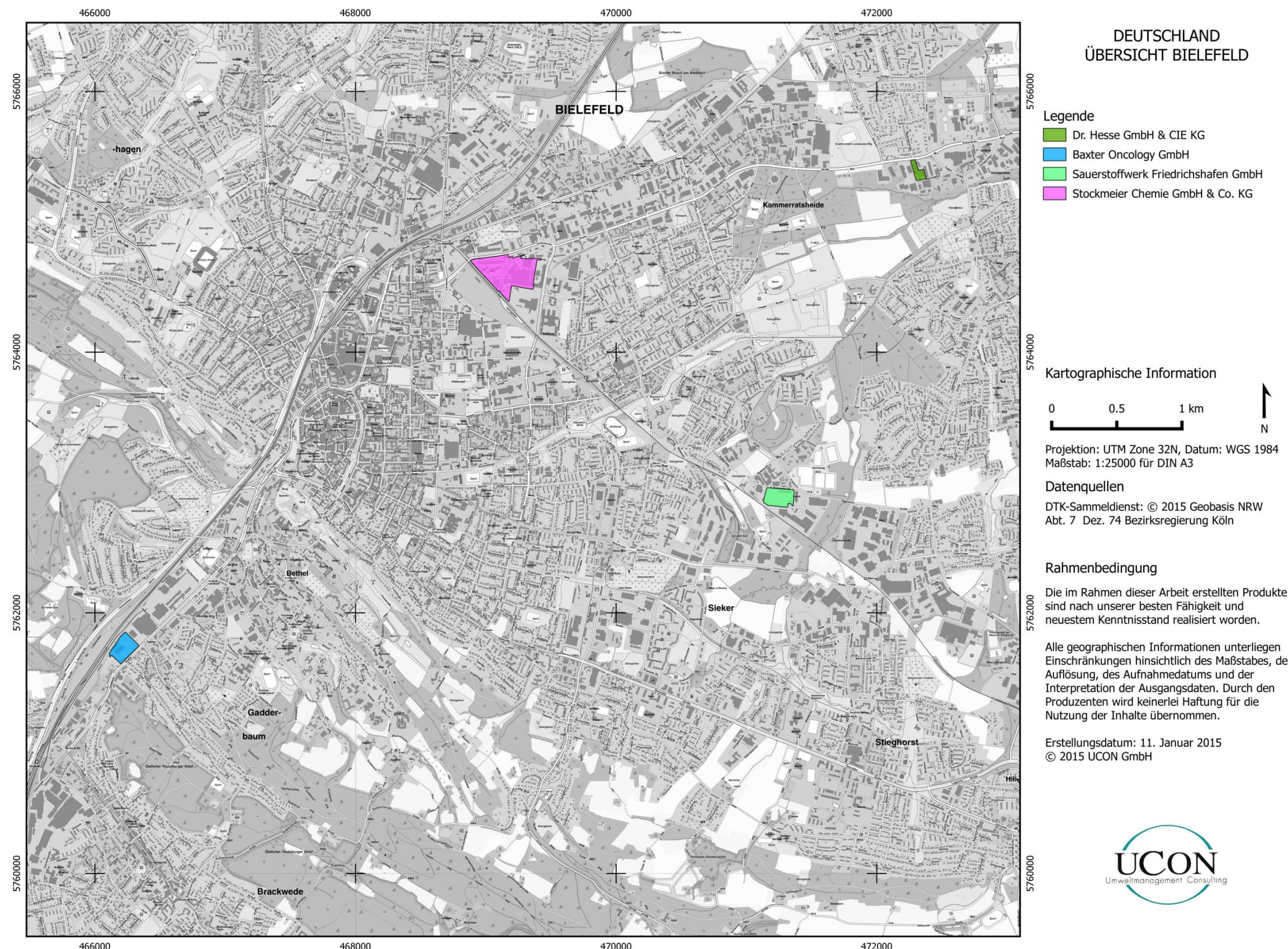


Abbildung 1: Im Rahmen des Gutachtens Untersuchte Betriebsgelände in Bielefeld

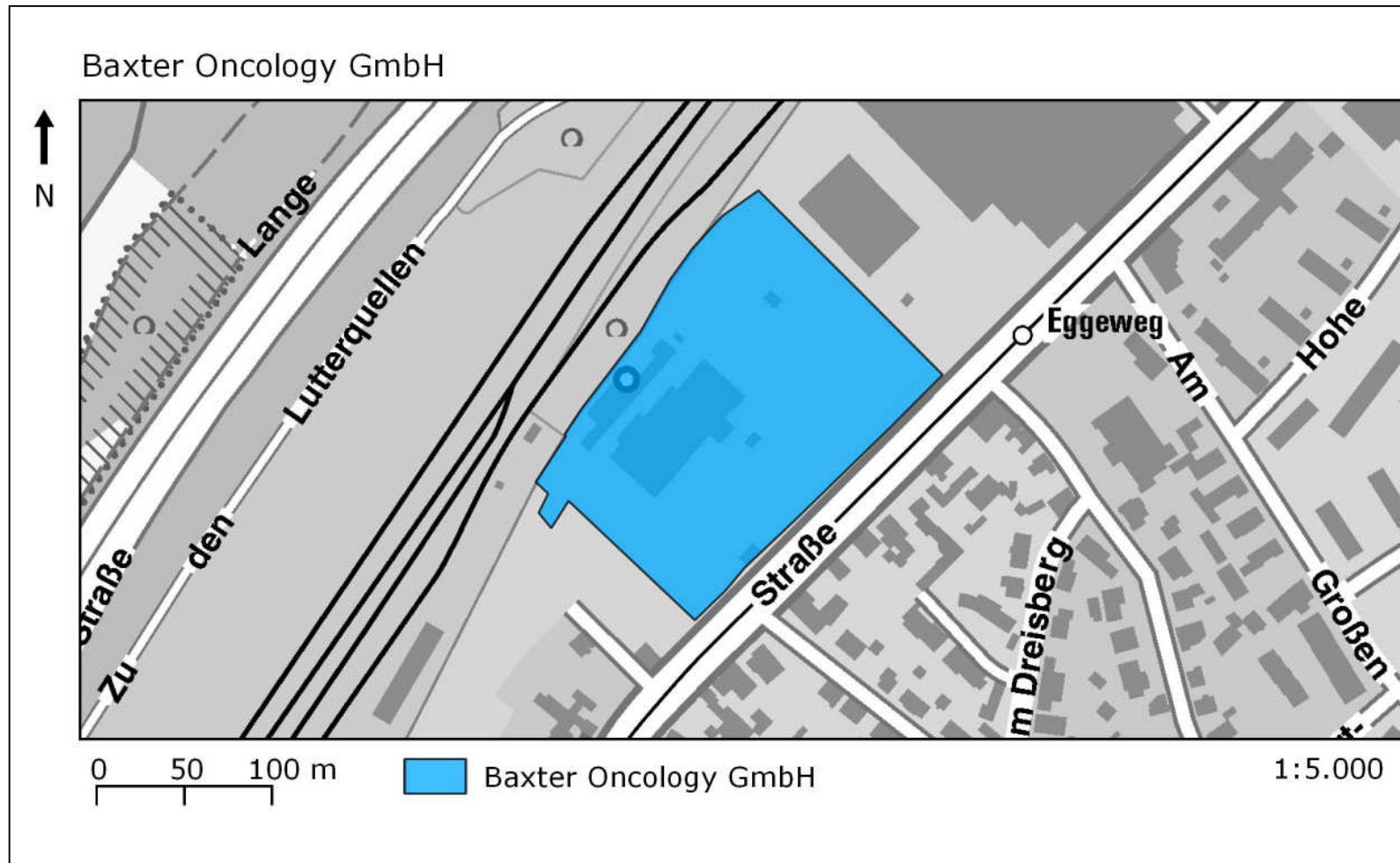


Abbildung 2: Betriebsgelände der Baxter Oncology GmbH

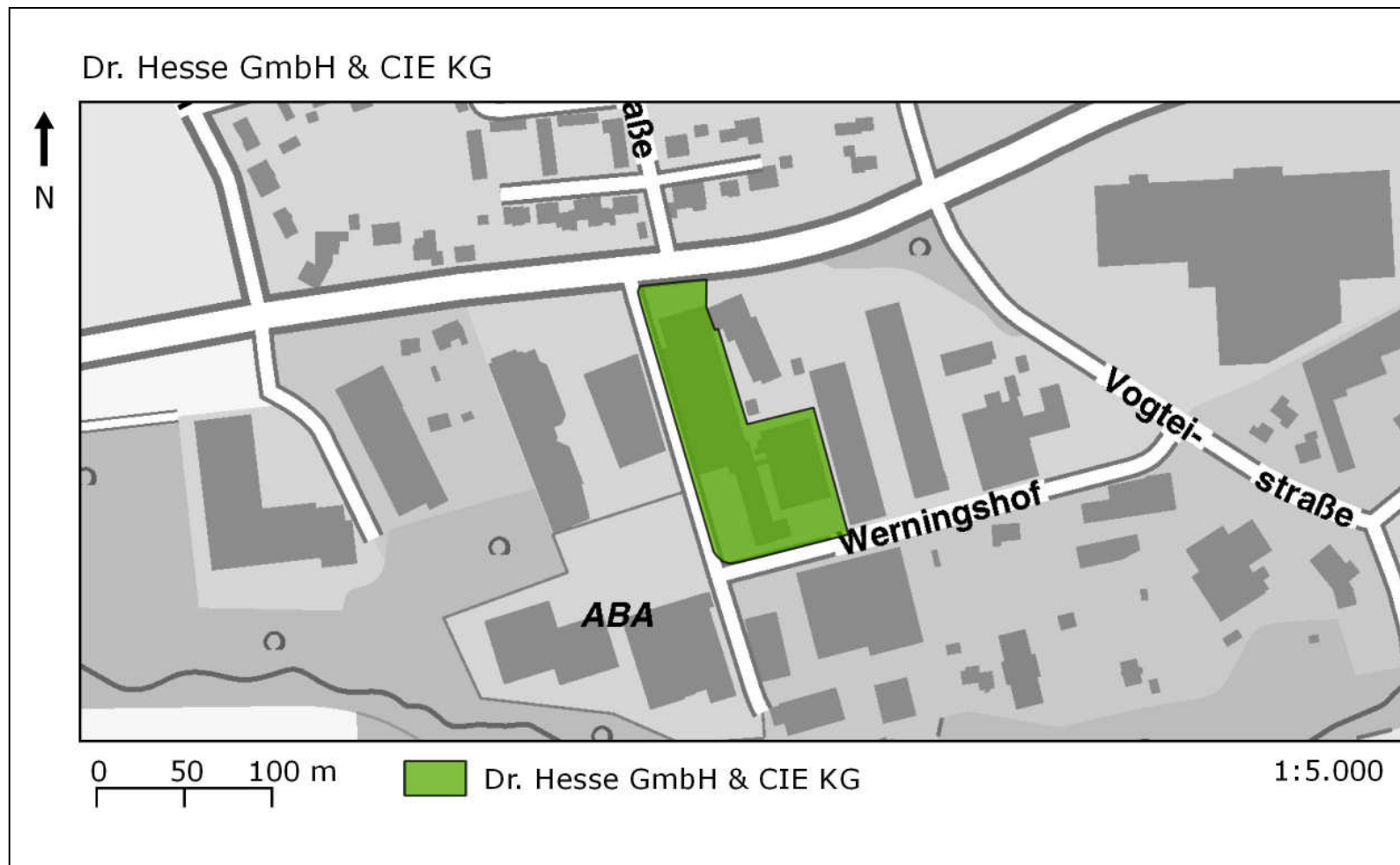


Abbildung 3: Betriebsgelände der Dr. Hesse GmbH & CIE KG

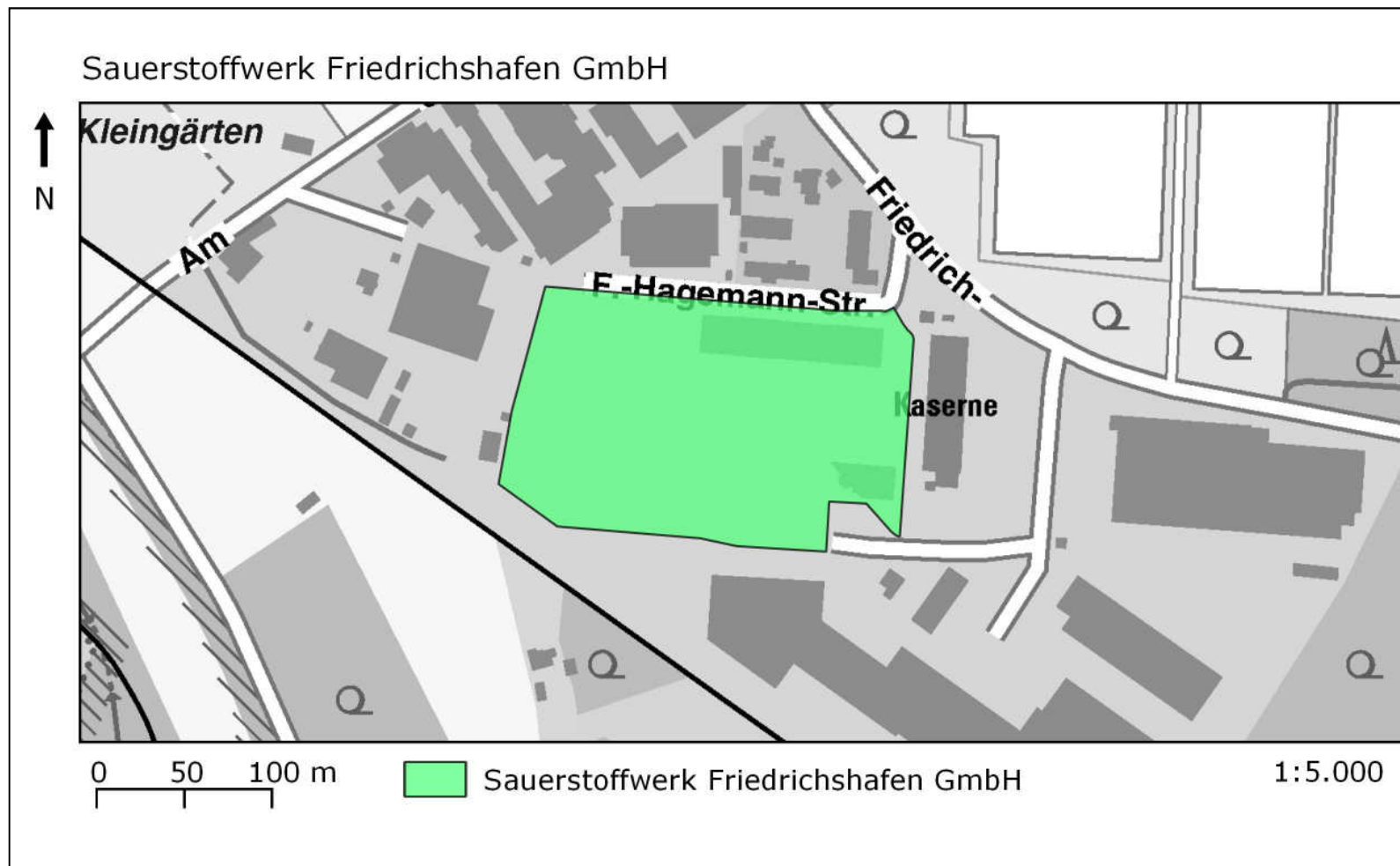


Abbildung 4: Betriebsgelände der Sauerstoffwerke Friedrichshafen GmbH

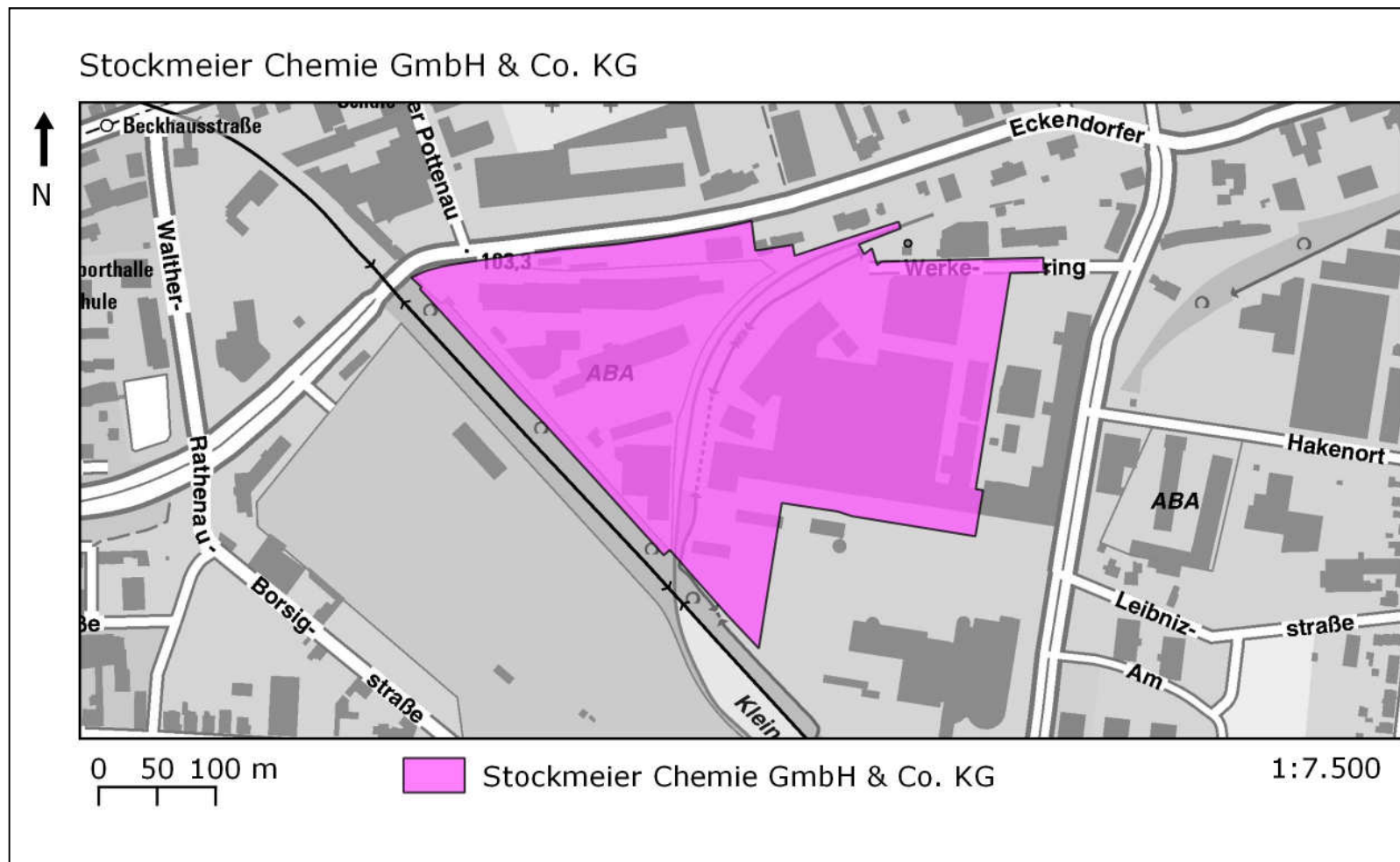


Abbildung 5: Betriebsgelände der Sauerstoffwerke Friedrichshafen GmbH

Anlage 2

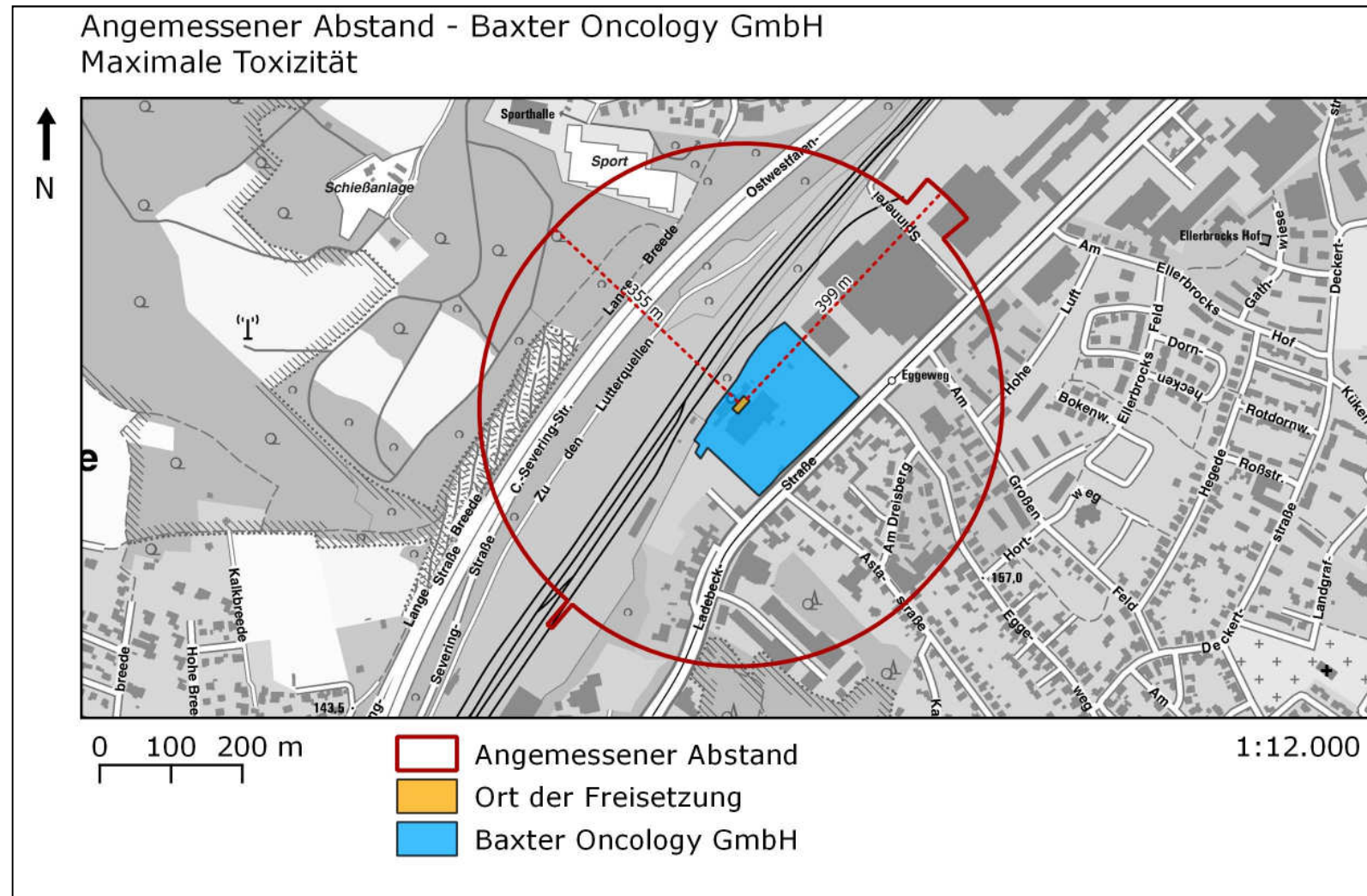


Abbildung 6: Angemessener Abstand der Baxter Oncology GmbH

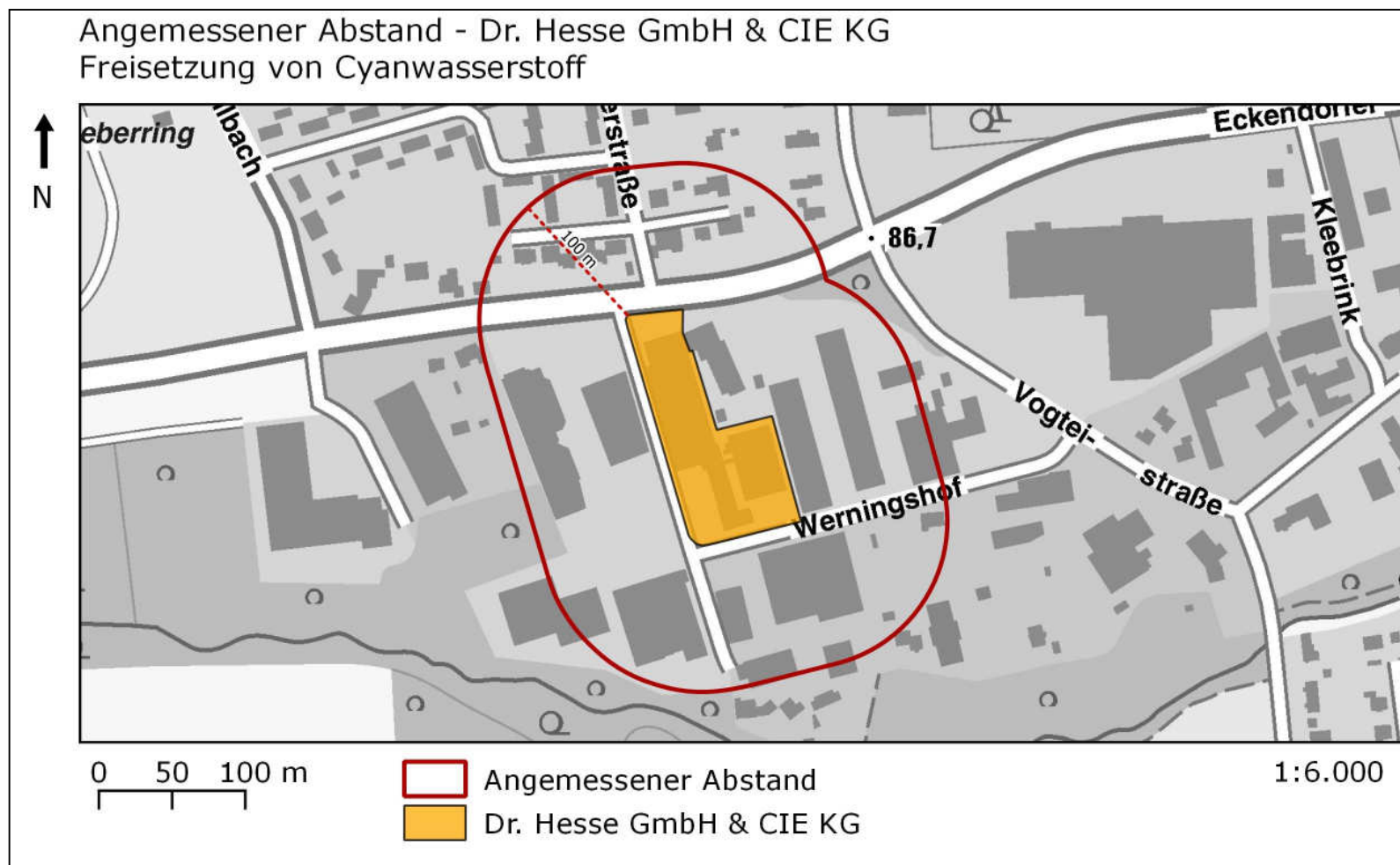


Abbildung 7: Angemessener Abstand der Dr. Hesse GmbH & CIE KG

Angemessener Abstand - Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH Freisetzung von Chlor

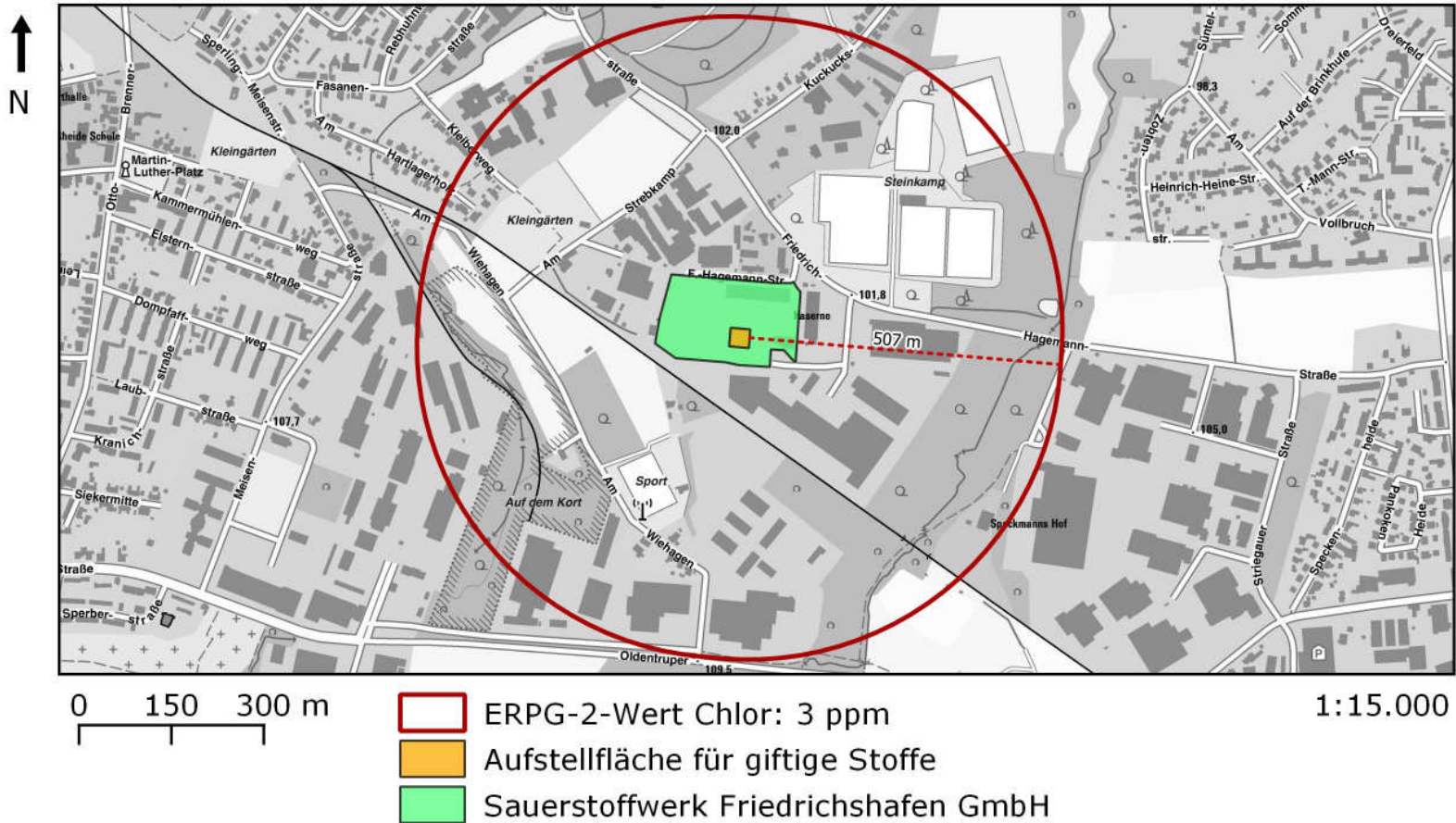


Abbildung 8: Angemessener Abstand der Sauerstoffwerk Friedrichshafen GmbH

Angemessener Abstand - Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG Freisetzung von Chlor

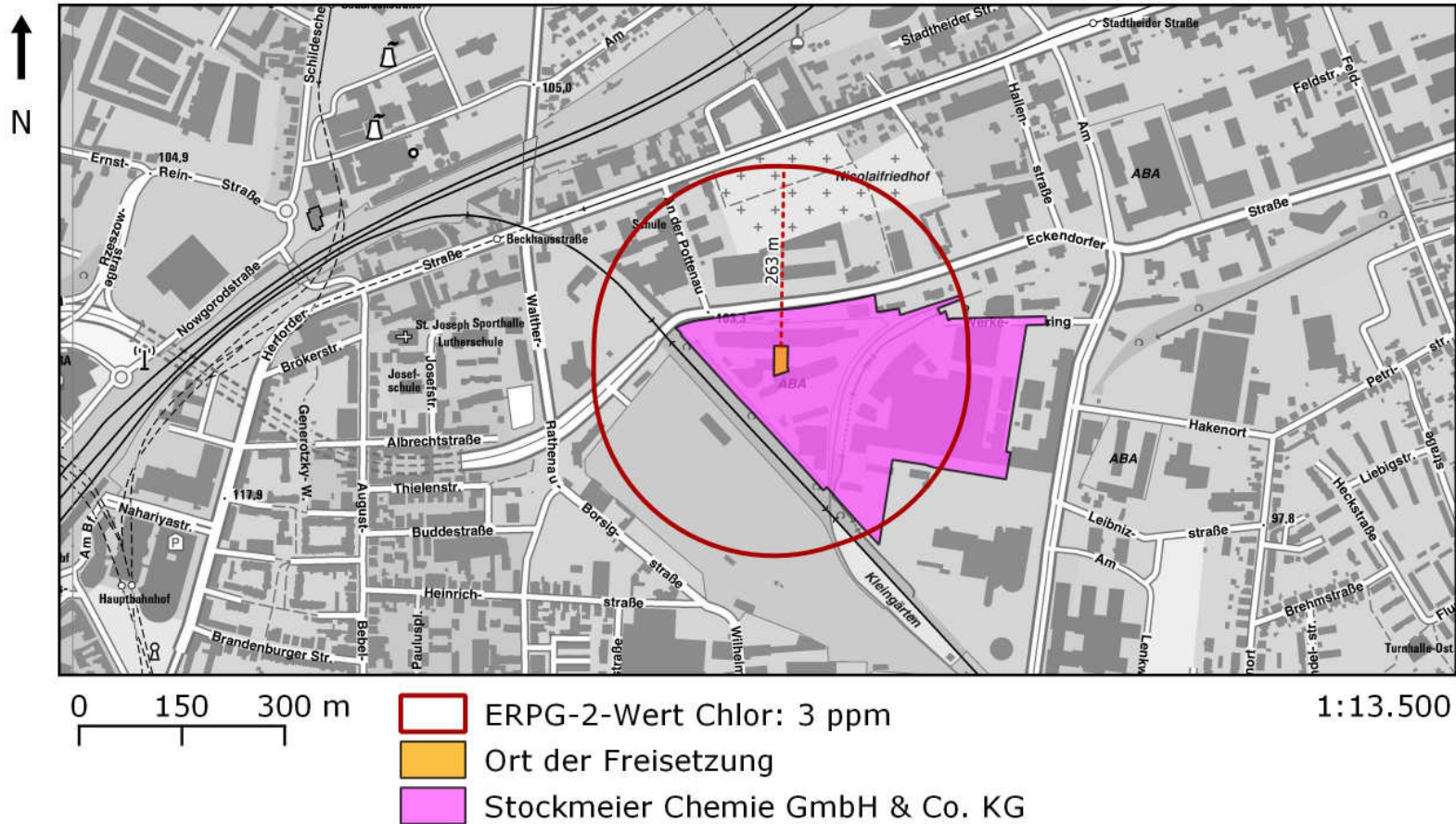


Abbildung 9: Ermittelter angemessener Abstand der Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG

Angemessener Abstand - Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG Freisetzung von Chlor

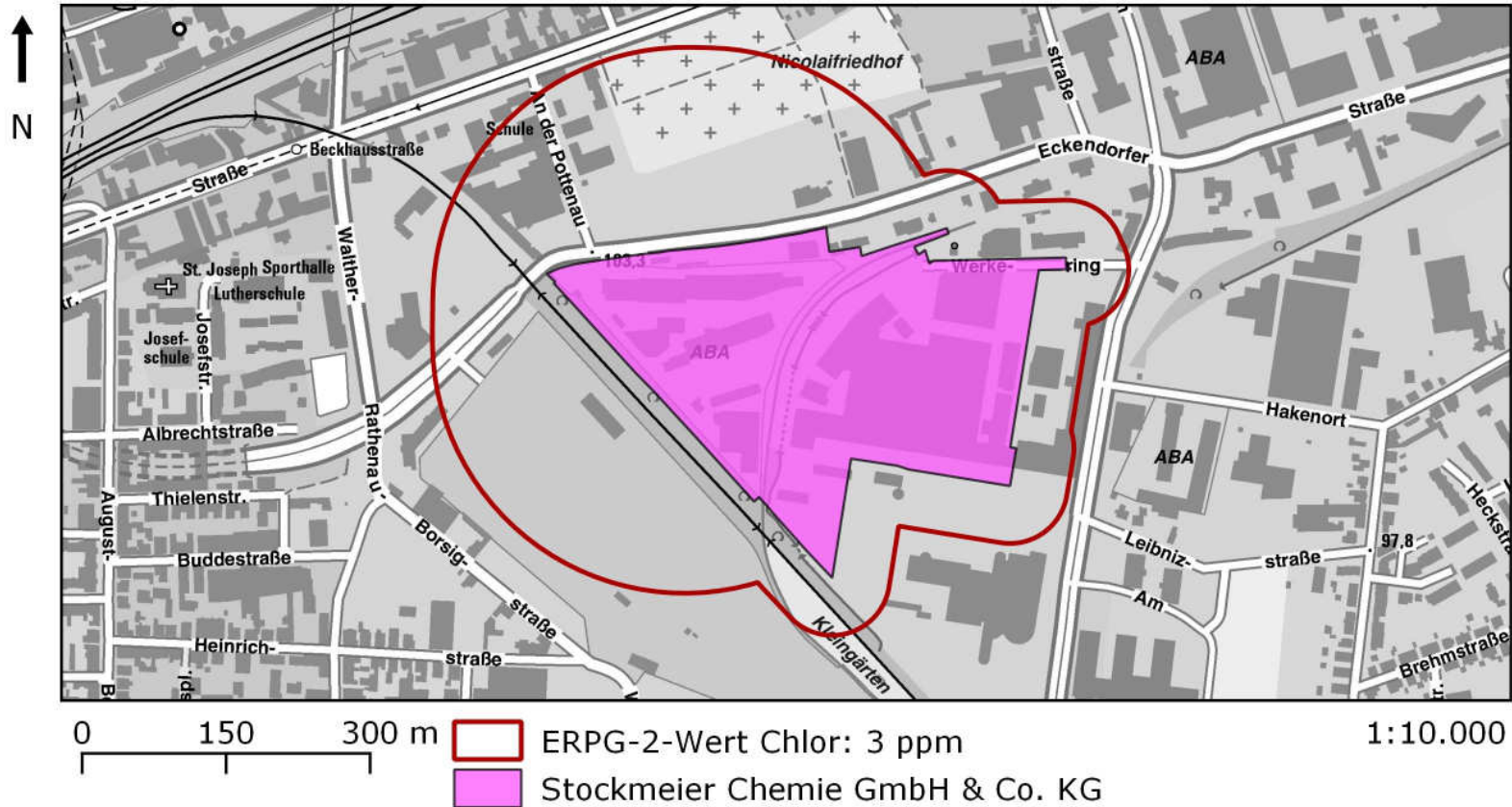


Abbildung 10: Gesamter angemessener Abstand der Stockmeier Chemie GmbH & Co. KG

Anlage 3

3 Stoffbeschreibung

3.1 Stoffe die im Betrieb vorhanden sein können oder entstehen können

3.1.1 Chlor

Chemische Charakterisierung [8]

- Stoff selbst brennt nicht, erhöht jedoch die Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen und kann einen bestehenden Brand erheblich fördern
- Gas ist schwerer als Luft
- Von dem Stoff gehen akute oder chronische Gesundheitsgefahren aus
- Der Stoff ist gewässergefährdend

Physikalisch chemische Eigenschaften [8]

Schmelzpunkt	-100,98 °C
Siedepunkt	-34 °C
Dichte	3,2149 kg/m ³ (0 °C, 1013 mbar)
Dampfdruck	6,776 bar (20 °C), 14,3 bar (50 °C)
Wasserlöslichkeit	14,6 g/l (0 °C)

Hauptaufnahmeweg

Der Hauptexpositionsweg für Chlor verläuft über den Atemtrakt. Inhalierendes Chlor in geringer Konzentration wird aufgrund seiner mäßigen Wasserlöslichkeit größtenteils an den Schleimhäuten im oberen Atemtrakt und im Tracheobronchial-Bereich abgefangen. In höherer Konzentration inhaliert, erreicht es aber auch die Alveolen. In wässrigen Medien setzt sich Chlor in einer Gleichgewichtsreaktion zu Salzsäure und Hypochloriger Säure bzw. Hypochlorit-Ionen um. Diese Reaktion wird auch an den feuchten Schleimhäuten im Atemtrakt erfolgen, wobei unter physiologischen Bedingungen (pH 6 - 8) hauptsächlich Hypochlorige Säure und Hypochlorit-Ionen vorliegen werden. Alle genannten Chlor-Spezies sind hoch reaktiv gegenüber Gewebsbestandteilen, so dass der Übertritt von Chlor in den Blutstrom zumindest im Vergleich zur direkten Umsetzung am Gewebe als vernachlässigbar bewertet wird. Spezielle kinetische Studien liegen nicht vor.

Gefahrenhinweise - H-Sätze [8]

H270:	Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel
H280:	Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren
H330:	Lebensgefahr bei Einatmen
H315:	Verursacht Hautreizungen
H319:	Verursacht schwere Augenreizung
H335:	Kann die Atemwege reizen
H400:	Sehr giftig für Wasserorganismen

Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) [8]

R 8:	Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen
R 23:	Giftig beim Einatmen
R 36/37/38:	Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut
R 50:	Sehr giftig für Wasserorganismen

3.1.2 Chlorwasserstoff

Chemische Charakterisierung [8]

- Nicht brennbares Gas
- Leicht löslich in Wasser
- Gas ist schwerer als Luft
- Von dem Stoff gehen akute oder chronische Gesundheitsgefahren aus

Physikalisch chemische Eigenschaften [8]

Schmelzpunkt	-114,8 °C
Siedepunkt	-85,1 °C
Dichte	1,6423 kg/m ³ (0 °C, 1013 mbar)
Dampfdruck	42,56 bar (20 °C), 80,6 bar (50 °C)
Wasserlöslichkeit	823 g/l (0 °C)

Hauptaufnahmeweg

Der Hauptaufnahmeweg für Chlorwasserstoff verläuft über den Atemtrakt.

Chlorwasserstoffgas ist stark hygroskopisch. Es setzt sich bereits an feuchter Luft schnell (innerhalb von Sekunden) mit Wasserdampf zu Salzsäure um, so dass üblicherweise kein wasserfreies Gas sondern ein feines Aerosol (Nebel) aus Salzsäuretröpfchen inhaliert wird. Anderenfalls (bei Freisetzung des Gases in trockener Atmosphäre) wird diese Umsetzung unmittelbar an den Schleimhäuten der Atemwege erfolgen. Inhalierter Chlorwasserstoff bzw. das gebildete Salzsäureaerosol wird hauptsächlich an den Schleimhäuten der oberen Atemwege abgefangen und dort partiell neutralisiert. Dennoch erreicht ein Teil, insbesondere bei höherer Atemfrequenz, auch den tieferen Atemtrakt. Spezielle Untersuchungen zum Resorptionsverhalten liegen nicht vor. Aufgrund der starken lokalen Wirkung ist es von untergeordneter Bedeutung.

Gefahrenhinweise - H-Sätze [8]

- H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren
H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden
H331: Giftig bei Einatmen

Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) [8]

- R 23: Giftig beim Einatmen
R 35: Verursacht schwere Verätzungen

3.1.3 Cyanwasserstoff

Chemische Charakterisierung [8]

- Sehr leicht flüchtig
- Der Stoff ist gewässergefährdend
- Von dem Stoff gehen akute oder chronische Gesundheitsgefahren aus

Physikalisch chemische Eigenschaften [8]

Schmelzpunkt	-13 °C
Siedepunkt	26 °C
Dichte	0,69 kg/dm ³
Dampfdruck	817 mbar (20 °C), 2,5 bar (50 °C)
Flammpunkt	< -20 °C

Zündtemperatur	535 °C (Temperaturklasse T1, Explosionsgruppe IIB)
Explosionsgrenzen	
UEG	5,5 Vol.-% / 60 g/m ³
OEG	46,6 Vol.-% / 520 g/m ³
Wasserlöslichkeit	vollständig mischbar

Hauptaufnahmeweg

Unter gewerblichen Bedingungen verlaufen die Hauptaufnahmewege für Cyanwasserstoff über den Atemtrakt und über die Haut.

Die Retention von Cyanwasserstoff bei Freiwilligen betrug bei 1- bis 3-minütiger Exposition gegenüber 3,6 - 17,8 ppm bei Mundatmung 39 - 77 % und bei Nasenatmung 13 - 19 %. Die Retention war nicht konzentrationsabhängig. Wahrscheinlich war die Expositionszeit zu kurz, um eine steady-state-Konzentration im Blut zu erreichen, weil bei Affen, die gegenüber 100 - 150 ppm exponiert waren, dazu 10 min benötigt wurden. Insgesamt wurde festgestellt, dass Cyanwasserstoff sehr schnell und effektiv über die Bronchialschleimhaut und die Alveolen resorbiert wird.

Menge und Geschwindigkeit der Resorption von Cyanid aus wässrigen Lösungen bzw. von Cyanwasserstoff aus der Luft hängen vom Feuchtigkeitsgrad der Haut, von der Konzentration und dem pH-Wert der Lösung, der Größe der Kontaktfläche und der Dauer des Kontaktes ab. In In-vitro-Untersuchungen an menschlicher Haut mit wässrigen Lösungen wurde für das Cyanidion eine Permeabilitätskonstante von $3,5 \times 10^{-4}$ cm/h gemessen und für Cyanwasserstoff eine solche von 1×10^{-2} cm/h berechnet. Die Resorptionsgeschwindigkeit des undissoziierten HCN ist also um den Faktor 30 höher. Die Aufnahme von gasförmigem HCN über die Haut führt nur in hohen Konzentrationen zu schweren systemischen Schäden (bei Hunden ab 5785 ppm über 180 min).

Gefahrenhinweise - H-Sätze [8]

- H224: Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar
- H300+H310+H330: Lebensgefahr bei Verschlucken, bei Hautkontakt oder bei Einatmen
- H370: Schädigt die Organe
- H372: Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition
- H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung

Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) [8]

- R 12: Hochentzündlich
 R 26: Sehr giftig beim Einatmen
 R 50/53: Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben

3.1.4 Epichlorhydrin

Chemische Charakterisierung [8]

- Entzündbare Flüssigkeit
- Dämpfe können mit Luft beim Erhitzen des Stoffes über seinen Flammpunkt explosive Gemische bilden
- Flüchtig
- Von dem Stoff gehen akute oder chronische Gesundheitsgefahren aus

Physikalisch chemische Eigenschaften [8]

Schmelzpunkt	-48 °C
Siedepunkt	116 °C
Dichte	1,18 g/cm ³ (20 °C)
Dampfdruck	16,3 mbar (20 °C), 77,6 mbar (50 °C)
Flammpunkt	28 °C (Angabe bezieht sich auf Messung im geschlossenen Tiegel)
Zündtemperatur	385 °C (Temperaturklasse T2, Explosionsgruppe IIB)
Explosionsgrenzen	
UEG	2,3 Vol.-% / 86 g/m ³
OEG	34,4 Vol.-% / 1315 g/m ³
Wasserlöslichkeit	60 g/l (20 °C)

Hauptaufnahmeweg

Die Hauptaufnahmewege für Epichlorhydrin verlaufen über den Atemtrakt und die Haut.

Bei Ratten, die Dämpfe von 14C-markiertem Epichlorhydrin inhalierten, wurde eine ca. 90%ige Resorption festgestellt. Für den Menschen muss eine ähnlich effektive Resorption angenommen werden.

Die Aufnahme von Epichlorhydrin über geschädigte Haut ist tierexperimentell belegt (systemische Wirkungen). Inwieweit bei Kontakt mit gering konzentrierten, nicht hautschädigend wirkenden Lösungen eine Hautresorption erfolgt, ist nicht untersucht. Es muss jedoch mit der Aufnahme zumindest geringer Mengen gerechnet werden.

Gefahrenhinweise - H-Sätze [8]

H226:	Flüssigkeit und Dampf entzündbar
H301:	Giftig bei Verschlucken
H311:	Giftig bei Hautkontakt
H331:	Giftig bei Einatmen
H314:	Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden
H350:	Kann Krebs erzeugen
H317:	Kann allergische Hautreaktionen verursachen

Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) [8]

R 45:	Kann Krebs erzeugen
R 10:	Entzündlich
R 23/24/25:	Auch giftig beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut
R 34:	Verursacht Verätzungen
R 43:	Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich

3.1.5 Natronbleichlauge

Chemische Charakterisierung [8]

- Nicht brennbare Flüssigkeit
- Wässrige Lösung reagiert stark alkalisch
- Von dem Stoff gehen akute oder chronische Gesundheitsgefahren aus

Physikalisch chemische Eigenschaften [8]

Schmelzpunkt	-30 bis -20 °C (Lösung mit 10 - 15% freiem Chlor)
Dichte	1,20 bis 1,25 g/ml (Lösung mit 10 - 15% freiem Chlor)
Dampfdruck	23 mbar (20 °C)
Wasserlöslichkeit	293 g/l (20 °C)
pH-Wert	9,7 (Konzentration 0,5 %)

Gefahrenhinweise - H-Sätze [8]

- H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden
H400: Sehr giftig für Wasserorganismen

Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) [8]

- R 31: Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase
R 34: Verursacht Verätzungen
R 50: Sehr giftig für Wasserorganismen

3.1.6 Phosphoroxychlorid

Chemische Charakterisierung [8]

- Nicht brennbare Flüssigkeit
- Zersetzt sich in Wasser mit heftiger Reaktion unter Bildung von Chlorwasserstoffdämpfen
- Flüchtig
- Von dem Stoff gehen akute oder chronische Gesundheitsgefahren aus

Physikalisch chemische Eigenschaften [8]

Schmelzpunkt	1,25 °C
Siedepunkt	105,8 °C
Dichte	1,68 g/cm ³ (20 °C)
Dampfdruck	36 mbar (20 °C), 155 mbar (50 °C)
Wasserlöslichkeit	heftige Zersetzung
pH-Wert	ca. 1 (25 °C, 5 g/l)

Hauptaufnahmeweg

Der Hauptaufnahmeweg für Phosphoroxychlorid verläuft über den Atemtrakt.

Phosphoroxychlorid beginnt bereits bei Raumtemperatur zu verdampfen. Unter Zutritt von Luftfeuchtigkeit setzt unter diesen Bedingungen auch die Hydrolyse zu Chlorwasserstoff und Phosphorsäure ein, die am Rauchen der Flüssigkeit erkennbar ist. Die Hydrolyse erfolgt im Vergleich zum Phosphortrichlorid aber langsamer.

Im Rahmen von Tierversuchen wurde gefunden, dass in den angewendeten Dampf-/Aerosolgemischen im Falle des Phosphortrichlorids anteilig 40 % hydrolysiert vorlagen, während der hydrolysierte Anteil für Phosphoroxychlorid nur 15 % betrug.

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Hydrolyse des Phosphoroxychlorid unter dem Feuchtigkeitseinfluss im Atemtrakt fortsetzt. Spezielle kinetische Studien liegen nicht vor.

Gefahrenhinweise - H-Sätze [8]

- H330: Lebensgefahr bei Einatmen
H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken
H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden
H372: Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition

Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) [8]

- R 14: Reagiert heftig mit Wasser
R 22: Gesundheitsschädlich beim Verschlucken
R 26: Sehr giftig beim Einatmen
R 29: Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase
R 35: Verursacht schwere Verätzungen
R 48/23: Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen

3.1.7 Propan

Chemische Charakterisierung [8]

- Extrem entzündbares Gas. Bildet mit Luft explosive Gemische
- Gas ist schwerer als Luft

Physikalisch chemische Eigenschaften [8]

Schmelzpunkt	-187,7 °C
Siedepunkt	-42,1 °C
Dichte	2,0098 kg/m ³ (0 °C, 1013 mbar)
Dampfdruck	8,327 bar (20 °C), 17,081 bar (50 °C)
Flammpunkt	-104 °C

Zündtemperatur	470 °C (DIN 51794, Temperaturklasse T1, Explosionsgruppe IIA)
Explosionsgrenzen	
UEG	1,7 Vol.-% / 31 g/m ³
OEG	10,8 Vol.-% / 202 g/m ³
Wasserlöslichkeit	75 mg/l (20 °C)

Gefährliches Reaktionsverhalten [8]

- Die Verbindung bildet mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch

Gefahrenhinweise - H-Sätze [8]

H220: Extrem entzündbares Gas

H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren

Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) [8]

R 12: Hochentzündlich

3.1.8 Schwefeldioxid

Chemische Charakterisierung [8]

- Nicht brennbares Gas
- Gas ist schwerer als Luft
- Von dem Stoff gehen akute oder chronische Gesundheitsgefahren aus

Physikalisch chemische Eigenschaften [8]

Schmelzpunkt	-75,5 °C
Siedepunkt	-10 °C
Dichte	2,9285 kg/m ³ (0 °C, 1013 mbar)
Dampfdruck	3,305 bar (20 °C), 8,4 bar (50 °C)
Wasserlöslichkeit	228,3 g/l (0 °C), 112,7 g/l (20 °C)

Hauptaufnahmeweg

Der Hauptaufnahmeweg für Schwefeldioxid verläuft über den Atemtrakt. Kinetische Untersuchungen an Probanden und Versuchstieren zeigten, dass Schwefeldioxid schnell und zu hohen Anteilen über den Atemtrakt resorbiert wird.

Die Aufnahme erfolgt größtenteils (unter bestimmten Gegebenheiten fast vollständig) im Bereich der oberen Atemwege (Nasen-Rachen-Raum bzw. Mundbereich).

Gefahrenhinweise - H-Sätze [8]

H331: Giftig bei Einatmen
H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden
H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren

Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) [8]

R 23: Giftig beim Einatmen
R 34: Verursacht Verätzungen

3.1.9 Schwefelsäure

Chemische Charakterisierung [8]

- Nicht brennbare Flüssigkeit
- Leicht viskos, stark hygroskopisch
- Mit Wasser mischbar
- Wenig flüchtig
- Von dem Stoff gehen akute oder chronische Gesundheitsgefahren aus

Physikalisch chemische Eigenschaften [8]

Schmelzpunkt	10 °C (100 %); 3 °C (98 %)
Siedepunkt	335 °C
Dichte	1,84 g/cm ³ (20 °C)
Dampfdruck	Der Dampfdruck bei Raumtemperatur ist vernachlässigbar
Wasserlöslichkeit	vollständig mischbar

Gefahrenhinweise - H-Sätze [8]

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden
H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein

Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) [8]

R 35: Verursacht schwere Verätzungen

3.2 Referenzstoffe

3.2.1 Phosphortrichlorid

Chemische Charakterisierung [8]

- Nicht brennbare Flüssigkeit
- Zersetzt sich in Wasser
- Raucht an der Luft
- Leicht flüchtig
- Von dem Stoff gehen akute oder chronische Gesundheitsgefahren aus

Physikalisch chemische Eigenschaften [8]

Schmelzpunkt	-112 °C
Siedepunkt	76 °C
Dichte	1,574 g/cm ³ (21 °C)
Dampfdruck	133,3 mbar (20 °C), 445 mbar (50 °C)
Wasserlöslichkeit	heftige Zersetzung

Gefahrenhinweise - H-Sätze [8]

- H300+H330: Lebensgefahr bei Verschlucken oder bei Einatmen
H373: Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition
H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden

Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) [8]

- R 14: Reagiert heftig mit Wasser
R 26/28: Sehr giftig beim Einatmen und Verschlucken
R 29: Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase
R 35: Verursacht schwere Verätzungen
R 48/20: Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen