

INGUS

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Ingenieurbüro für
UMWELTSCHUTZ UND SICHERHEIT
DR. WINFRIED REILING
Gründlestr. 9
D-75236 Kämpfelbach
Tel. 0 72 32 / 31 51-40
Fax 0 72 32 / 31 51-44
eMail: info@ingus-reiling.de
Sachverständiger nach §29b BImSchG
für sicherheitstechnische Prüfungen
Stand: Rev. 1a / 04.05.2021

Gutachten zum angemessenen Sicherheitsabstand gemäß § 50 BImSchG für den bestehenden Betriebsbereich Werk 1 der Inovan GmbH & Co. KG in Birkenfeld

Einzelfallbetrachtung orientiert an Nr. 3.2 des

Leitfadens KAS-18 in Verbindung mit § 50 BImSchG

Auftraggeber:

Inovan GmbH & Co. KG

Industriestr. 44

75217 Birkenfeld

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	5
1.1	Ausgangssituation und Ziel.....	5
1.2	Bearbeitungsgrundlagen	6
1.3	Beurteilungsgrundlagen	6
2	ANGABEN ZUM BETRIEBSBEREICH.....	7
2.1	Örtliche Lage und Nachbarschaft.....	7
2.1.1	Örtliche Lage	7
2.1.2	Nachbarschaft	8
2.2	Standortbezogener Wind	9
2.3	Kurzbeschreibung	10
2.4	Vorhandene Stoffe und Gefahrstoffe	11
3	VORGEHENSWEISE NACH KAS-18	13
3.1	Grundsätzliches.....	13
3.1.1	Abstandsempfehlungen für Vorhaben ohne Detailkenntnisse	14
3.1.2	Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen mit Detailkenntnissen.....	16
3.1.3	Sonderfall Galvaniken.....	17
3.2	Beurteilungswerte.....	18
4	BESTIMMUNG DES ANGEMESSENEN SICHERHEITSABSTANDES	19
4.1	Gefahrenpotential des Betriebsbereiches	19
4.1.1	Bildung und Freisetzung von Cyanwasserstoff	19
4.1.1.1	<i>Galvanikanlagen: Zugabe von Cyaniden in ein saures Bad.....</i>	<i>19</i>
4.1.1.2	<i>Galvanikanlagen: Zugabe von Säure in ein cyanidisches Bad</i>	<i>20</i>
4.1.1.3	<i>Abwasserbehandlung: Vermischen von cyanidischen mit sauren Abwässern</i>	<i>20</i>
4.1.1.4	<i>Abdeckendes Szenario.....</i>	<i>20</i>
4.1.2	Bildung und Freisetzung von Chlor	20
4.1.3	Bildung und Freisetzung von Stickoxiden	21
4.1.4	Leckage von Salzsäure und Verdunstung von Chlorwasserstoff.....	21
4.2	Abstandsklasse für den Betriebsbereich Inovan Werk 1	21
4.3	Bestimmung mit Detailkenntnissen	22
4.3.1	Bildung und Freisetzung von Cyanwasserstoff (HCN)	22
4.3.2	Bildung und Freisetzung von Chlor (Cl ₂)	25
4.4	Option: Zusätzliche Maßnahmen zur Abstandsreduzierung.....	28
4.4.1	Option 1: pH-Wert-Verriegelung der Chemikalien-Abtankung	28
4.4.2	Option 2: Bereitstellung von Chlorbleichlauge in IBC	28

4.5	Empfehlungen zum angemessenen Sicherheitsabstand	31
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	35
Anhang 1:	Grafische Darstellung des angemessenen Sicherheitsabstands (2 S.)	
	- IST-Zustand	
	- Option 1	
Anhang 2:	Protokolldaten der Berechnungen (7 S.)	

Abkürzungen:

BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnungen
ERPG	Emergency Response Planning Guidelines
IED	Industrieemissionsrichtlinie (Richtlinie 2010/75/EU)
KAS	Kommission für Anlagensicherheit
StörfallV	Störfallverordnung (12. BImSchV)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure

Chemische Stoffe:

AgCN	Silbercyanid
Cl ₂	Chlor
H ₂ O ₂	Wasserstoffperoxid
HCl	Chlorwasserstoff (Salzsäure)
HCN	Cyanwasserstoff (Blausäure)
HNO ₃	Salpetersäure
KCN	Kaliumcyanid (Zyankali)
NaOCl	Chlorbleichlauge bzw. Natronbleichlauge (Natriumhypochlorit)
NaOH	Natriumhydroxid (Natronlauge)

Umfang: 34 Seiten Textteil, 8 Seiten Anhang

Bearbeitung: Benedikt Reiling, M.Sc.
Dr. Winfried Reiling[#]

INGUS INGENIEURBÜRO FÜR UMWELTSCHUTZ UND SICHERHEIT
Gründlestr. 9; 75236 Kämpfelbach

[#] vom Umweltministerium Baden-Württemberg bekannt gegeben als
Sachverständiger nach § 29b BImSchG, AZ.: 45-8820.55/Reiling

Sachverständigen-Eintrag in ReSyMeSa unter Nr. ISA126 (www.resymesa.de)
(ReSyMeSa: bundesweites Recherchesystem Messstellen und Sachverständige;
Dienstanbieter: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie)
Hinweis: Bekanntgaben gemäß § 29b BImSchG gelten bundesweit.

Hinweis zur Revision 1: Gegenüber der Erstausgabe des Gutachtens mit Stand 02.03.2021 wurden in der Rev. 1 Ergänzungen auf Basis der erfolgten Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Karlsruhe vorgenommen.

1 EINLEITUNG

1.1 AUSGANGSSITUATION UND ZIEL

Ausgangssituation

In 75217 Birkenfeld, Industriestr. 44 betreibt die Firma Inovan GmbH & Co. KG, nachfolgend Inovan genannt, ihr Werk 1 zum Stanzen und Galvanisieren von Werkstücken für Industriekunden. Dafür kommen in der Anlage zur Oberflächenbehandlung (Galvanikanlage) auch gefährliche Stoffe i.S. der Gefahrstoff-Verordnung zum Einsatz, bei denen es sich überwiegend um akut toxische und gewässergefährdende Stoffe handelt.

Aufgrund der vorhandenen Stoffe und Stoffmengen nach Anhang 1 der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) handelt es sich um einen Betriebsbereich der unteren Klasse i.S. des §3 (5a) BImSchG der unteren Klasse, für den die Störfall-Verordnung mit ihren Grundpflichten gilt.

Gemäß §3 (5c) BImSchG sollen zwischen Betriebsbereichen und Schutzobjekten angemessene Sicherheitsabstände gewahrt werden. Bei deren Unterschreitung besteht ein Nutzungskonflikt, der unter bestimmten Voraussetzungen akzeptabel bzw. bewältigbar ist. Schutzobjekte werden im §3 (5d) BImSchG definiert: *Benachbarte Schutzobjekte im Sinne dieses Gesetzes sind ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienende Gebiete, öffentlich genutzte Gebäude und Gebiete, Freizeitgebiete, wichtige Verkehrswege und unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle oder besonders empfindliche Gebiete.*

Ziel

Die Aufgabenstellung für INGUS Dr. Reiling als bekannt gegebener Sachverständiger nach §29b BImSchG besteht darin, ein Sachverständigengutachten zum angemessenen Sicherheitsabstand gemäß §3 (5c) BImSchG zu erstellen. Der angemessene Sicherheitsabstand ist anhand störfall-spezifischer Faktoren zu ermitteln. Hierbei können die konkreten bestehenden Gegebenheiten im Betriebsbereich und in der Nachbarschaft berücksichtigt werden.

Im Gutachten werden ausgehend von den vorhandenen Störfallstoffen sowie den möglichen Gefahrensituationen die Auswirkungen von Störfällen modelliert und bewertet sowie Aussagen zu dem angemessenen Sicherheitsabstand im Einzelfall getroffen.

Einschlägige Grundlagen für die Gutachtenerstellung sind der Leitfaden KAS-18 der Kommission für Anlagensicherheit (KAS) und die Arbeitshilfe KAS-32 zum Leitfaden. In diesem Leitfaden „Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG (KAS-18)“ wurden Abstandsempfehlungen und Bewertungsmethoden entwickelt, um auf Planungsebene sicherzustellen, dass Flächen mit unverträglichen Nutzungen einander in einem angemessenen Abstand zugeordnet werden.

Das Gutachten orientiert sich inhaltlich an den Vorgaben für eine Einzelfallbetrachtung nach Nr. 3.2 des Leitfadens KAS-18. Es sind sogenannte Dennoch-Störfälle zu betrachten, wobei die konkreten örtlichen und meteorologischen Randbedingungen mitberücksichtigt werden können. Die Szenarien sind je nach störfallrelevanter Eigenschaft der Stoffe für Stofffreisetzungen, Brand oder Explosion getrennt zu betrachten. Für die Auswirkungsbetrachtungen gelten die in der Nr. 3.2 des Leitfadens genannten Randbedingungen.

In der Arbeitshilfe KAS-32 zum Leitfaden KAS-18 werden in Kapitel 3 die Gefahrenpotentiale für Oberflächenbehandlungsanlagen (Galvaniken) behandelt. Das Gutachten orientiert sich an diesen spezifischen Hinweisen für Galvanikanlagen.

1.2 BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN

Als Grundlage für die Bearbeitung standen an schriftlichen Informationen mit Beschreibungen, Plänen und Zeichnungen zur Verfügung (erhalten von Inovan):

- /1/ Anlagen-Kurzbeschreibung
- /2/ Gefahrstoffkataster, Auszug relevanter Stoffe
- /3/ Sicherheitsdatenblätter
- /4/ Gebäudepläne
- /5/ Angaben zu den Schornsteinen

Ergänzend wurden seitens des Sachverständigen Gespräche und Vorort-Besichtigungen durchgeführt.

1.3 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN

Die Beurteilungsgrundlagen bilden die fachgesetzlichen Regelungen, insbesondere:

- /6/ Bundes-Immissionsschutzgesetz
- /7/ 12. BImSchV (Störfall-Verordnung)
- /8/ Leitfaden KAS-18: Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG; 2. überarbeitete Fassung (Nov. 2010), Hrsg.: Kommission für Anlagensicherheit
- /9/ Arbeitshilfe KAS-32: Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18, 1. Fassung (Nov. 2014), Hrsg.: Kommission für Anlagensicherheit
- /10/ VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 und 2: „Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen – Sicherheitsanalyse“, Dez. 1988

2 ANGABEN ZUM BETRIEBSBEREICH

2.1 ÖRTLICHE LAGE UND NACHBARSCHAFT

2.1.1 Örtliche Lage

Standort: Werk 1, Industriestr. 44, 75217 Birkenfeld
Flurstück Nr. 1880, 17641, 17658/1, 17658/6, 17658/7

Werksgelände ca. 22.590 m²

Das Betriebsgelände des Werk 1 von Inovan befindet sich im Grenzbereich der Gewerbegebiete „Brötzingen Tal“ der Gemeinde Birkenfeld sowie „Oberes Enztal“ der Stadt Pforzheim. Die offizielle Anschrift liegt in der Gemeinde Birkenfeld. Die örtliche Lage des Standortes sowie die Nachbarschaft sind aus nachfolgender Abbildung 2-1 ersichtlich.

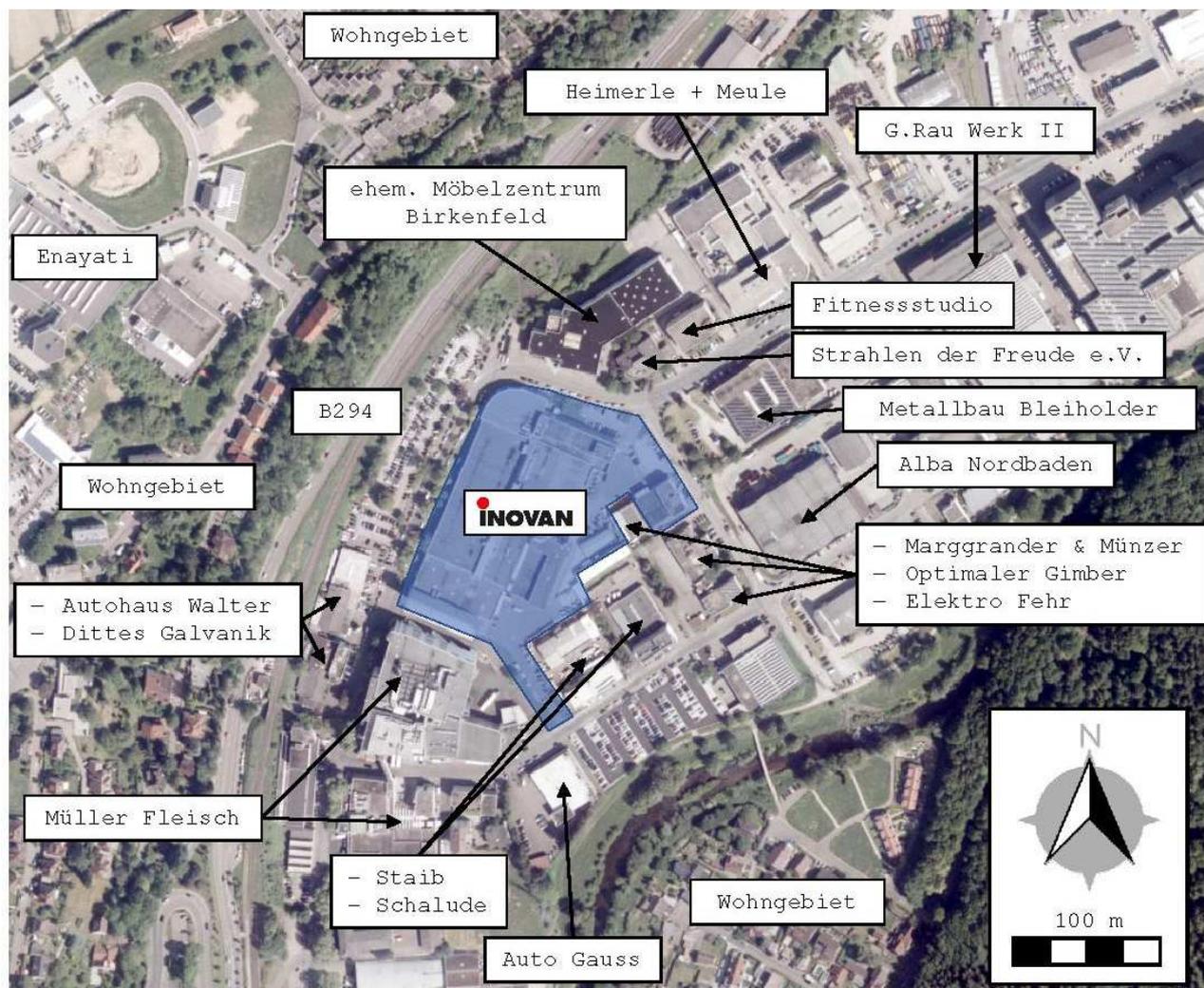


Abbildung 2-1: Örtliche Lage – Inovan – Werk 1, Birkenfeld

(Kartengrundlage: Auszug aus Internet- Daten- und Kartendienst der LUBW)

2.1.2 Nachbarschaft

Die Nachbarschaft von Inovan kann Tabelle 2-1 entnommen werden.

Tabelle 2-1: Nachbarschaft von Inovan in Birkenfeld

Nutzung	Adresse	Lage	Entfernung [#]
Müller Fleisch GmbH*	Enzstraße 2-4, Birkenfeld	südlich	ca. 10 m
ehem. Möbelzentrum Birkenfeld	Industriestraße 45, Birkenfeld	nördlich	ca. 20 m
Schalude GmbH	Gülichstraße 14, Pforzheim	südlich	ca. 20 m
Marggrander & Münzer GmbH	Finkensteinstraße 4a, Pforzheim	südlich	ca. 20 m
Autohaus Walter GmbH & Co. KG	Industriestraße 37, Birkenfeld	westlich	ca. 30 m
Missionswerk „Strahlen der Freude“ e.V.	Dennigstraße 22, Pforzheim	nördlich	ca. 40 m
Staub GmbH & Co. KG	Gülichstraße 12, Pforzheim	südlich	ca. 40 m
Dittes Oberflächentechnik GmbH	Industriestraße 35, Birkenfeld	südwestlich	ca. 50 m
Optimaler Gimber	Finkensteinstraße 6, Pforzheim	südlich	ca. 60 m
Metallbau Bleiholder GmbH & Co. KG	Dennigstraße 11, Pforzheim	östlich	ca. 70 m
Fitnessstudio	Dennigstraße 20, Pforzheim	östlich	ca. 80 m
Alba Nordbaden GmbH*	Gülichstraße 8, Pforzheim	östlich	ca. 90 m
Auto-Gauss GmbH	Gülichstraße 21, Pforzheim	südlich	ca. 100 m
Elektro Fehr	Gülichstraße 10, Pforzheim	südöstlich	ca. 100 m
Heimerle + Meule GmbH*	Dennigstraße 16, Pforzheim	nordöstlich	ca. 120 m
Laboratoire Biosthetique Kosmetik GmbH & Co. KG	Gülichstraße 1-5, Pforzheim	östlich	ca. 190 m
G.Rau GmbH & Co. KG	Dennigstraße 7, Pforzheim	östlich	ca. 220 m
Wohngebiet	Birkenfeld, Kirchweg	nordwestlich	ca. 120 m
Wohngebiet	Pforzheim, Herrenstriet	südlöstlich	ca. 200 m

#: Der Abstand bezieht sich auf die Entfernung zwischen der Außenkante der betroffenen Nutzungen zur Außenseite Gebäude Inovan

*: IED-Anlage

Die Nachbarschaft besteht überwiegend aus gewerblichen Betrieben. Ausnahmen bestehen hier bei dem ehemaligen Möbelzentrum Birkenfeld (aktuell genutzt als self-storage-Lager bzw. leerstehend) und dem Missionswerk „Strahlen der Freude e.V.“ (freikirchliche Pfingstgemeinde). Die kürzeste Entfernung ab Außenkante Inovan zum ehem. Möbelzentrum beträgt ca. 20 m und zum Missionswerk ca. 40 m.

Nordwestlich des Betriebsbereiches liegt die Bundesstraße B294 („Wildbader Straße“) und dahinter Wohngebiete von Birkenfeld mit Wohnhäusern mit dem kürzesten Abstand von ca. 120 m (Kirchweg). Südöstlich über dem Fluss „Enz“ liegt ein weiteres Wohngebiet in ca. 200 m Entfernung (Herrenstriet, Pforzheim).

Südwestlich des Betriebsbereiches verläuft in ca. 80 m kürzester Entfernung die Enz.

Die nächststehenden IED-Anlagen sind südlich die Müller Fleisch GmbH, östlich die Alba Nordbaden GmbH sowie nordöstlich die Heimerle + Meule GmbH.

Als bekannter Seveso-III-Betriebsbereich in der Umgebung, der der Störfall-Verordnung unterliegt, ist die Firma Enayati Oberflächentechnik GmbH (Panoramastr. 76, 75217 Birkenfeld, ca. 260 m westlich) zu nennen. Enayati beschichtet Teile in Selektivgalvanikanlagen und ist nach Störfall IV als Betriebsbereich der oberen Klasse eingestuft. Dort relevante verwendete gefährliche Stoffe und Gemische haben vorwiegend die Gefahreigenschaften toxisch, krebserregend und/oder gewässergefährdend.

Eine gegenseitige negative Beeinflussung (Domino-Effekt) von Inovan und dem Betriebsbereich Enayati ist durch den räumlichen Abstand (260 m) nicht zu erwarten.

2.2 STANDORTBEZOGENER WIND

Die mittlere Windgeschwindigkeit am Anlagenstandort wird anhand der von der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg im Internet publizierten "Synthetische Windstatistiken" ermittelt. Diese „Synthetischen Windstatistiken“ decken die gesamte Landesfläche von Baden-Württemberg in einem 500 m-Raster ab. Die gezeigten Statistiken in Form von so genannten Windrosen umfassen zwölf Windrichtungssektoren zu 30° und neun Geschwindigkeitsklassen nach TA Luft. Für jede synthetische Windstatistik steht ein Steckbrief zur Verfügung. Die Statistiken sind vor allem für Fragen des Immissionsschutzes im Rahmen der TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) und GIRL (Geruchsimmissionsrichtlinie) berechnet worden, können aber auch, wie im vorliegenden Fall, für Anwendungen in der Bauleitplanung genutzt werden.

Abbildung 2-2 zeigt die Windrichtungen und -geschwindigkeiten im betroffenen Bereich.

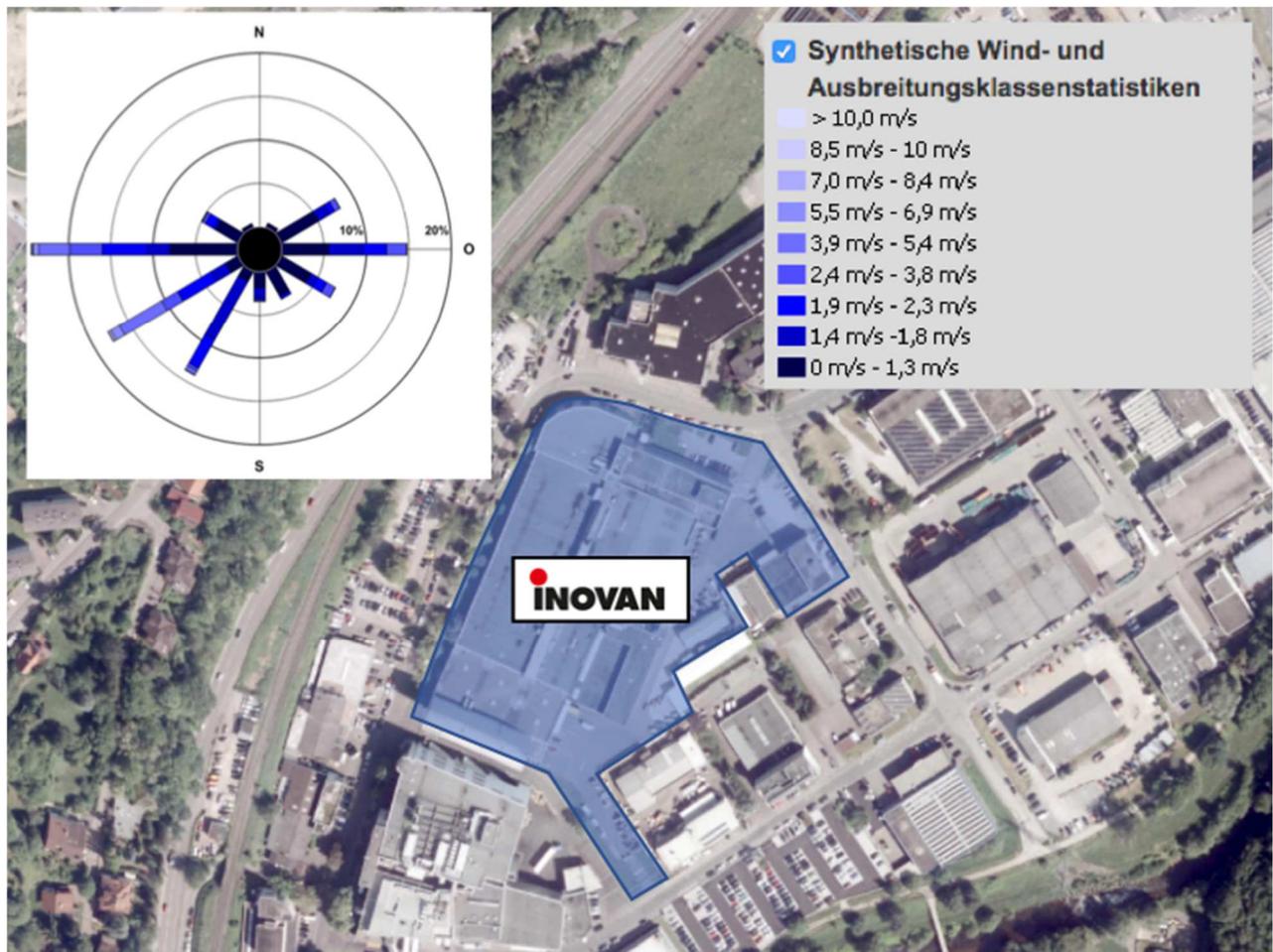


Abbildung 2-2: Nächststehende Windrose für den Betriebsbereich

(Kartenauszug der synthetischen Windstatistik der LUBW mit eigenen Eintragungen)

Die mittlere Windgeschwindigkeit für die nächststehende Windrose beträgt gemäß LUBW-Steckbrief 2,0 m/s und wird nachfolgend zugrunde gelegt. Die Hauptwindrichtungen sind West bis Südwest.

2.3 KURZBESCHREIBUNG

Inovan betreibt verschiedene Technologien zur Herstellung und Galvanisierung von Gütern für die Industrie. Die Produktpalette reicht dabei von speziellen Kontaktwerkstoffen über komplexe elektromechanische Kontaktteile und Komponenten sowie mechanische Verbindungselemente bis hin zu kundenspezifischen Baugruppen.

Galvanik

Inovan betreibt am Standort in Birkenfeld insgesamt 15 Galvanik-Linien mit einem Wirkbadvolumen von ca. 49 m³. Diese sind in 3 Galvanikhallen (GV 1 – GV 3), die als Brandabschnitte ausgeführt sind, aufgeteilt. Jede Galvanikhalle verfügt über eine Absaugung der Hallenluft sowie Badrandabsaugungen der Galvaniklinien, die jeweils an einen eigenen Abluftkamin angeschlossen sind.

Die Galvanikanlagen erlauben eine endlose galvanische Veredelung von Stanzgittern oder Vollbänder mit hoher Selektivität. Typische Grundwerkstoffe sind hier Kupfer und Kupferlegierungen, Nickellegierungen, Stahl und Edelstahl.

Abwasserbehandlung

Spülwässer sowie verbrauchte Bäder werden über eine feste Verrohrung in die Abwasserbehandlung abgelassen. Dort findet eine Behandlung und Neutralisation der Abwässer gemäß gesetzlichen Vorgaben statt. Nach Kontrolle der Einhaltung der Einleitwerte erfolgt anschließend die Einleitung in die örtliche Kanalisation. Stark cyanidische Bäder werden nicht behandelt, sondern in IBC-Behälter gepumpt und einer externen Entsorgung zugeführt.

Betriebsmittel-Annahme

Zur Annahme chemischer Betriebsmittel, die in Tanks vorgehalten werden (Salzsäure, Natronlauge, Chlorbleichlauge, Wasserstoffperoxid), fährt der anliefernde Tank-LKW in die Annahmehalle auf Planken. Unter den Planken ist der Hallenboden als Auffangwanne konzipiert. Der Fahrer wird vom zuständigen Mitarbeiter in Empfang genommen.

Der Anschlussstutzen für Salzsäure ist durch einen Kasten räumlich abgetrennt von den Anschlussstutzen für Chlorbleichlauge und Natronlauge sowie räumlich getrennt von dem Anschlussstutzen für Wasserstoffperoxid. Die Anschlussstutzen sind klar und eindeutig bezeichnet. Die Drehrichtung des Anschlussstutzens von Chlorbleichlauge ist gegenläufig zur Drehrichtung von Salzsäure und Natronlauge, um einen falschen Anschluss zu verhindern.

Nach dem 4-Augen-Prinzip (Fahrer Tank-LKW und Mitarbeiter Inovan) wird der Tank-LKW an den entsprechenden Anschlussstutzen der Pumpstation von Inovan angeschlossen und das Betriebsmittel in den entsprechenden Tankbehälter im Keller gepumpt.

Die sonstigen chemischen Betriebsmittel werden in zugelassenen Transportbehältern angeliefert und in den jeweiligen Lagerbereich verbracht.

2.4 VORHANDENE STOFFE UND GEFAHRSTOFFE

Im Betriebsbereich sind hauptsächlich folgende gefährliche Stoffe i.S. der StörfallV vorhanden /1/:

- Galvanikbäder (Kupfer-, Nickel-, Zinnbäder: Wässrige Gemische untersch. Zusammensetzung (gewässergefährdend; cyanidische Bäder zudem akut toxisch)
- Cyanide, wie Kaliumcyanid (KCN) und Silbercyanid (AgCN) (akut toxisch)
- Chlorbleichlauge 16% (NaOCl) (gewässergefährdend)
- Salpetersäure (HNO₃) (akut toxisch) (nur kleine Mengen < 10 l)
- zudem können im Störfungsfall Stoffe nach Störfall-Verordnung entstehen, insbesondere Chlor, Chlorwasserstoff, Cyanwasserstoff und Stickstoffoxide.

Keine Stoffe i.S. der StörfallV sind:

- Salzsäure 31 % bzw. 37 % (HCl)
- Natronlauge 50 % (NaOH)
- Wasserstoffperoxid 35 % (H₂O₂) (erst ab >35 % oxidierend)

Diese Stoffe kommen hauptsächlich in den störfallrelevanten Bereichen der Galvanikhallen 1, 2 und 3 sowie im UG (Tanklager, Abwasserbehandlung) vor.

Aufgrund der vorhandenen Stoffmengen der Stoffkategorien Nr. 1.1 (Akut toxisch) nach dem Anhang I der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) unterfällt der Betriebsbereich den Grundpflichten der Störfall-Verordnung.

3 VORGEHENSWEISE NACH KAS-18

3.1 GRUNDSÄTZLICHES

Der Leitfaden der Kommission für Anlagensicherheit KAS-18 "Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG" ist eine Entscheidungshilfe.

Zur Umsetzung der europarechtlichen Vorgaben des Art. 13 der Seveso-III-Richtlinie soll zwischen Betriebsbereichen und in der Richtlinie definierten Schutzobjekten langfristig ein angemessener Abstand gewährt bleiben. Der Leitfaden enthält Abstandsempfehlungen und Bewertungsmethoden, um auf Planungsebene sicherzustellen, dass Flächen mit unverträglichen Nutzungen einander in einem angemessenen Abstand zugeordnet werden.

Die Anforderungen des Art. 13 Abs. 1 der Seveso-III-Richtlinie wurden in Deutschland im Wesentlichen durch § 50 Satz 1 BImSchG und durch Ergänzung des § 9 Abs.1 Nr. 24 Baugesetzbuch (BauGB) umgesetzt. Die Berücksichtigung angemessener Abstände soll dazu beitragen, die von schweren Unfällen in Betriebsbereichen hervorgerufenen Auswirkungen auf benachbarte schutzbedürftige Gebiete so weit wie möglich zu vermeiden.

Bei Einhaltung oder Überschreitung der Abstandsempfehlungen kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass mit planerischen Mitteln hinreichend Vorsorge getroffen wurde, um die Auswirkungen von schweren Unfällen soweit wie möglich zu begrenzen, und dem planerischen Schutzziel des § 50 BImSchG entsprochen wird. Der sich durch die Abstandsempfehlung ergebende Bereich ist nicht als von der Bebauung freizuhalten Fläche zu verstehen. Innerhalb dieser Abstände können weniger schutzbedürftige Gebiete/Nutzungen als die in § 50 Satz 1 BImSchG genannten vorgesehen werden. Der Leitfaden enthält Empfehlungen, welche Gebiete, Nutzungen und/oder Objekte als schutzbedürftig i. S. der Vorschrift einzustufen sind.

Die Abstandsempfehlungen sind als Richtwerte zu verstehen. Sie basieren auf einer typisierenden Betrachtung. Sie beziehen sich nur auf den Menschen als zu schützendes Objekt. Für andere Schutzobjekte nach § 50 Satz 1 BImSchG sind gesonderte Betrachtungen vorzunehmen.

Es werden im Leitfaden mehrere Planungsfälle behandelt:

- Neuplanungen von Flächen für Betriebsbereiche ohne Detailkenntnisse („Grüne Wiese“) sowie deren Erweiterung
- Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen mit Detailkenntnissen
- Anwendung bei der Flächennutzungsplanung,
- Erweiterung der Betriebsbereichsflächen in der Nähe schutzbedürftiger Gebiete,
- Festsetzung von schutzbedürftigen Gebieten im Umfeld bestehender Betriebsbereiche,
- Berücksichtigung in Planfeststellungsverfahren,
- Baurechtliche Vorhaben in der Nachbarschaft von Betriebsbereichen,
- Städtebauliche Überplanung von Gemengelagen.

Die beiden erstgenannten sind die wichtigsten, daher wird auf diese nachfolgend näher eingegangen. Bei den anderen kommen diese Vorgehensweisen ggf. in angepasster Form zur Anwendung.

3.1.1 Abstandsempfehlungen für Vorhaben ohne Detailkenntnisse

Für diesen Planungsfall wird unterstellt, dass zum Zeitpunkt der Planung die späteren Nutzungen der Flächen nicht bekannt sind (Planung ohne Detailkenntnisse). Demzufolge können bei dieser Art der Planung keine anlagenbezogenen aktiven oder passiven Schutzmaßnahmen bei der Bewertung der Abstandsermittlung berücksichtigt werden.

Bei der Erarbeitung der Abstandsempfehlungen wurde die deterministische Vorgehensweise gewählt, die im Einklang mit dem in Deutschland praktizierten Störfallrecht steht. Für ausgewählte Störfallstoffe wurde aufgrund langjähriger Betriebserfahrungen und aus der Analyse des deutschen Störfallgeschehens in den letzten Jahrzehnten (vergleiche ZEMA-Berichte) für die Freisetzung in der Regel ein Quellterm aus einer Austrittsfläche von 490 mm² angenommen (entspricht ungefähr dem Querschnitt einer DN 25 Leitung). Als Szenarien wurden Brände/Gaswolkenexplosionen mit unmittelbarer Zündung und Freisetzungen toxischer Stoffe gewählt, als Endpunkte für die Wärmestrahlung ein Grenzwert von 1,6 kW/m², für Explosionen 0,1 bar und für die toxischen Stoffe der Konzentrationsleitwert ERPG-2-Wert ausgewählt. Als Ausbreitungsmodell fand die VDI-Richtlinie 3783 Anwendung. Als Ausbreitungsbedingungen für die Schadstoffe wurde die mittlere Wetterlage (u. a. eine Windgeschwindigkeit von 3 m/s) in einer typischen Industriebebauung (gleichförmige Bebauung) gewählt.

Die Abstandsempfehlungen beziehen sich auf Planungen in ebenem Gelände und mittlere Ausbreitungsbedingungen. In Abhängigkeit insbesondere von den örtlichen Verhältnissen können sich Abweichungen von den Abstandsempfehlungen ergeben.

Stoffspezifische Eigenschaften und Handhabungsbedingungen ergeben unterschiedliche Freisetzungsraten für die betrachteten Szenarien. Aus diesem Grund ergibt sich keine einfache Relation zwischen Toxizität, Wärmestrahlungsbelastung sowie Druckbelastung und Abstandsempfehlung. Es werden deshalb Zuordnungen in Klassen gebildet. Die Ergebnisse sind für wichtige Leitstoffe in nachfolgender Abbildung dargestellt.

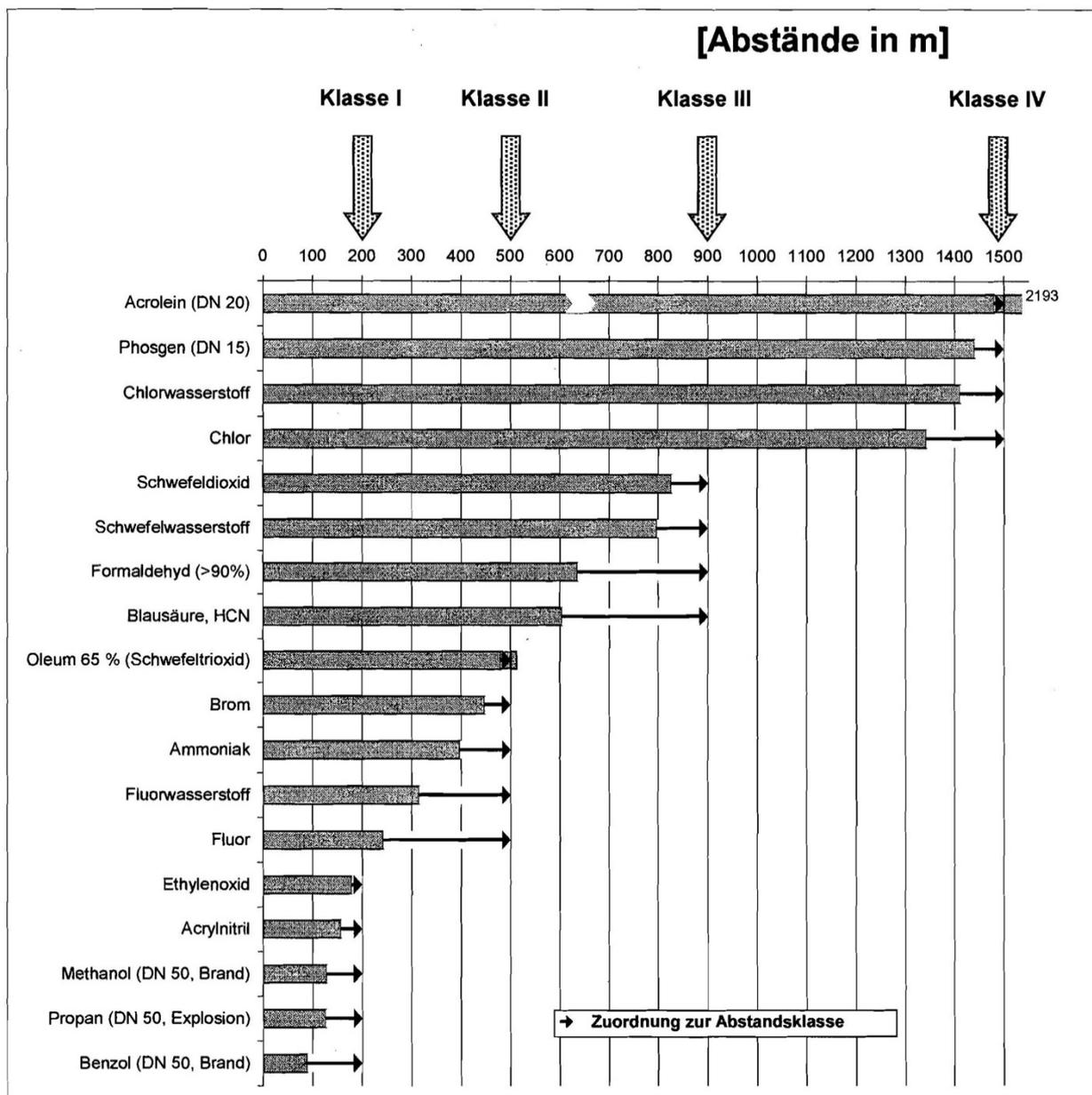


Abbildung 3-1: Abstandsempfehlung für die Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse n. KAS-18-Leitfaden

Die aufgelisteten gefährlichen Stoffe zeichnen sich aus durch ihre stoffspezifischen Eigenschaften wie der hohen Flüchtigkeit, viele sind gasförmige Stoffe oder brennbare Stoffe mit hohem Dampfdruck, bzw. ihrer akuten Toxizität.

Die Abstandsempfehlungen in obiger Abbildung sind als Richtwerte, sogenannte Achtungsabstände, zu verstehen. Sie sind entsprechend der Normgebung der Bauleitplanung von typisierender Art. Sie gelten für die jeweils angegebenen gefährlichen Stoffe, auf Grundlage ihrer stoffspezifischen Eigenschaften wie der Dampfdruck und die typischen Prozessbedingungen, unter denen die gefährlichen Stoffe gehandhabt werden, wie Konzentration, Druck und Temperatur.

Bei den gemäß Leitfaden gewählten repräsentativen Szenarien ergeben sich unterschiedliche Freisetzungsraten und je nach Szenario Umgebungswirkungen bezüglich Toxizität, Wärmestrahlungs-

belastung sowie Druckbelastung. Diese Umgebungswirkungen werden an den entsprechenden Störfallbeurteilungswerten gemessen, woraus die Ermittlung der Achtungsabstände resultiert. Aufgrund von Schwankungsbreiten bei den Ergebnissen erfolgte eine Zuordnung in Abstandsklassen.

3.1.2 Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen mit Detailkenntnissen

Allgemeines:

Für bestehende Betriebsbereiche ist das vom Betriebsbereich ausgehende Gefahrenpotential bekannt bzw. beurteilbar (Planung mit Detailkenntnissen). Hier ist eine konkrete Einzelfallbetrachtung möglich, bei der systematisch zu beurteilen ist, welcher Abstand im konkreten Fall angemessen ist. Dabei werden die getroffenen Vorkehrungen und Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen und zu deren Begrenzung berücksichtigt, so dass sich andere Szenarien für die Abstandsermittlung als unter Kap. 3.1.1 ergeben können.

Weiter gelten die KAS-18 im Kap. 3.2 gegebenen Empfehlungen für die Einzelfallbetrachtung:

- Der Verlust des gesamten Inventars, der Verlust der größten zusammenhängenden Menge, Behälterbersten und der Abriss sehr großer Rohrleitungen sind beim Land-use-planning nicht zu berücksichtigen, da sie bei Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik zu unwahrscheinlich sind.
- Bei Lagerung in Transportgebinden und Lagerung in Druckgefäßen ist mit der Freisetzung des Inhalts eines Transportgebindes oder eines Druckgefäßes (z. B. einer Gasflasche) zu rechnen. Dabei ist bei Druckgefäßen der Abriss des Ventils (Leckgröße 80 mm²) und bei Transportgebinden mit Flüssigkeit (Leckgröße 490 mm²) die völlige Entleerung mit anschließender Lachenverdunstung zu unterstellen.
- Bei Prozessanlagen und bei Lageranlagen ist davon auszugehen, dass Leckagen aus vorhandenen Rohrleitungen, Behältern, Sicherheitseinrichtungen etc. auftreten können.
 - In der Regel wird als Ausgangspunkt der Überlegung von einer Leckfläche von 490 mm² (entspricht einem Äquivalentdurchmesser von 25 mm) ausgegangen.
 - In einer Einzelfallbetrachtung wird unter Berücksichtigung der tatsächlich vorhandenen Technik die zugrunde zu legende Leckfläche bestimmt.
 - Als minimale Grundannahme wird empfohlen, dass eine Leckfläche von 80 mm², entsprechend einem Äquivalentdurchmesser von 10 mm, nicht unterschritten wird.
 - Auswirkungsbegrenzende Maßnahmen sind zu berücksichtigen, soweit sie durch die zugrundeliegenden Ereignisse nicht gestört sind.
- Die Szenarien sind je nach störfallrelevanter Eigenschaft der Stoffe für Stofffreisetzungen, Brand o. Explosion getrennt zu betrachten. Für die Auswirkungsbetrachtungen gilt:
 - der Massenstrom ist entsprechend den Betriebsbedingungen und unter Voraussetzung eines scharfkantigen Lecks (Ausflussziffer: 0,62) zu berechnen,
 - die Umgebungstemperatur ist mit 20°C anzusetzen,
 - es ist eine mittlere Wetterlage nach VDI-Richtlinie 3783 mit einer indifferenten Temperaturschichtung und ohne Inversion zu betrachten. Es ist für den Betriebsbereich die

häufigste Windgeschwindigkeit für eine indifferente Temperaturschichtung zu ermitteln (z.B. DWD) und für die Berechnungen zu verwenden,

- als Beurteilungswerte sind die gleichen Werte heranzuziehen, die für die Herleitung der Achtungsabstände verwendet wurden (ERPG-2-Wert /1,6 kW/m²/ 0,1 bar).
- Der Ausbreitungsradius bis zum Beurteilungswert des abdeckenden Ereignisses entspricht dem angemessenen Abstand des Einzelfalles.
- Existieren für den Anlagentyp aus anderen Rechtsvorschriften vorgeschriebene Mindestabstände (z.B. SprengG, technische Regelwerke), so sind diese zu berücksichtigen, wenn sie größer als die empfohlenen Achtungsabstände sind.

3.1.3 Sonderfall Galvaniken

In der Arbeitshilfe KAS-32 werden spezielle Empfehlungen zur Beurteilung von Galvaniken gegeben, da sich die Hinweise aus dem KAS-18 nur eingeschränkt auf Galvaniken übertragen lassen.

„Die typischerweise in Galvaniken vorkommenden Stoffe verursachen bei bloßer Freisetzung kein Gefahrenpotential außerhalb des unmittelbaren Freisetzungsorts infolge luftgetragener Ausbreitung, da sie keinen oder nur einen geringen Dampfdruck bei zugleich eher größeren Beurteilungswerten aufweisen. Sie stellen sich in der Regel primär als Arbeitsschutzproblem dar.

Sie können jedoch in Kontakt mit anderen, ebenfalls in diesen Betrieben bestimmungsgemäß vorkommenden Stoffen giftige gasförmige Reaktionsprodukte bilden.“ /9/

So können bei Zusammentreffen folgender Stoffe toxische Verbindungen freigesetzt werden:

Cyanide + Säuren → Entstehung Cyanwasserstoff

Hier ist die Zugabe der größten, den örtlichen Betriebsbedingungen zu erwartende Dosiermenge (10 kg) an Cyaniden in ein Säurebad mit gleichzeitigem Ausfall einer wirksamen Abgasreinigung zu unterstellen. Es wird konservativ die vollständige Umsetzung des Cyanids zu Cyanwasserstoff und Freisetzung innerhalb von 3 Minuten über die Abluft der Bäder unterstellt.

Chlorbleichlauge + Säuren → Entstehung Chlor

Hier wird eine Mischung von Chlorbleichlauge und Säure über einen Zeitraum bis zur sicheren Fehlererkennung und Unterbrechung mit der betriebsüblich größten Menge und Freisetzung des in stöchiometrischer Menge entstandenen Chlors über die Belüftung unterstellt.

Salpetersäure + oxidationsempfindliche Metalle → Entstehung Stickoxide

Bei einer Metallfläche von 100 m² und konservativer Abschätzung ist mit der entstehenden Stickoxidbildungsrate ein angemessener Abstand von 50 m anzunehmen.

Weiter heißt es im KAS-32:

„Kommt Flusssäure in wässriger Lösung < 60 Gew-% vor, ist dies i.d.R. nicht abstandsbestimmend, da der Bereich der Überschreitung des ERPG-2-Wertes kleiner 50 m ist.“

„Der angemessene Abstand ist auf Basis eines ursachenunabhängigen Freisetzungereignisses zu bestimmen.“

3.2 BEURTEILUNGSWERTE

Zur Beurteilung von Schadstoffkonzentrationen in der Luft sowie Wärmestrahlung und Explosionsdruck gibt es verschiedene Richt- oder Empfehlungswerte (siehe nachfolgende Tabelle 3-1).

Tabelle 3-1: Richt- oder Empfehlungswerte

	Wert	Erläuterung / Bemerkung
Stoff-Freisetzung	ERPG-2-Wert (Emergency Response Planning Guidelines)	Der ERPG-2-Wert gilt für die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, dass unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden können, ohne dass sie unter irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen oder Symptomen leiden bzw. solche entwickeln, die die Fähigkeit einer Person beeinträchtigen können, Schutzmaßnahmen zu ergreifen.
	AEGL-Werte (Acute Exposure Guideline Level)	AEGL-Werte (Acute exposure guideline levels) sind toxikologisch begründete Spitzenkonzentrationswerte und dienen als Planungswerte für die sicherheitstechnische Auslegung von störfallrelevanten Anlagen sowie der Maßnahmenplanung der Alarm- und Gefahrenabwehr und des Katastrophenschutzes. Für verschiedene Einwirkungszeiten und Auswirkungsgrade wird i.d.R der AEGL-2-Wert für 60 Minuten herangezogen.
Brand	Wärmestrahlung	Bei einem Brandszenario entspricht der angemessene Sicherheitsabstand dem Abstand, an dem die Wärmestrahlung von 1,6 kW/m ² unterschritten wird.
Explosion	Explosionsüberdruck	Bei einer Explosion entspricht der angemessene Sicherheitsabstand dem Abstand, an dem der Explosionsüberdruck von 0,1 bar unterschritten wird.

Der KAS-18 Leitfaden schreibt die Verwendung der ERPG-2 Werte vor. Falls diese nicht festgelegt sind, können AEGL-2-Werte (60 min) herangezogen werden.

In

Tabelle 3-2 sind die relevanten ERPG-2 und AEGL-2 Werte für entstehende Gase in Folge von Störfällen in Galvaniken nach KAS-32 dargestellt. Für Stickoxide allgemein wird Stickstoffdioxid angegeben. Die Werte in Tabelle 3-2 beziehen sich auf einen Zeitraum von 60 Minuten.

Tabelle 3-2: ERPG-2- und AEGL-2-Werte für die störfallbedingte Einwirkung von Gasen

	Chlor Cl ₂	Chlorwasserstoff HCl	Cyanwasserstoff HCN	Stickstoffdioxid NO ₂
ERPG-2 Wert [ppm]	3	20	10	15
AEGL-2 Wert [ppm] (60 min)	2	22	7	12

4 BESTIMMUNG DES ANGEMESSENEN SICHERHEITSABSTANDES

In diesem Kapitel erfolgt zunächst die Darstellung des Gefahrenpotentials des Betriebsbereiches und darauf aufbauend die Bestimmung der angemessenen Sicherheitsabstände. Zusammenfassend wird zuletzt die Empfehlung eines abdeckenden angemessenen Sicherheitsabstands um den Betriebsbereich Werk 1 von Inovan gegeben.

4.1 GEFAHREN-POTENTIAL DES BETRIEBSBEREICHES

Das Gefahrenpotential liegt bei Galvaniken im Allgemeinen in der Bildung toxischer Gase in Folge fehlerhaften Zusammentreffens mindestens zweier Reaktionspartner. Die Reaktion kann durch Fehldosierung einerseits oder durch ein Verwechseln von Stoffen andererseits hervorgerufen werden.

Nach KAS-32 sind 3 Fälle zu unterscheiden, wobei die örtlichen Betriebsbedingungen und technischen Situationen berücksichtigt werden. Gefahrenpotentiale wie die Bildung von Wasserstoff in galvanischen Bädern und dessen Zündung sowie Brand unter Beteiligung von Cyaniden und Brände allgemeiner Art sind nach KAS-32 nicht abstandsbestimmend.

Brände und Explosionen werden daher nicht weiter betrachtet.

4.1.1 Bildung und Freisetzung von Cyanwasserstoff

Prinzipiell ist die Bildung von giftigen Cyanwasserstoff (HCN) im Betriebsbereich von Inovan möglich. Folgende Szenarien sind denkbar:

4.1.1.1 Galvanikanlagen: Zugabe von Cyaniden in ein saures Bad

Galvanikanlagen: Das zum Nachschärfen der Galvanik-Bäder verwendete Cyanid wird fälschlicherweise in ein saures Bad gegeben, z.B. in ein Salzsäure-Bad. Salzsäure liegt somit im Überschuss vor und es kann von einer vollständigen Freisetzung des Cyanids als Cyanwasserstoff ausgegangen werden.

Im Betriebsbereich sind Kaliumcyanid (KCN) und Silbercyanid (AgCN) vorhanden.

Es kommt bei Zugabe von Kaliumcyanid zu Salzsäure nach Gl. 1 zur Bildung von Cyanwasserstoff und Kaliumchlorid, welches als Salz gelöst im Bad verbleibt, bzw. bei Zugabe von Silbercyanid nach Gl.2 zur Bildung von Cyanwasserstoff und gelöstem Silberchlorid:



Aufgrund des gestörten Lösungsgleichgewichts wird das HCN aus dem Bad freigesetzt und über die Badabsaugung erfasst. Eine nachgeschaltete Abluftwäsche bleibt unberücksichtigt, d.h. Cyanwasserstoff wird über den Kamin der betroffenen Galvanikhalle (GV 1 – GV 3) emittiert. Die maximale Zugabemenge beträgt 10 kg.

4.1.1.2 *Galvanikanlagen: Zugabe von Säure in ein cyanidisches Bad*

Galvanikanlagen: Bei der fehlerhaften Zugabe von Säure in ein cyanidisches Bad wird es zu keiner äquimolaren Bildung von Cyanwasserstoff kommen, da das Cyanid in großen Mengen Natronlauge gelöst ist und somit ein ausreichend großer pH-Wert Puffer besteht. Es wären sehr große Mengen von Säure nötig, um den pH-Wert der Bäder von ca. 12-14 auf < 4 zu senken. Dies ist auszuschließen, da im Betriebsbereich die Mineralsäuren (Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure) nur in Kanister bis 10 Liter eingesetzt werden. An der Zugabestelle treten lokal pH-Wert-Absenkungen auf, die eine Cyanwasserstoffbildung zur Folge haben, was für den Arbeitsschutz von Relevanz ist. Allerdings führt dieses Szenario nicht zu größeren HCN-Freisetzungen und wird nicht weiter betrachtet.

4.1.1.3 *Abwasserbehandlung: Vermischen von cyanidischen mit sauren Abwässern*

Abwasserbehandlungsanlage: In Erwägung zu ziehen ist ein Szenario, bei dem es zu einer fehlerhaften Vermischung von cyanidischen Abwässern mit sauren Abwässern und damit zur Bildung von Cyanwasserstoff kommt. Bei Inovan stellt dies kein relevantes Szenario dar, da die cyanidischen und sauren Abwässern getrennt gesammelt werden sowie eine durchgängig feste Verrohrung der Bäder mit den entsprechenden Behältern der Abwasserbehandlung besteht. Stark cyanidische Bäder werden zudem separat in IBC-Behälter gesammelt und einer externen Entsorgung zugeführt. Weiter liegen die Cyanide im Abwasser in sehr geringen Konzentrationen vor, sodass selbst im Falle einer willkürlichen Vermischung keine relevanten HCN-Freisetzungen zu erwarten sind. Dieses Szenario ist nach den Maßgaben des KAS-18 mehrfach ausreichend verhindert. Es führt selbst im Eintrittsfall zu keinen größeren HCN-Freisetzungen als bei vorgenanntem Szenario der Galvanikanlagen und wird nicht weiter betrachtet.

4.1.1.4 *Abdeckendes Szenario*

Als abdeckendes Szenario wird damit die fälschliche Zugabe von Cyanidsalzen in ein saures Galvanik-Bad festgelegt.

Kaliumcyanid wird in Gebinden bis max. 50 kg bevorratet. Zum Nachschärfen oder Ansetzen von Bädern werden bis zu 10 kg entnommen. Diese Menge wird für das Szenario zugrunde gelegt.

4.1.2 *Bildung und Freisetzung von Chlor*

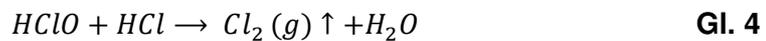
In Tank-LKW, mit einem Liefervolumen von max. 3 m³, werden die Chemikalien Wasserstoffperoxid (H₂O₂), Salzsäure (HCl), Chlorbleichlauge (NaOCl) und Natronlauge (NaOH) angeliefert und in die Lagertanks im Keller abgepumpt (3 m³).

Die fehlerhafte Vermischung von Chlorbleichlauge und starken Säuren ist grundsätzlich möglich, sodass es störungsbedingt zur Bildung und Freisetzung von gasförmigem Chlor (Cl₂) kommt..

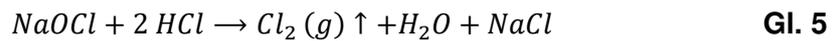
Es handelt sich um einen Dennoch-Störfall, der vernünftigerweise auszuschließen ist, da die beiden Anschlüsse in der Abpumpstation explizit getrennt und durch gegenläufige Gewinde zu unterscheiden sind sowie das 4-Augen-Prinzip beim Abpumpen gilt.

Es wird ursachenunabhängig unterstellt, dass es beim Anliefern von Salzsäure zu einer Stoffverwechslung kommt und die Salzsäure nicht in den entsprechenden Tank mit Salzsäure, sondern in den Tank mit Chlorbleichlauge gepumpt wird. Chlorbleichlauge liegt somit im Überschuss vor.

Über eine Verdrängungsreaktion (Säure-Base-Reaktion) verdrängt die stärkere Säure, hier Salzsäure (HCl), die schwächere Säure, hier Chlorbleichlauge (NaOCl), aus deren Salz. Es bildet sich Chlorgas. Die Löslichkeit von Chlorgas ist gering und wird vernachlässigt.



In Summe ergibt sich somit folgende Gleichung:



Es kommt direkt zur stöchiometrischen Bildung von molekularem Chlor nach Gl. 5, das aus dem Lagertank gasförmig in den Aufstellraum entweicht und über die Raumluftabsaugung über den Kamin UG/Tanklager emittiert wird.

Anhand der tatsächlichen örtlichen Situation kann dabei eine Rückhalte- bzw. Pufferwirkung des Aufstellraums angesetzt werden.

Die betriebsübliche Pumpleistung bei der Tankbefüllung beträgt ca. 50 l/min. Dieser Mengenstrom wird für das Szenario zugrunde gelegt.

4.1.3 Bildung und Freisetzung von Stickoxiden

Salpetersäure wird im Betriebsbereich für die Galvanikbeize (Volumen ca. 10 l) sowie zu Laborzwecken verwendet.

Nach KAS-32 ergibt sich bei Kontakt von Salpetersäure und einer Metalloberfläche von 100 m² ein angemessener Abstand von 50 m.

Da keine relevanten Mengen an Salpetersäure und bei weitem keine Metalloberfläche der oben genannten Größenordnung vorliegen, ist dieser Fall der Freisetzung von Stickoxiden für den Betriebsbereich nicht relevant und wird daher nicht weiter betrachtet.

4.1.4 Leckage von Salzsäure und Verdunstung von Chlorwasserstoff

Salzsäure 31%ig wird mit Tank-LKW angeliefert. Zum Abtanken fährt der LKW in die Annahmehalle. Mögliche Leckagen von Salzsäure werden im Rückhalteraum in der Halle aufgefangen. Eine folgende Verdunstung/Freisetzung von gasförmigem Chlorwasserstoff aus der Leckagemenge hätte nur lokale Auswirkungen, die sich auf den Betriebsbereich beschränken.

Daher ist es kein abstandsbestimmendes Szenario und wird nicht weiter betrachtet.

4.2 ABSTANDSKLASSE FÜR DEN BETRIEBSBEREICH INOVAN WERK 1

Der Achtungsabstand für Chlor, welcher durch Reaktion von Chlorbleichlauge (Natriumhypochlorit) und Säuren in Galvaniken theoretisch entstehen kann, beträgt nach KAS-18 1.500 m. Dieser Wert beruht im KAS-18-Leitfaden auf der Annahme, dass druckverflüssigtes Chlor mit unmittelbarer Flash-Verdampfung von ca. 10 kg/s freigesetzt wird.

Dieser Wert ist für Galvaniken unrealistisch, da die entsprechenden Stoffe als Gase entstehen. Deshalb werden in der Arbeitshilfe KAS-32 die Achtungsabstände für Stoffe spezifisch für Galvaniken definiert:

- Cyanwasserstoff: Abstandsklasse I, Achtungsabstand 200 m

- Chlor: Abstandsklasse II, Achtungsabstand 500 m
- Nitrose Gase (als NO₂): Abstandsklasse I, Achtungsabstand 200 m

Der Achtungsabstand beträgt im vorliegenden Fall für das Werk 1 von Inovan somit 500 m.

Dieser Wert ist als maximaler angemessener Sicherheitsabstand zu verstehen und wird durch den angemessenen Sicherheitsabstand im Einzelfall (mit Detailkenntnissen) ersetzt (s. Kap. 4.3).

4.3 BESTIMMUNG MIT DETAILKENNTNISSEN

4.3.1 Bildung und Freisetzung von Cyanwasserstoff (HCN)

Infolge der fehlerhaften Zugabe von 10 kg Kaliumcyanid (KCN) zu einem Säurebad entsteht nach Gl. 1 für jedes zugegebene Mol KCN 1 Mol Cyanwasserstoff (HCN).

Gemäß KAS-32 wird eine Misch- und Reaktionszeit von 3 min (180 s) angenommen. Säure liegt im Bad im Überschuss vor, sodass von einer vollständigen Umsetzung des KCN ausgegangen werden kann. Das gebildete HCN wird über die Badrandabsaugung und die Abluftanlage über den Kamin an die Umgebung abgegeben.

Nach Vorgabe des KAS-32 ist in dem Szenario die Abluftreinigung nicht zu berücksichtigen, sodass der Cyanwasserstoff ohne Minderung in die Umgebung emittiert wird.

Dieses Szenario kann in jeder Halle mit Galvanikbädern stattfinden. Daher wird die Auswirkung dieses Szenarios für alle 3 Hallenkamine (GV 1 – GV 3) im Betriebsbereich bestimmt.

Bei Zugabe von 10 kg KCN entsteht nach Gl. 1 in Summe ca. 153 Mol HCN. Dies entspricht in Summe einer Bildung von 4,14 kg HCN bzw. einem freigesetzten Massenstrom von 0,023 kg/s HCN für 180 s über Kamin an die Umgebung.

Die Modellparameter sind in Tabelle 4-1 zusammengestellt.

HCN ist in der Luft als dichteneutrales Gas einzustufen, für dessen störungsbedingte Freisetzung gemäß KAS-18 das Ausbreitungsmodell der VDI-RL 3783 Blatt 1 zu verwenden ist. Für die Ausbreitungsberechnung wurde das Programm ProNuSs mit der Versionsnummer 9.23.1 verwendet.

Tabelle 4-1: Modellparameter - Freisetzung von Cyanwasserstoff

Stoff:	HCN (Cyanwasserstoff)
Temperatur / Druck	20 °C / 1 atm
Massenstrom:	0,023 kg/s
Freisetzungsdauer:	180 s
Freisetzungshöhe:	Kamin GV 1: 9,9 m / Kamin GV 2: 11,2 m / Kamin GV 3: 13,2 m
Quellart:	Punktquelle
Geländerauigkeit:	4 (mäßig rau)
Wärmeemission:	keine
Wetterlage:	indifferente Temperaturschichtung, keine Inversion
Wind:	2,0 m/s (mittlere Windgeschwindigkeit am Standort)
Aufpunkthöhe:	bodennah: 1 m über Gelände
Aufpunktentfernungen:	von Nahbereich 10 m / bis Distanzbereich 200 m

Abbildung 4-1 stellt die maximale HCN-Konzentration über die Entfernung vom Freisetzungsort dar.

Der relevante Beurteilungswert ERPG-2 für HCN von 10 ppm wird ab einer Entfernung von

- ca. 83 m (Kamin GV 1)
- ca. 79 m (Kamin GV 2)
- ca. 68 m (Kamin GV 3)

unterschritten.

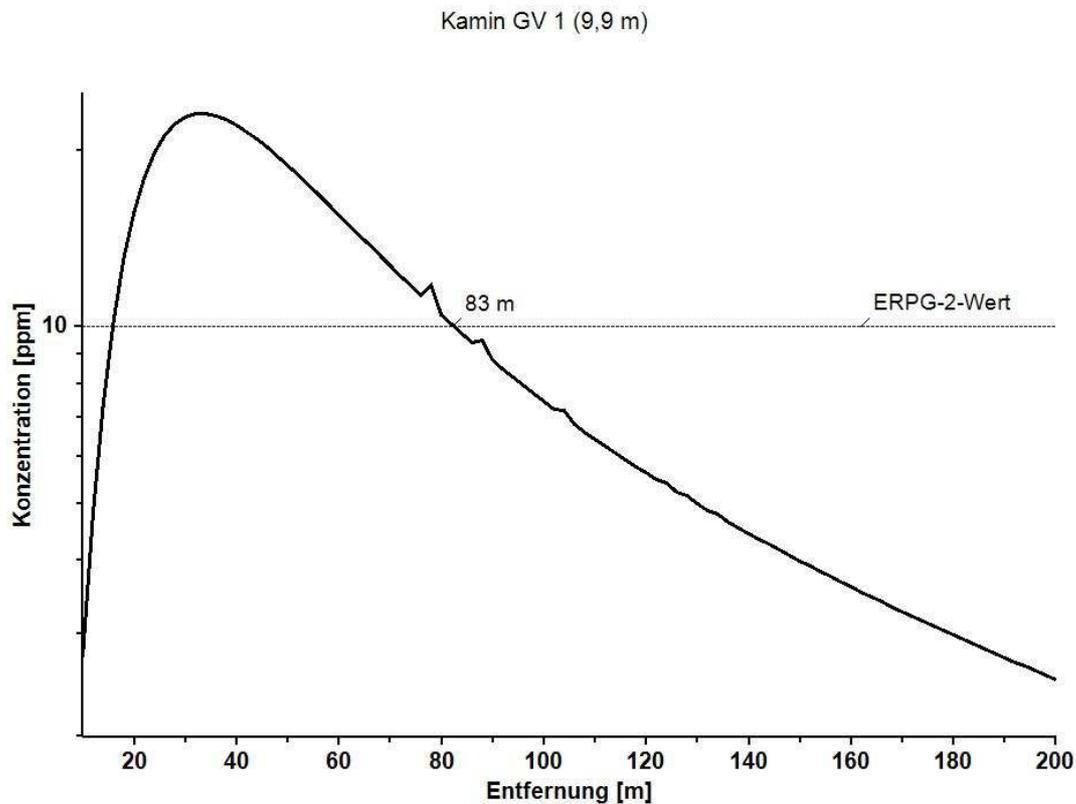
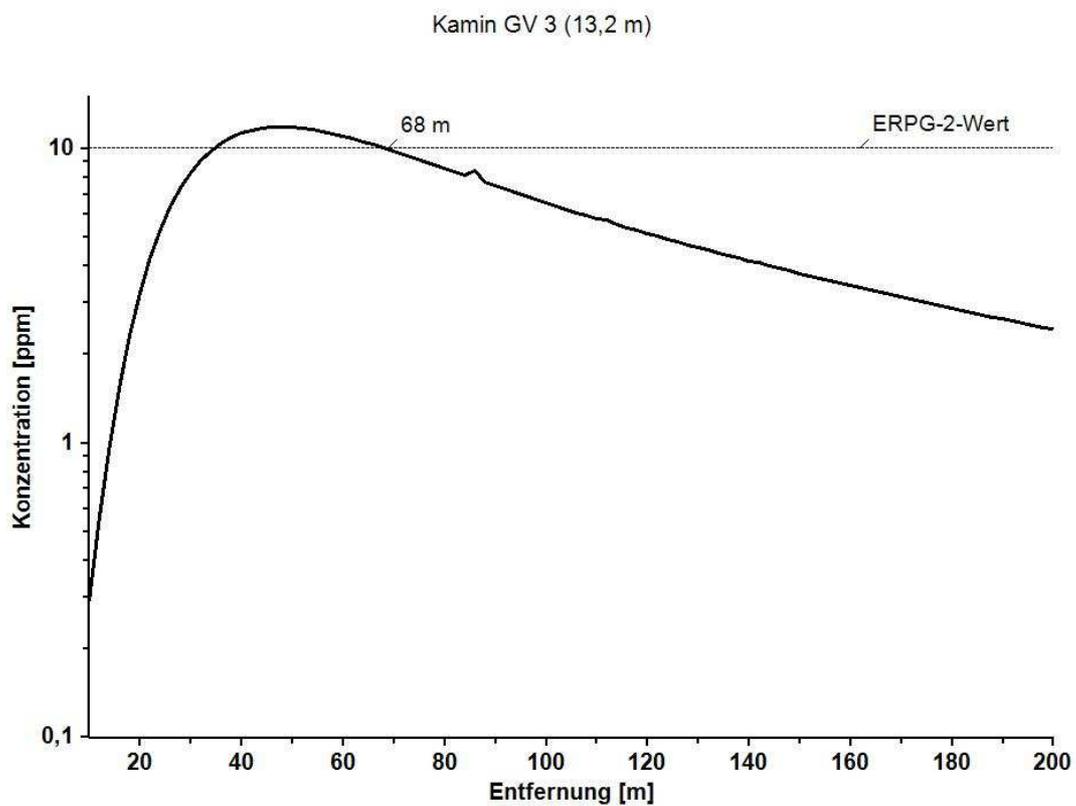
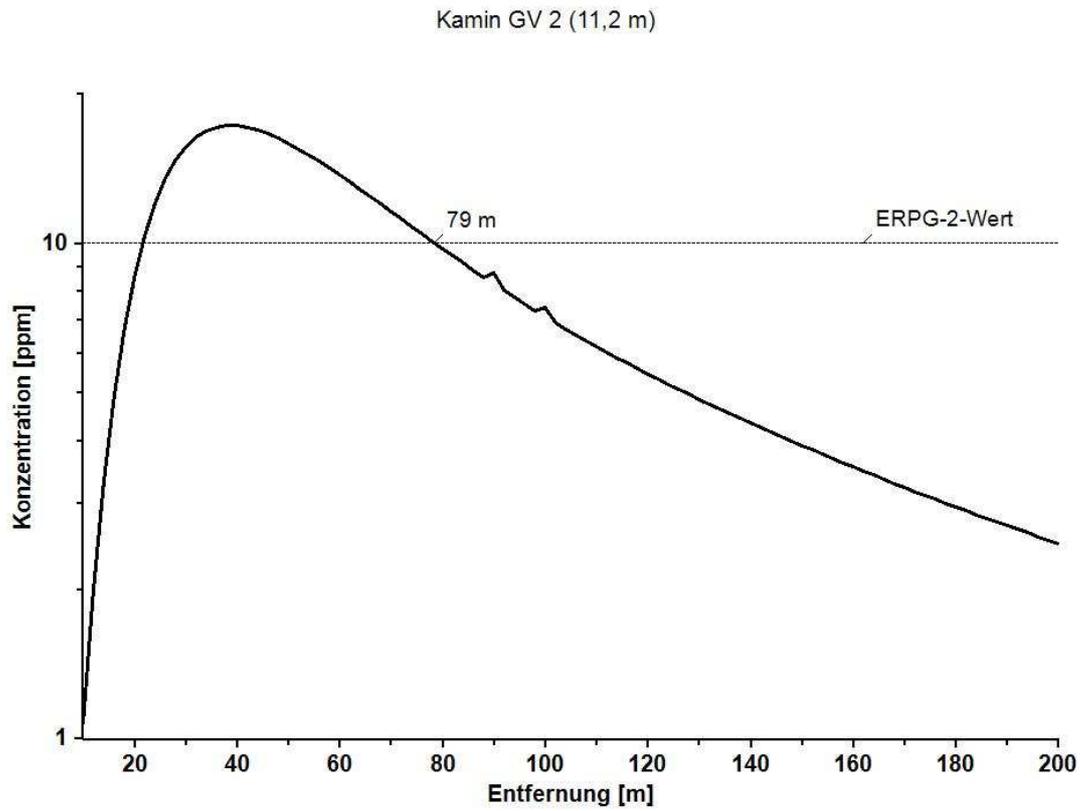


Abbildung 4-1: Maximale HCN-Konzentration über die Entfernung vom Freisetzungsort
hier: Kamin GV 1 (Fortsetzung auf der Folgeseite für Kamin GV 2 und GV 3)



Maximale HCN-Konzentration über die Entfernung vom Freisetzungsort
Fortsetzung Abbildung 4-1 für GV 2 und GV 3

4.3.2 Bildung und Freisetzung von Chlor (Cl_2)

Bei diesem Dennoch-Störfall-Szenario wird unterstellt, dass es beim Abpumpen von Salzsäure (31%ig) zu einer Stoffverwechslung kommt und die Salzsäure nicht in den entsprechenden Tank mit Salzsäure, sondern in den Lagertank mit Chlorbleichlauge im UG gepumpt wird. Dort bildet sich Chlorgas nach Gl. 5. Nach 10 min wird der Fehler erkannt und die Zufuhr von HCl zu NaOCl unterbrochen – die Reaktion kommt zum sofortigen Erliegen.

Das im Lagertank gebildete Chlor entweicht in den geschlossenen Raum des Tanklagers. Das Raumvolumen wirkt als Puffer bezüglich der Chlor-Freisetzung in die Umgebung. Die Freisetzung von Chlor erfolgt über die kontinuierliche Raumabsaugung (gemessener Volumenstrom ca. $15 \text{ m}^3/\text{min}$) zum Kamin „UG/Tanklager“.

Nach Gl. 5 bildet sich für jedes Mol HCl $\rightarrow \frac{1}{2}$ Mol Cl_2 . Bei einer Konzentration 31 Gew-% HCl in der Salzsäure bedeutet dies bei einer betriebsüblichen Pumpleistung von 50 l/min eine stöchiometrische Bildung von Cl_2 von ca. $0,281 \text{ kg/s}$. Der Zeitpunkt bis zur sicheren Fehlererkennung und Unterbrechung der Förderung wird nach den Bedingungen des KAS-18 auf 600 s (10 min) festgelegt. Es bilden sich in Summe somit ca. 169 kg Chlor.

Über den kompletten betrachteten Zeitraum wird kontinuierlich Raumluft abgesaugt und über den Kamin emittiert. Der Massenstrom an Chlor an die Umgebung wird durch den Volumenstrom der Absaugung aus dem Aufstellraum sowie der Chlor-Konzentration im Raum bestimmt.

Zunächst steigt die Chlorkonzentration im Aufstellraum stetig an, bis sie ein Maximum bei der Unterbrechung des Zulaufes nach 600 s erreicht. Es wird ab diesem Zeitpunkt kein Chlor mehr gebildet. Die Chlor-Konzentration im Aufstellraum, und somit auch der emittierte Massenstrom an Chlor durch die Absaugung an die Umgebung, nimmt danach stetig ab.

Die Pufferwirkung des Aufstellraums und der emittierte Massenstrom an Chlor über den Kamin werden durch ein Input-Output-Modell mit gleichmäßiger Raumluftvermischung (analog dem idealen Rührkessel) approximiert. Der betrachtete Zeitraum wird mit 2.400 s so gewählt, dass über 95% des gebildeten Chlors an die Umgebung emittiert ist.

Die Ausbreitung wird gemäß KAS-18 mit der VDI-RL 3783 Blatt 1 für dichteneutrale Gase¹ und folgende Situation für 5 Zeitintervalle im betrachteten Zeitraum simuliert (verwendetes Programm ProNuSs 9.23.1). Die Modellparameter sind in Tabelle 4-2 zusammengestellt.

¹ Aufgrund der nicht bodennahen Freisetzung und der Thermik (z.B. Wind und Freisetzungsgeschwindigkeit des Gases), wird auch bei Chlor kein Schwergascharakter (flache, bodennahe Ausbreitungsschicht) unterstellt, da das Gas durch die Luft weitergetragen und verdünnt wird (vgl. VDI 3783, Bl. 2).

Tabelle 4-2: Modellparameter Fall 2: Freisetzung von Chlor

Stoff:	Cl ₂
Temperatur / Druck	20 °C / 1 atm
Bildungsrate: (in den Aufstellraum des Lagertanks)	0,281 kg/s Cl ₂ für 600 s (Gesamt: 169 kg Chlor)
Freisetzungsrate: (über Kamin in die Luft)	1. Zeitintervall: 0,0985 kg/s für 400 s 2. Zeitintervall: 0,176 kg/s für 400 s 3. Zeitintervall: 0,084 kg/s für 400 s 4. Zeitintervall: 0,0345 kg/s für 400 s 5. Zeitintervall: 0,010 kg/s für 800 s (Gesamt: 165 kg Chlor)
Freisetzungsdauer:	2.400 s
Freisetzungshöhe:	Kamin UG / Tanklager: 8,4 m
Quellart:	Punktquelle
Geländerauigkeit:	4 (mäßig rau)
Wärmeemission:	keine
Wetterlage:	indifferente Temperaturschichtung, keine Inversion
Wind:	2,0 m/s (mittlere Windgeschwindigkeit am Standort)
Aufpunkthöhe:	bodennah: 1 m über Gelände
Aufpunktentfernungen:	von Nahbereich 20 m / bis Distanzbereich 500 m

Folgende Abbildung 4-2 stellt die maximale Chlor-Konzentration über die Entfernung vom Freisetzungsort dar.

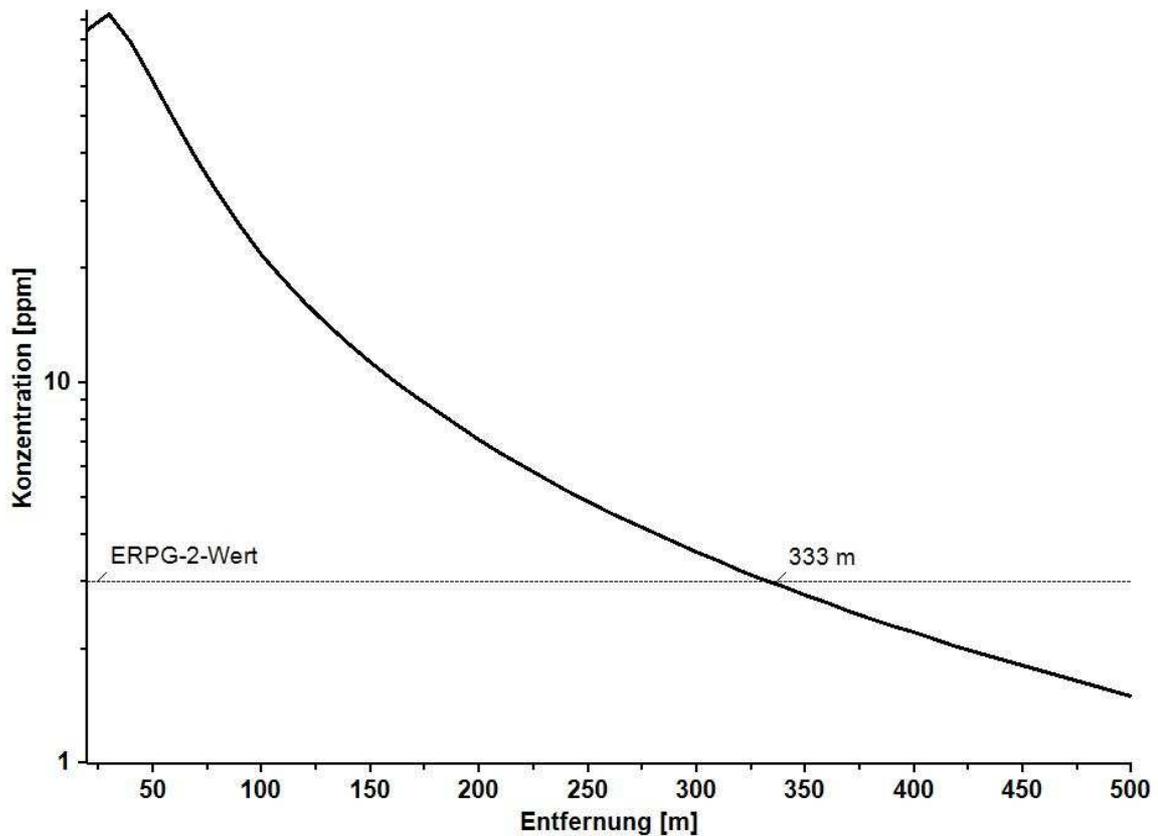


Abbildung 4-2: Maximale Chlor-Konzentration über die Entfernung vom Freisetzungsort

Der höchste Wert für die Immissionskonzentration liegt in ca 30 m Entfernung vom Kamin.

Der relevante Beurteilungswert ERPG-2 für Chlor von 3 ppm wird ab einer Entfernung von ca. 333 m vom Emissionsort (hier Kamin UG/Tanklager) unterschritten.

Hinweis: Aufgrund der Tallage des Betriebsbereichs und der teilweisen Hanglage von Schutzobjekten (Wohnbebauung im Westen) wurde die Aufpunkthöhe und z.T. die Freisetzungshöhe im Rahmen der Möglichkeiten der VDI-Richtlinie 3783 in Zusatzberechnungen variiert. Im Ergebnis zeigt sich für den hier relevanten Abstandsbereich über 200 m kein signifikanter Einfluss auf die Immissionskonzentration, d.h. die o.g. Entfernung von ca. 333 m kann für alle Richtungen angewendet werden.

4.4 OPTION: ZUSÄTZLICHE MAßNAHMEN ZUR ABSTANDSREDUZIERUNG

Nachfolgend wird geprüft, ob durch zusätzliche Maßnahmen im Betriebsbereich eine Abstandsreduzierung erreicht werden kann.

Wie vorstehend abgeleitet führt das Freisetzungsszenario Chlor zu dem größten angemessenen Sicherheitsabstand. Das Szenario resultiert aus der Verwendung spezieller Chemikalien im Betriebsbereich und ist im Betriebsbereich örtlich mit der Chemikalien-Entladestelle und dem Tanklager verknüpft. Es wird daher nachfolgend geprüft, ob zusätzliche Maßnahmen zu einer Reduzierung des angemessenen Sicherheitsabstands führen können. Dabei ist zu bedenken, dass bei der Abstandsermittlung die Dennoch-Störfall-Szenarien ursachenunabhängig auszuwählen sind. Bei den nachfolgenden Optionen wird nicht der Frage nachgegangen, ob solche Maßnahmen vom Betreiber gefordert werden können. Hierzu enthält die 12. BImSchV die Klarstellung, dass die Wahrung angemessener Sicherheitsabstände zwischen Betriebsbereich und benachbarten Schutzobjekten keine Betreiberpflicht darstellt (§ 3 Abs. 5).

4.4.1 Option 1: pH-Wert-Verriegelung der Chemikalien-Abtankung

Option 1: pH-Wert-Verriegelung der Chemikalien-Abtankung von Salzsäure und Chlorbleichlauge

Bei dieser Option werden zusätzlich zu den bereits getroffenen Maßnahmen an der Entladestelle für die per Tank-LKW angelieferten Chemikalien Salzsäure (HCl, pH-Wert < 1) und Chlorbleichlauge (NaOCl, pH-Wert > 10) pH-Wert-Verriegelungen, bestehend aus pH-Elektrode, Auswertelektronik und Automatikventil, in die Tankzuleitungen eingebaut. Die pH-Elektrode wird mit der Auswertelektronik verknüpft, die im Fall eines falschen pH-Wertes ein Automatikventil in der Tankzuleitung schließt und den Befüllvorgang stoppt.

Zusätzlich wird ein Chlor-Sensor für den Tank-Aufstellraum empfohlen, über den ebenfalls der Stopp des Befüllvorgangs ausgelöst werden kann.

Damit kann der Dennoch-Störfall gemäß Kap. 4.3.2 dahingehend modifiziert werden, dass ein fehlerhafter Zulauf von Chemikalie (Chlorbleichlauge zu Salzsäure bzw. umgekehrt) in kurzer Frist unterbunden werden kann, die nachfolgend mit höchstens 10 sec angesetzt wird. In diesem Zeitraum fließt bei einer Betankungsrate von 50 l/min ein Mengenstrom von ca. 8 l fälschlicherweise in den anderen Chemikaliertank und führt dort zur Fehlreaktion unter Bildung von Chlor.

Die anderen Randbedingungen sind analog den Ausführungen in Kap. 4.3.2. Die Modellparameter sind in Tabelle 4-3 zusammengestellt.

4.4.2 Option 2: Bereitstellung von Chlorbleichlauge in IBC

Option 2: Umstellung der Versorgung mit Chlorbleichlauge durch Bereitstellung in IBC

Soweit die Versorgung mit Chlorbleichlauge durch Bezug von befüllten IBC (je ca. 1.000 l) erfolgt und der Auffangraum für Leckagen nicht mit dem für Salzsäure korrespondiert, ist kein Dennoch-Störfall-Szenario aufgrund Stoffverwechslung bzw. Fehlbefüllung für die Abstandsermittlung zu bilden.

Tabelle 4-3: Modellparameter Option 1: Kurzzeitige Freisetzung von Chlor

Stoff:	Cl ₂
Temperatur / Druck	20 °C / 1 atm
Bildungsrate: (in den Aufstellraum des Lagertanks)	0,281 kg/s Cl ₂ für 10 s (Gesamt: 2,8 kg Chlor)
Freisetzungsrate: (über Kamin in die Luft)	Instationärer Verlauf aufgrund Bildungsrate im Raum und Freisetzung über die Raumentlüftung (Massenstrom gemäß Zwischenergebnis der Berechnungs-Software; gesamt: 2,8 kg Chlor)
Freisetzungsdauer:	900 s
Freisetzungshöhe:	Kamin UG / Tanklager: 8,4 m
Quellart:	Punktquelle
Geländerauigkeit:	4 (mäßig rau)
Wärmeemission:	keine
Wetterlage:	indifferente Temperaturschichtung, keine Inversion
Wind:	2,0 m/s (mittlere Windgeschwindigkeit am Standort)
Aufpunkthöhe:	bodennah: 1 m über Gelände
Aufpunktentfernungen:	von Nahbereich 20 m / bis Distanzbereich 500 m

Folgende Abbildung 4-3 stellt die maximale Chlor-Konzentration über die Entfernung vom Freisetzungsort dar.

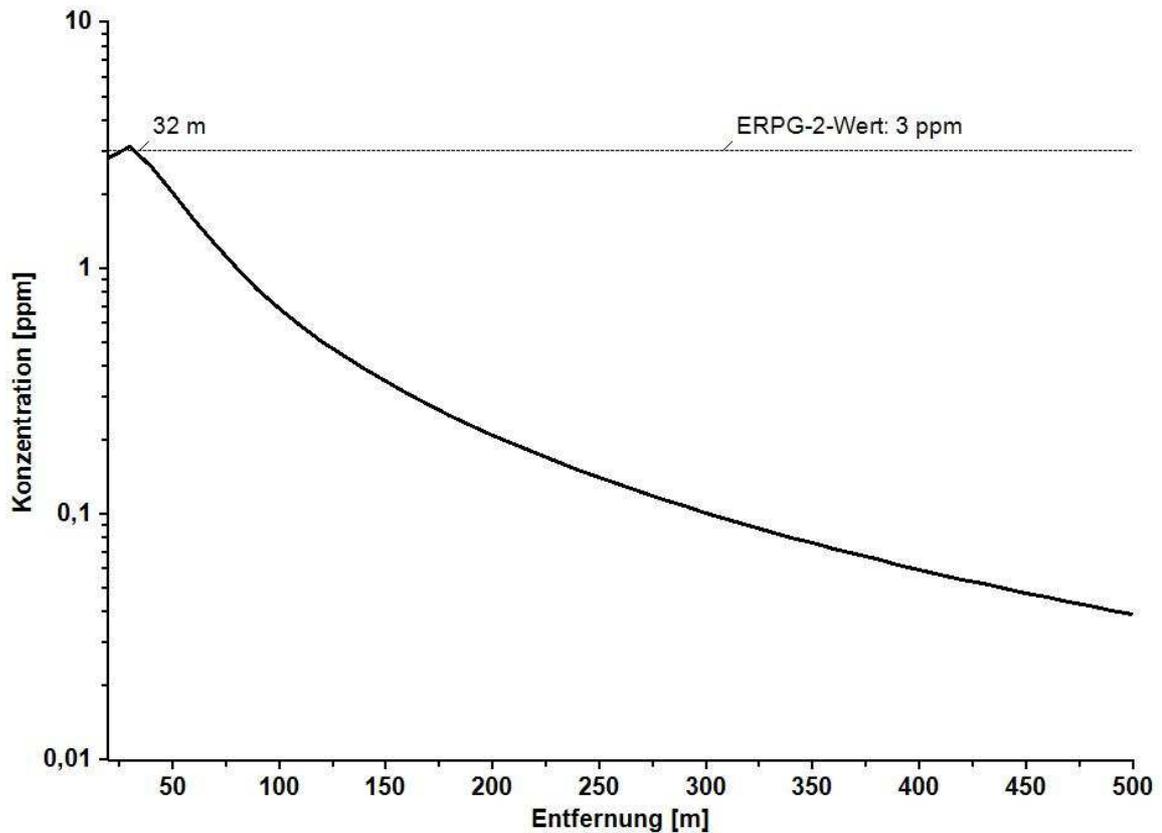


Abbildung 4-3: Maximale Chlor-Konzentration über die Entfernung vom Freisetzungsort bei Option 1

In diesem Fall liegt der höchste Wert für die Immissionskonzentration in ca. 30 m Entfernung vom Kamin.

Der relevante Beurteilungswert ERPG-2 für Chlor von 3 ppm wird ab einer Entfernung von ca. 32 m vom Emissionsort (hier Kamin UG/Tanklager) unterschritten.

4.5 EMPFEHLUNGEN ZUM ANGEMESSENEN SICHERHEITSABSTAND

Nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse für die in Kap. 4.3 und 4.4 betrachteten Dennoch-Störfall-Szenarien zusammen.

Tabelle 4-4: Zusammenfassung der betrachteten Dennoch-Störfall-Szenarien

Nr.	Dennoch-Störfall-Szenario	Unterschreitung des rel. Beurteilungswertes ab		
1	<u>Freisetzung toxischer Gase-Szenario HCN:</u> Bildung und Freisetzung von toxischem Cyanwasserstoff (HCN) infolge störungsbedingter Vermischung von Cyaniden und Säuren	HCN (Cyanwasserstoff) (ERPG-2: 10 ppm):		
		ca. 83 m (um Kamin GV 1)	ca. 79 m (um Kamin GV 2)	ca. 68 m (um Kamin GV 3)
2	<u>Freisetzung toxischer Gase-Szenario Cl₂:</u> Bildung und Freisetzung von toxischem Chlor (Cl ₂) infolge störungsbedingter Vermischung von Chlorbleichlauge und starker Säure	Cl ₂ (Chlor) (ERPG-2: 3 ppm): ca. 333 m (um Kamin UG/Tanklager)		

Zusatzbetrachtung möglicher Optionen zu Chlor-Bildung aus Chlorbleichlauge (Kap. 4.4)

2.1	<u>Freisetzung toxischer Gase-Szenario Cl₂ bei Option 1 (mit Zusatzmaßnahmen):</u> Bildung und Freisetzung von toxischem Chlor (Cl ₂) infolge störungsbedingter Vermischung von Chlorbleichlauge und starker Säure	Cl ₂ (Chlor) (ERPG-2: 3 ppm): ca. 32 m (um Kamin UG/Tanklager)		
2.2	<u>Freisetzung toxischer Gase-Szenario Cl₂ bei Option 2 (Chlorbleichlauge in IBC):</u>	Kein relevantes Szenario		

Die Betrachtung fiktiver Dennoch-Störfall-Szenarien für den Betriebsbereich Werk 1 von Inovan in Birkenfeld liefert Ergebnisse mit Unterschreitung der zugrunde gelegten Beurteilungswerte (ERPG-2 Wert) gemäß den genannten Abständen in Tabelle 4-4. Die Bildung und Freisetzung von Chlor infolge fehlerhafter Vermischung von Chlorbleichlauge mit Salzsäure wird als abstandsbestimmendes Szenario eingestuft. Der relevante Beurteilungswert wird in einem Abstand von ca. 333 m um den Freisetzungsort (Abluftkamin UG/Tanklager) unterschritten.

Es wird daher für den Betriebsbereich im IST-Zustand ein angemessener Sicherheitsabstand (gemäß § 3 (5c) BImSchG) von 333 m um den Kamin UG/Tanklager aufgrund Chlor-Freisetzung empfohlen. Die aus der Cyanwasserstoff-Freisetzung resultierenden Abstandsradien um die Kamine GV 1 – GV 3 von 68 m bis 83 m sind damit abgedeckt.

Bei Realisierung der in Kap. 4.4.2 dargestellten Option 1 (Zusatzmaßnahmen Chlorbleichlauge) ergibt sich ein anderes Szenario für die Chlor-Freisetzung mit deutlich geringerem Abstand von

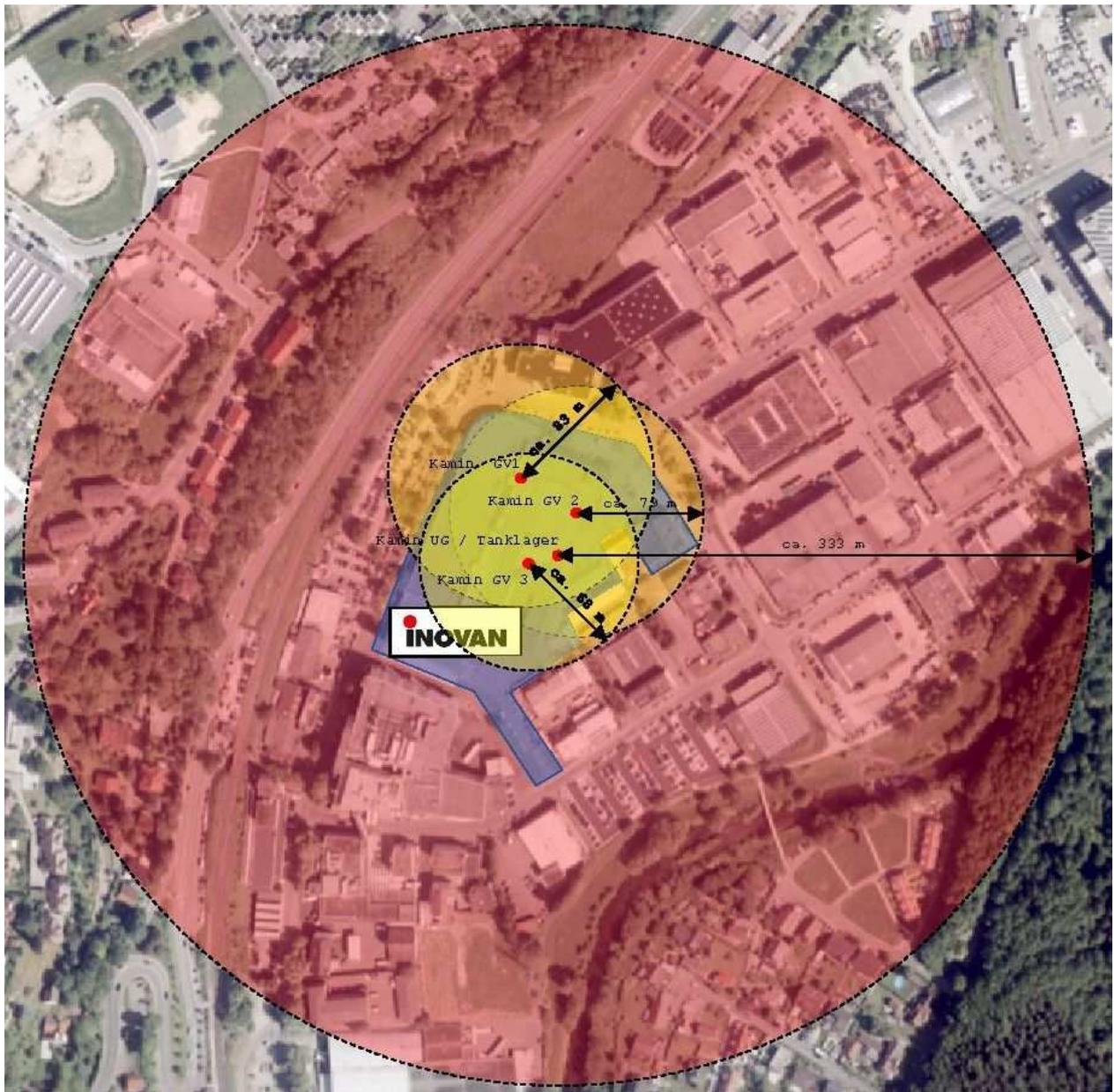
32 m. Infolgedessen wäre der angemessene Sicherheitsabstand (gemäß § 3 (5c) BImSchG) bestimmt durch die aus der Cyanwasserstoff-Freisetzung resultierenden Abstandsradien um die Kamine GV 1 – GV 3 von 68 m bis 83 m.

Hinweis: Die Wahrung des angemessenen Sicherheitsabstands zwischen dem Betriebsbereich und den benachbarten Schutzobjekten stellt keine Betreiberpflicht dar (§ 3 (5) 12. BImSchV).

Diese Ergebnisse (IST-Zustand bzw. Option 1) sind in Anhang 1 grafisch dargestellt. Aus nachfolgenden Abb. 4-4 und 4-5 (Ausschnitte aus Karten in Anhang 1) sind die Auswirkungsradien der betrachteten Dennoch-Störfall-Szenarien ersichtlich. Wie zu sehen ist, weist der abdeckende Dennoch-Störfall im IST-Zustand mit Freisetzung von Chlor Auswirkungen deutlich über die Grundstücksgrenze hinweg auf. Neben den Gewerbegrundstücken im nahen Umfeld sind auch Wohngebiete in Birkenfeld (Kirchweg) und Pforzheim (Herrenstriet) betroffen.

Bei Realisierung geeigneter Maßnahmen im Anlagen- und Betriebsbereich, wie in Kap. 4.4 betrachtet (Option 1: spezielle weitere Sicherheitstechnik für die Abtankung von Chlorbleichlauge), ließe sich das für den IST-Zustand als abdeckend eingestufte Störfall-Szenario mit Chlor in seinen Auswirkungen weiter begrenzen und der angemessene Sicherheitsabstand für das Szenario Chlor-Freisetzung soweit reduzieren, dass die Szenarien der Cyanwasserstoff-Freisetzung abstandsbestimmend werden. Aus der grafischen Darstellung ist ersichtlich, dass für diesen Optionsfall die Auswirkungen zwar über die Grundstücksgrenze hinausgehen, aber keine Wohngebiete betroffen sind.

Hinweis: Welche Objekte als schutzbedürftig anzusehen sind, entscheidet die zuständige Behörde.



**Abbildung 4-4: Angemessener Sicherheitsabstand für Inovan Werk 1 in Birkenfeld
IST-Zustand
(Gelb: Fall 1- Bildung Cyanwasserstoff, Rot: Fall 2 – Bildung Chlor)
(Kartenquelle: Homepage der LUBW, eigene Eintragung)**

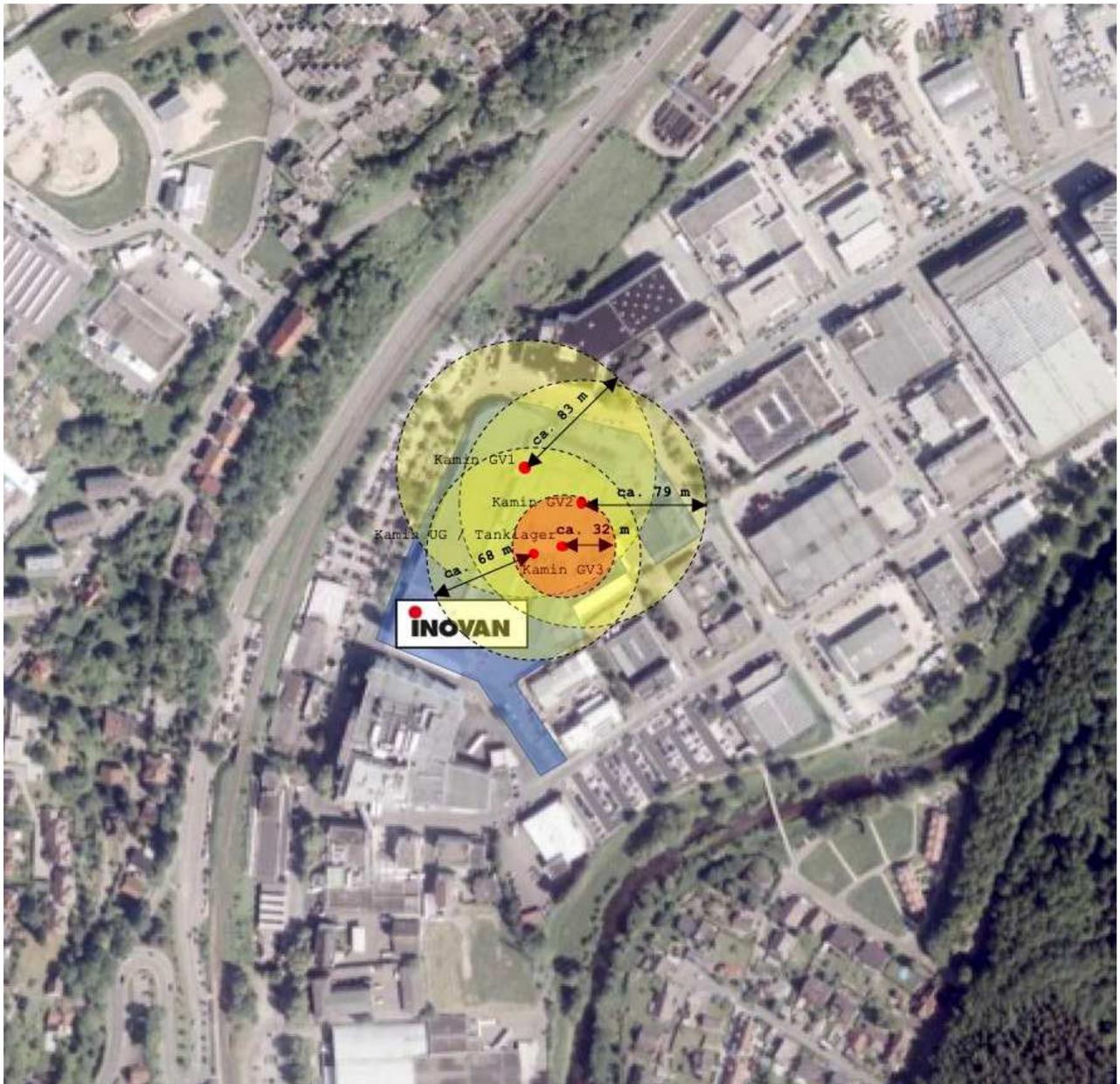


Abbildung 4-5: Angemessener Sicherheitsabstand für Inovan Werk 1 in Birkenfeld bei Realisierung von Option 1 (Zusatzmaßnahmen Chlorbleichlauge)
(Gelb: Fall 1- Bildung Cyanwasserstoff, Rot: Fall 2 – Bildung Chlor)
(Kartenquelle: Homepage der LUBW, eigene Eintragung)

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die Fa. Inovan GmbH & Co. KG betreibt in ihrem Werk 1 am Standort Industriestr. 44, 75217 Birkenfeld Galvanikanlagen (GV 1-GV 3). Aufgrund der vorhandenen Stoffe und Stoffmengen nach Anhang I der Störfall-Verordnung handelt es sich um einen Betriebsbereich der unteren Klasse i.S. des §3 (5a) BImSchG, für den das Abstandsgebot nach § 50 BImSchG zutreffend ist.

INGUS Dr. Reiling wurde von Inovan beauftragt, für den Betriebsbereich ein Sachverständigengutachten zum angemessenen Sicherheitsabstand gemäß §50 BImSchG zu erstellen.

Orientiert am Leitfaden KAS-18 der Kommission für Anlagensicherheit wurde eine für Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen vorgesehene Einzelfallbetrachtung nach Nr. 3.2 des Leitfadens in Kombination mit der Arbeitshilfe KAS-32 durchgeführt und im Gutachten dokumentiert.

Es wurden ausgehend vom Stoffinventar und dem Gefahrenpotential 2 fiktive Störungs-Szenarien als abdeckende Dennoch-Störfall-Szenarien für den IST-Zustand und ein weiteres Szenario als Option für Fall 2 (bei Realisierung von Zusatzmaßnahmen) betrachtet:

- Fall 1: Freisetzung von Cyanwasserstoff infolge Vermischung von Cyaniden und Säuren
- Fall 2: Freisetzung von Chlor infolge von Vermischung von Chlorbleichlauge mit Säuren

Die Ermittlung der möglichen Auswirkungen freigesetzter toxischer Gase auf die Nachbarschaft erfolgte mit Ausbreitungsmodellen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1.

Die Ergebnisse zeigen eine Unterschreitung der zugrunde gelegten Beurteilungswerte im maximalen Abstand von

- Fall 1: ca. 83 m (Kamin GV 1), ca. 79 m (Kamin GV 2), ca. 68 m (Kamin GV 3)
- Fall 2 (IST-Zustand): ca. 333 m (Kamin UG/Tanklager)
- Fall 2 (Option 1): ca. 32 m (Kamin UG/Tanklager)

Der ermittelte maximale Abstand beträgt bei den Szenarien im IST-Zustand ca. 333 m. Er ist vom Emissionsort (Kamin UG/Tanklager) zu messen. Dieser Abstand stellt aus Gutachtersicht aktuell den angemessenen Sicherheitsabstand gemäß BImSchG für den Betriebsbereich von Inovan, Birkenfeld, Werk 1 und benachbarte Schutzobjekte dar.

Im Gutachten werden zudem Optionen zur Abstandsreduzierung aufgezeigt. Bei Realisierung der Option 1 (Zusatzmaßnahmen Chlorbleichlauge) würde sich ein anderes Szenario für die Chlor-Freisetzung mit deutlich geringerem Abstand von ca. 32 m ergeben. Infolgedessen wäre der angemessene Sicherheitsabstand gemäß BImSchG bestimmt durch die aus der Cyanwasserstoff-Freisetzung resultierenden Abstandsradien um die Kamine GV 1 – GV 3 von 68 m bis 83 m.

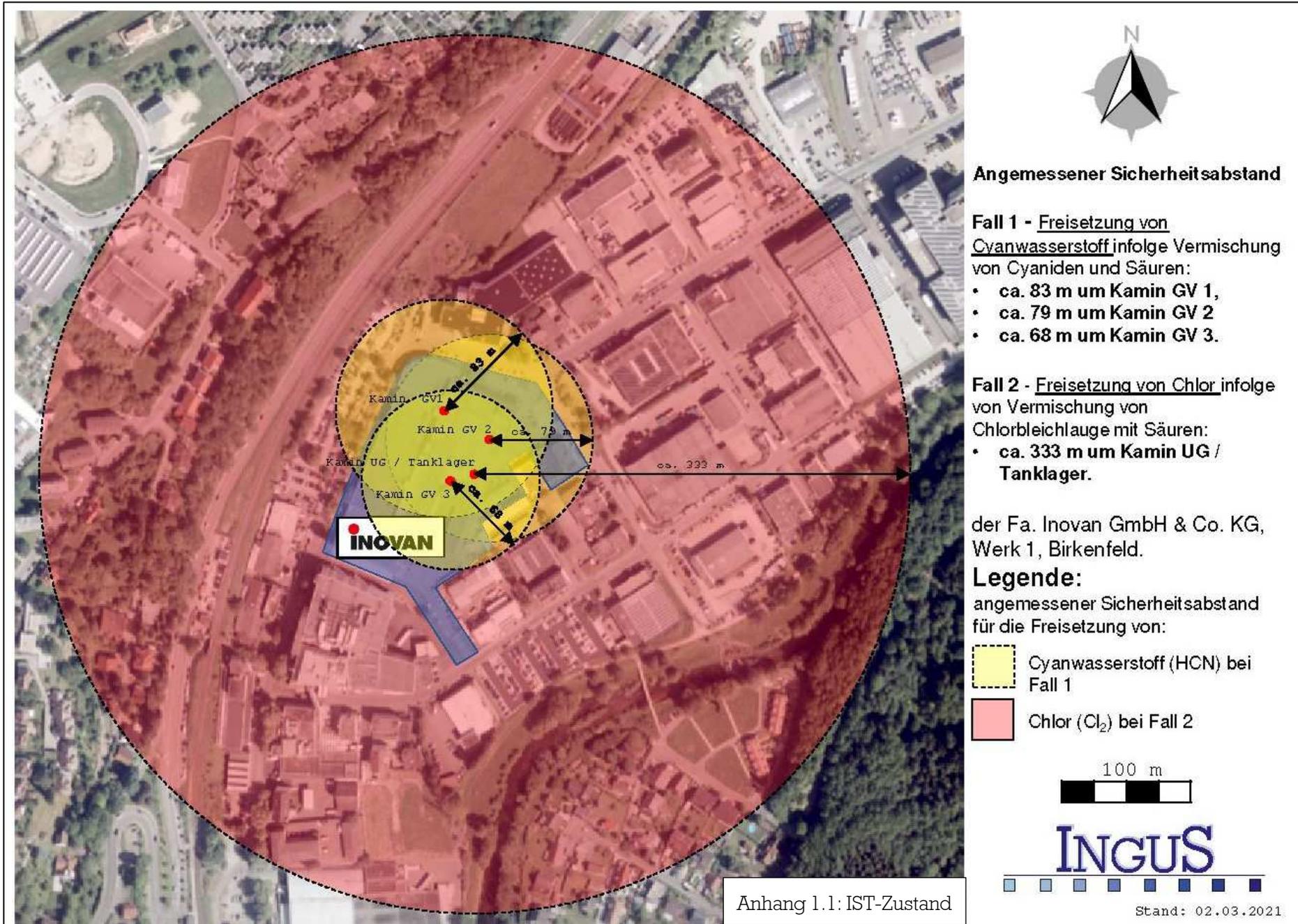
Kämpfelbach, den 04.05.2021

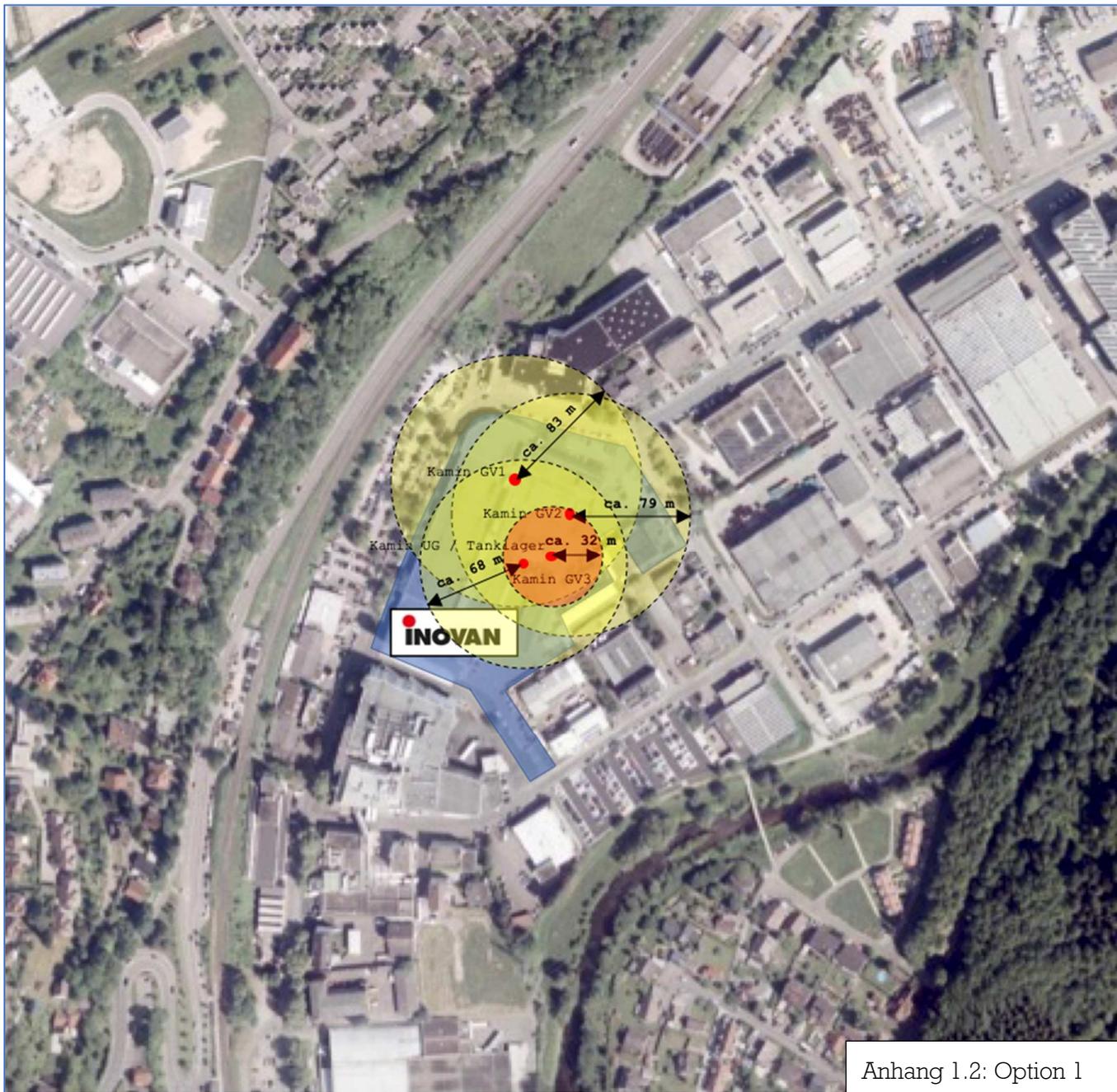
INGUS Ingenieurbüro für Umweltschutz und Sicherheit



Dr. Winfried Reiling

(bekannt gegebener Sachverständiger nach §29b BImSchG)





Angemessener Sicherheitsabstand

Fall 1 - Freisetzung von Cyanwasserstoff infolge Vermischung von Cyaniden und Säuren:

- ca. 83 m um Kamin GV 1,
- ca. 79 m um Kamin GV 2
- ca. 68 m um Kamin GV 3.

Fall 2, Option1 Freisetzung von Chlor infolge von Vermischung von Chlorbleichlauge mit Säuren:

- ca. 32 m um Kamin UG / Tanklager.

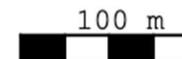
der Fa. Inovan GmbH & Co. KG,
Werk Birkenfeld.

Legende:

angemessener Sicherheitsabstand für die Freisetzung von:

 Cyanwasserstoff (HCN) bei Fall 1

 Chlor (Cl₂) bei Fall 2



INGUS



Protokolldaten der Berechnungen:

Fall 1.1 – Freisetzung von Cyanwasserstoff:

hier: Kamin GV 1

VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 und 2

Datum: 28 Feb 2021 ; 11:42:31

Programm Version: 9.21.5

Stoffdaten:

Ausgewählter Stoff: Cyanwasserstoff

Bearbeitungsdatum: 26.07.2016

Molare Masse (Gasphase) [g/mol]: 27,03

Istropenexponent [-]: 1,257

Realgasfaktor [-]: 1,0

Temperatur [K]: 293,15

(Dampf)-Druck [bar-abs]: 1,013

Gasdichte [kg/m³]: 1,12

Flüssigkeitsdichte [kg/m³]: 686,646

Wärmekapazität der Flüssigphase [kJ/kg K]: 2,6215

Wärmekapazität der Gasphase [kJ/kg K]: 1,5057

Verdampfungsenthalpie [kJ/kg]: 1003,73

Untere Explosionsgrenze [Vol.-%]: 5,4

Obere Explosionsgrenze [Vol.-%]: 46,6

Unterer Heizwert [MJ/kg]: 13,26

Diffusionskoeffizient in Luft [m²/s]: 1,833e-05

Temperaturklasse: T1

Explosionsgruppe: II B

Eingabeparameter

Standortparameter:

Rauhigkeitsklasse [-]: 4,00

Rauhigkeitshöhe [m]: 0,80

mittlere Bebauungshöhe [m]: 2,0000E+01

Quellparameter der Punktquelle:

Quellabmessungen:

XQ [m]: 0,0000E+00

YQ [m]: 0,0000E+00

ZQ [m]: 0,0000E+00

Quellhöhe [m]: 9,9000E+00

Emissionsdauer [s]: 1,8000E+02

Quellstärke g/s: 23,000

Freigesetzte Masse [g]: 4140,00

Berechnung aller Immissionsdaten

Aufpunktkoordinaten:

XA [m]= 1,0000E+01

YA [m]= 0,0000E+00

ZA [m]= 1,0000E+00

Berechnungen für Aufpunkte mit Quellentfernungen unter 100 m oder Aufpunkte neben der Fahnenachse (YA<>0) entsprechen nicht der Richtlinie 3783 Blatt 1.

vorgegebene Ausbreitungssituation

Ausbreitungsklasse [-]: 2,0

Schichtung: indifferent

keine Inversion

Windgeschwindigkeit in Anemometerhöhe [m/s]: 2,0000E+00

Transportgeschwindigkeit [m/s]: 1,5625E+00

Zeit [s] Konzentration [mg/m³]

4,0 4,50E-07

6,0 7,59E-03

8,0 2,00E-01

...

.

HINWEIS (INGUS): Aufgrund des Umfangs verkürzte Darstellung der Berechnungsergebnisse

***** Zusammenfassung *****

Spezielle Ausbreitungssituation:

x	y	z	c	c	Dosis	W	
[m]	[m]	[m]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[ppm]	[mg s/m ³]	[-]
1,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	3,12E+00	2,73E+00	5,61E+02	0,00E+00	
2,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,79E+01	1,57E+01	3,22E+03	0,00E+00	
3,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	2,60E+01	2,27E+01	4,66E+03	0,00E+00	
4,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	2,52E+01	2,20E+01	4,51E+03	0,00E+00	
5,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	2,15E+01	1,88E+01	3,84E+03	0,00E+00	
6,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,77E+01	1,55E+01	3,15E+03	0,00E+00	
7,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,45E+01	1,27E+01	2,57E+03	0,00E+00	
8,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,20E+01	1,05E+01	2,11E+03	0,00E+00	
9,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,00E+01	8,76E+00	1,75E+03	0,00E+00	
1,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	8,50E+00	7,44E+00	1,47E+03	0,00E+00	
1,10E+02	0,00E+00	1,00E+00	7,34E+00	6,42E+00	1,26E+03	0,00E+00	
1,20E+02	0,00E+00	1,00E+00	6,42E+00	5,62E+00	1,10E+03	0,00E+00	
1,30E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,68E+00	4,97E+00	9,62E+02	0,00E+00	
1,40E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,07E+00	4,43E+00	9,12E+02	0,00E+00	
1,50E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,55E+00	3,98E+00	8,19E+02	0,00E+00	
1,60E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,11E+00	3,60E+00	7,39E+02	0,00E+00	
1,70E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,73E+00	3,26E+00	6,71E+02	0,00E+00	
1,80E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,40E+00	2,97E+00	6,11E+02	0,00E+00	
1,90E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,11E+00	2,72E+00	5,60E+02	0,00E+00	
2,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,86E+00	2,50E+00	5,14E+02	0,00E+00	

Protokolldaten der Berechnungen:

Fall 1.2 – Freisetzung von Cyanwasserstoff:

hier: Kamin GV 2

VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 und 2

Datum: 28 Feb 2021 ; 12:46:14

Programm Version: 9.21.5

Stoffdaten:

Ausgewählter Stoff: Cyanwasserstoff

Bearbeitungsdatum: 26.07.2016

Molare Masse (Gasphase) [g/mol]: 27,03

Isentropenexponent [-]: 1,257

Realgasfaktor [-]: 1,0

Temperatur [K]: 293,15

(Dampf)-Druck [bar-abs]: 1,013

Gasdichte [kg/m³]: 1,12

Flüssigkeitsdichte [kg/m³]: 686,646

Wärmekapazität der Flüssigphase [kJ/kg K]: 2,6215

Wärmekapazität der Gasphase [kJ/kg K]: 1,5057

Verdampfungsenthalpie [kJ/kg]: 1003,73

Untere Explosionsgrenze [Vol.-%]: 5,4

Obere Explosionsgrenze [Vol.-%]: 46,6

Unterer Heizwert [MJ/kg]: 13,26

Diffusionskoeffizient in Luft [m²/s]: 1,833e-05

Temperaturklasse: T1

Explosionsgruppe: II B

Eingabeparameter

Standortparameter:

Rauhigkeitsklasse [-]: 4,00

Rauhigkeitshöhe [m]: 0,80

mittlere Bebauungshöhe [m]: 2,0000E+01

Quellparameter der Punktquelle:

Quellabmessungen:

XQ [m]: 0,0000E+00

YQ [m]: 0,0000E+00

ZQ [m]: 0,0000E+00

Quellhöhe [m]: 1,1200E+01

Emissionsdauer [s]: 1,8000E+02

Quellstärke g/s: 23,000

Freigesetzte Masse [g]: 4140,00

Berechnung aller Immissionsdaten

Aufpunktkoordinaten:

XA [m]= 1,0000E+01

YA [m]= 0,0000E+00

ZA [m]= 1,0000E+00

Berechnungen für Aufpunkte mit Quellentfernungen unter

100 m oder Aufpunkte neben der Fahnenachse (YA<>0)

entsprechen nicht der Richtlinie 3783 Blatt 1.

vorgegebene Ausbreitungssituation

Ausbreitungsklasse [-]: 2,0

Schichtung: indifferent

keine Inversion

Windgeschwindigkeit in Anemometerhöhe [m/s]: 2,0000E+00

Transportgeschwindigkeit [m/s]: 1,5625E+00

Zeit [s] Konzentration [mg/m³]

4,0 4,15E-09

6,0 5,19E-04

8,0 3,04E-02

....

HINWEIS (INGUS): Aufgrund des Umfangs verkürzte Darstellung der Berechnungsergebnisse

***** Zusammenfassung ***** Spezielle Ausbreitungssituation:

x	y	z	c	c	Dosis	W	
[m]	[m]	[m]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[ppm]	[mg s/m ³]	[-]
1,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,23E+00	1,07E+00	2,20E+02	0,00E+00	
2,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	9,76E+00	8,54E+00	1,75E+03	0,00E+00	
3,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,79E+01	1,57E+01	3,21E+03	0,00E+00	
4,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,97E+01	1,73E+01	3,54E+03	0,00E+00	
5,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,82E+01	1,59E+01	3,25E+03	0,00E+00	
6,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,57E+01	1,37E+01	2,79E+03	0,00E+00	
7,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,32E+01	1,16E+01	2,34E+03	0,00E+00	
8,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,12E+01	9,76E+00	1,96E+03	0,00E+00	
9,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	9,95E+00	8,70E+00	1,66E+03	0,00E+00	
1,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	8,50E+00	7,44E+00	1,41E+03	0,00E+00	
1,10E+02	0,00E+00	1,00E+00	7,07E+00	6,18E+00	1,22E+03	0,00E+00	
1,20E+02	0,00E+00	1,00E+00	6,22E+00	5,45E+00	1,06E+03	0,00E+00	
1,30E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,53E+00	4,84E+00	9,43E+02	0,00E+00	
1,40E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,96E+00	4,34E+00	8,34E+02	0,00E+00	
1,50E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,47E+00	3,91E+00	8,03E+02	0,00E+00	
1,60E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,04E+00	3,54E+00	7,26E+02	0,00E+00	
1,70E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,68E+00	3,22E+00	6,61E+02	0,00E+00	
1,80E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,36E+00	2,94E+00	6,04E+02	0,00E+00	
1,90E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,08E+00	2,69E+00	5,54E+02	0,00E+00	
2,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,83E+00	2,48E+00	5,10E+02	0,00E+00	

Protokolldaten der Berechnungen:

Fall 1.3 – Freisetzung von Cyanwasserstoff:

hier: Kamin GV 3

VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 und 2

Datum: 28 Feb 2021 ; 13:19:11

Programm Version: 9.21.5

Stoffdaten:

Ausgewählter Stoff: Cyanwasserstoff

Bearbeitungsdatum: 26.07.2016

Molare Masse (Gasphase) [g/mol]: 27,03

Istropenexponent [-]: 1,257

Realgasfaktor [-]: 1,0

Temperatur [K]: 293,15

(Dampf)-Druck [bar-abs]: 1,013

Gasdichte [kg/m³]: 1,12

Flüssigkeitsdichte [kg/m³]: 686,646

Wärmekapazität der Flüssigphase [kJ/kg K]: 2,6215

Wärmekapazität der Gasphase [kJ/kg K]: 1,5057

Verdampfungsenthalpie [kJ/kg]: 1003,73

Untere Explosionsgrenze [Vol.-%]: 5,4

Obere Explosionsgrenze [Vol.-%]: 46,6

Unterer Heizwert [MJ/kg]: 13,26

Diffusionskoeffizient in Luft [m²/s]: 1,833e-05

Temperaturklasse: T1

Explosionsgruppe: II B

Eingabeparameter

Standortparameter:

Rauhigkeitsklasse [-]: 4,00

Rauhigkeitshöhe [m]: 0,80

mittlere Bebauungshöhe [m]: 2,0000E+01

Quellparameter der Punktquelle:

Quellabmessungen:

XQ [m]: 0,0000E+00

YQ [m]: 0,0000E+00

ZQ [m]: 0,0000E+00

Quellhöhe [m]: 1,3200E+01

Emissionsdauer [s]: 1,8000E+02

Quellstärke g/s: 23,000

Freigesetzte Masse [g]: 4140,00

Berechnung aller Immissionsdaten

Aufpunktkoordinaten:

XA [m]= 1,0000E+01

YA [m]= 0,0000E+00

ZA [m]= 1,0000E+00

Berechnungen für Aufpunkte mit Quellentfernungen unter 100 m oder Aufpunkte neben der Fahnenachse (YA<>0) entsprechen nicht der Richtlinie 3783 Blatt 1.

vorgegebene Ausbreitungssituation

Ausbreitungsklasse [-]: 2,0

Schichtung: indifferent

keine Inversion

Windgeschwindigkeit in Anemometerhöhe [m/s]: 2,0000E+00

Transportgeschwindigkeit [m/s]: 1,5625E+00

Zeit [s] Konzentration [mg/m³]

4,0 1,13E-12

6,0 5,20E-06

8,0 1,30E-03

....

.

HINWEIS (INGUS): Aufgrund des Umfangs verkürzte Darstellung der Berechnungsergebnisse

***** Zusammenfassung ***** Spezielle Ausbreitungssituation:

x	y	z	c	c	Dosis	W	
[m]	[m]	[m]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[ppm]	[mg s/m ³]	[-]
1,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	3,31E-01	2,90E-01	5,90E+01	0,00E+00	
2,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	3,68E+00	3,22E+00	6,60E+02	0,00E+00	
3,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	9,44E+00	8,26E+00	1,69E+03	0,00E+00	
4,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,28E+01	1,12E+01	2,30E+03	0,00E+00	
5,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,34E+01	1,17E+01	2,40E+03	0,00E+00	
6,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,25E+01	1,10E+01	2,23E+03	0,00E+00	
7,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,12E+01	9,76E+00	1,98E+03	0,00E+00	
8,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	9,75E+00	8,53E+00	1,72E+03	0,00E+00	
9,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	8,49E+00	7,43E+00	1,49E+03	0,00E+00	
1,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	7,43E+00	6,51E+00	1,30E+03	0,00E+00	
1,10E+02	0,00E+00	1,00E+00	6,57E+00	5,75E+00	1,14E+03	0,00E+00	
1,20E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,85E+00	5,12E+00	1,01E+03	0,00E+00	
1,30E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,25E+00	4,59E+00	8,97E+02	0,00E+00	
1,40E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,73E+00	4,14E+00	8,05E+02	0,00E+00	
1,50E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,29E+00	3,75E+00	7,24E+02	0,00E+00	
1,60E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,90E+00	3,41E+00	6,50E+02	0,00E+00	
1,70E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,56E+00	3,11E+00	5,94E+02	0,00E+00	
1,80E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,26E+00	2,85E+00	5,87E+02	0,00E+00	
1,90E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,00E+00	2,63E+00	5,40E+02	0,00E+00	
2,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,77E+00	2,42E+00	4,98E+02	0,00E+00	

Protokolldaten der Berechnungen:

Fall 2 – Freisetzung von Chlor:

hier: Kamin UG / Tanklager

VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 und 2

Datum: 28 Feb 2021 ; 08:48:03

Programm Version: 9.21.5
 Stoffdaten:
 Ausgewählter Stoff: Chlor
 Bearbeitungsdatum: 26.07.2016
 Molare Masse (Gasphase) [g/mol]: 70,91
 Isentropenexponent [-]: 1,32
 Realgasfaktor [-]: 1,0
 Temperatur [K]: 293,15
 (Dampf)-Druck [bar-abs]: 1,013
 Gasdichte [kg/m³]: 2,95
 Flüssigkeitsdichte [kg/m³]: 1410,815
 Wärmekapazität der Flüssigphase [kJ/kg K]: 0,9132
 Wärmekapazität der Gasphase [kJ/kg K]: 0,4831
 Verdampfungsenthalpie [kJ/kg]: 254,59
 Diffusionskoeffizient in Luft [m²/s]: 1,256e-05
 Temperaturklasse: Keine Angabe
 Explosionsgruppe: Keine Angabe

Quellhöhe [m]: 8,4000E+00
 Emissionsdauer [s]: 2,4000E+03

Emissionsverlauf:
 Stützstelle Zeit n. Emissionsbeginn
 Quellstärke
 - [s] g/s
 1,00E+00 4,00E+02 9,85E+01
 2,00E+00 8,00E+02 1,76E+02
 3,00E+00 1,20E+03 8,40E+01
 4,00E+00 1,60E+03 3,45E+01
 5,00E+00 2,40E+03 1,00E+01
 Freigesetzte Masse [g]: 165200,00

Berechnung aller Immissionsdaten

Aufpunktkoordinaten:
 XA [m]= 2,0000E+01
 YA [m]= 0,0000E+00
 ZA [m]= 1,0000E+00
 Berechnungen für Aufpunkte mit Quellentfernungen unter
 100 m oder Aufpunkte neben der Fahnenachse (YA<>0)
 entsprechen nicht der Richtlinie 3783 Blatt 1.

vorgegebene Ausbreitungssituation

Eingabeparameter

Standortparameter:
 Rauigkeitsklasse [-]: 4,00
 Rauigkeitshöhe [m]: 0,80
 mittlere Bebauungshöhe [m]: 2,0000E+01
 Quellparameter der Punktquelle:
 Quellabmessungen:
 XQ [m]: 0,0000E+00
 YQ [m]: 0,0000E+00
 ZQ [m]: 0,0000E+00

Ausbreitungsklasse [-]: 2,0
 Schichtung: indifferent
 keine Inversion
 Windgeschwindigkeit in Anemometerhöhe [m/s]: 2,0000E+00
 Transportgeschwindigkeit [m/s]: 1,5625E+00
 Zeit [s] Konzentration [mg/m³]
 9,0 1,89
 33,0 139,09
 57,0 140,87

HINWEIS (INGUS): Aufgrund des Umfangs verkürzte Darstellung der Berechnungsergebnisse

***** Zusammenfassung ***** Spezielle Ausbreitungssituation:

x	y	z	c	c	Dosis	W	
[m]	[m]	[m]	[mg/m ³]	[ppm]	[mg s/m ³]	[-]	
2,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	2,52E+02	8,40E+01	2,36E+05	5,43E-01	
3,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	2,79E+02	9,30E+01	2,61E+05	5,96E-01	
4,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	2,35E+02	7,84E+01	2,20E+05	5,04E-01	
5,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,86E+02	6,20E+01	1,75E+05	3,78E-01	
6,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,46E+02	4,88E+01	1,37E+05	2,60E-01	
7,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	1,16E+02	3,88E+01	1,09E+05	1,69E-01	
8,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	9,40E+01	3,14E+01	8,82E+04	1,05E-01	
9,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	7,75E+01	2,58E+01	7,27E+04	6,43E-02	
1,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	6,51E+01	2,17E+01	6,11E+04	3,93E-02	
1,10E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,58E+01	1,86E+01	5,23E+04	2,42E-02	
1,20E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,85E+01	1,62E+01	4,55E+04	1,52E-02	
1,30E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,27E+01	1,43E+01	4,01E+04	9,61E-03	
1,40E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,80E+01	1,27E+01	3,57E+04	6,15E-03	
1,50E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,40E+01	1,13E+01	3,19E+04	3,95E-03	
1,60E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,06E+01	1,02E+01	2,88E+04	2,55E-03	
1,70E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,78E+01	9,26E+00	2,61E+04	1,66E-03	
1,80E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,53E+01	8,43E+00	2,37E+04	1,08E-03	
1,90E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,31E+01	7,71E+00	2,17E+04	7,09E-04	
2,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,12E+01	7,08E+00	1,99E+04	4,69E-04	

Stand: 04.05.2021

Protokolldaten der Berechnungen

Anhang 2

2,10E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,96E+01	6,53E+00	1,84E+04	3,12E-04
2,20E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,81E+01	6,04E+00	1,70E+04	2,09E-04
2,30E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,68E+01	5,61E+00	1,58E+04	1,41E-04
2,40E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,56E+01	5,22E+00	1,47E+04	9,56E-05
2,50E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,46E+01	4,87E+00	1,37E+04	6,53E-05
2,60E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,37E+01	4,56E+00	1,28E+04	4,49E-05
2,70E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,28E+01	4,28E+00	1,21E+04	3,12E-05
2,80E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,21E+01	4,03E+00	1,13E+04	2,16E-05
2,90E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,14E+01	3,79E+00	1,07E+04	1,51E-05
3,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,07E+01	3,58E+00	1,01E+04	1,07E-05
3,10E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,02E+01	3,39E+00	9,54E+03	7,55E-06
3,20E+02	0,00E+00	1,00E+00	9,63E+00	3,21E+00	9,04E+03	5,38E-06
3,30E+02	0,00E+00	1,00E+00	9,14E+00	3,05E+00	8,58E+03	3,85E-06
3,40E+02	0,00E+00	1,00E+00	8,69E+00	2,90E+00	8,16E+03	2,77E-06
3,50E+02	0,00E+00	1,00E+00	8,27E+00	2,76E+00	7,77E+03	2,00E-06
3,60E+02	0,00E+00	1,00E+00	7,89E+00	2,63E+00	7,40E+03	1,46E-06
3,70E+02	0,00E+00	1,00E+00	7,53E+00	2,51E+00	7,07E+03	1,06E-06
3,80E+02	0,00E+00	1,00E+00	7,19E+00	2,40E+00	6,75E+03	7,80E-07
3,90E+02	0,00E+00	1,00E+00	6,88E+00	2,30E+00	6,46E+03	5,75E-07
4,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	6,59E+00	2,20E+00	6,19E+03	4,26E-07
4,10E+02	0,00E+00	1,00E+00	6,32E+00	2,11E+00	5,93E+03	3,16E-07
4,20E+02	0,00E+00	1,00E+00	6,06E+00	2,02E+00	5,69E+03	0,00E+00
4,30E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,83E+00	1,94E+00	5,47E+03	0,00E+00
4,40E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,60E+00	1,87E+00	5,26E+03	0,00E+00
4,50E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,39E+00	1,80E+00	5,06E+03	0,00E+00
4,60E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,19E+00	1,73E+00	4,88E+03	0,00E+00
4,70E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,00E+00	1,67E+00	4,70E+03	0,00E+00
4,80E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,83E+00	1,61E+00	4,54E+03	0,00E+00
4,90E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,66E+00	1,55E+00	4,38E+03	0,00E+00
5,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,50E+00	1,50E+00	4,23E+03	0,00E+00

Protokolldaten der Berechnungen:

Fall 2b – Freisetzung von Chlor
 Option 1: pH-Wert-Verriegelung
 hier: Kamin UG / Tanklager
 VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 und 2
 Datum: 29 Apr 2021 ; 11:01:37
 Programm Version: 9.21.5
 Stoffdaten:
 Ausgewählter Stoff: Chlor
 Bearbeitungsdatum: 26.07.2016
 Molare Masse (Gasphase) [g/mol]: 70,91
 Isentropenexponent [-]: 1,32
 Realgasfaktor [-]: 1,0
 Temperatur [K]: 293,15
 (Dampf)-Druck [bar-abs]: 1,013
 Gasdichte [kg/m³]: 2,95
 Flüssigkeitsdichte [kg/m³]: 1410,815
 Wärmekapazität der Flüssigphase [kJ/kg K]: 0,9132
 Wärmekapazität der Gasphase [kJ/kg K]: 0,4831
 Verdampfungsenthalpie [kJ/kg]: 254,59
 Diffusionskoeffizient in Luft [m²/s]: 1,256e-05
 Temperaturklasse: Keine Angabe
 Explosionsgruppe: Keine Angabe

4,00E+00	3,42E+01	5,94E+00
5,00E+00	4,41E+01	5,81E+00
6,00E+00	5,39E+01	5,68E+00
7,00E+00	6,21E+01	5,57E+00
8,00E+00	6,50E+01	5,50E+00
9,00E+00	6,70E+01	5,47E+00
1,00E+01	7,50E+01	5,41E+00
1,10E+01	8,45E+01	5,30E+00
1,20E+01	9,44E+01	5,19E+00
1,30E+01	1,04E+02	5,08E+00
1,40E+01	1,14E+02	4,97E+00
1,50E+01	1,24E+02	4,86E+00
....		
8,50E+01	8,17E+02	1,03E+00
8,60E+01	8,27E+02	1,01E+00
8,70E+01	8,37E+02	9,89E-01
8,80E+01	8,47E+02	9,68E-01
8,90E+01	8,57E+02	9,47E-01
9,00E+01	8,67E+02	9,26E-01
Freigesetzte Masse [g]:		2784,70

 Berechnung aller Immissionsdaten

Aufpunktkoordinaten:
 XA [m]= 2,0000E+01
 YA [m]= 0,0000E+00
 ZA [m]= 1,0000E+00
 Berechnungen für Aufpunkte mit Quellentfernungen unter
 100 m oder Aufpunkte neben der Fahnenachse (YA<>0)
 entsprechen nicht der Richtlinie 3783 Blatt 1.

 Eingabeparameter

 Standortparameter:
 Rauigkeitsklasse [-]: 4,00
 Rauigkeitshöhe [m]: 0,80
 mittlere Bebauungshöhe [m]: 2,0000E+01
 Quellparameter der Punktquelle:
 Quellabmessungen:
 XQ [m]: 0,0000E+00
 YQ [m]: 0,0000E+00
 ZQ [m]: 0,0000E+00
 Quellhöhe [m]: 8,4000E+00
 Emissionsdauer [s]: 9,0000E+02
 Emissionsverlauf:
 Stützstelle Zeit n. Emissionsbeginn
 Quellstärke
 - [s] g/s
 1,00E+00 9,82E+00 2,94E+00
 2,00E+00 1,46E+01 6,01E+00
 3,00E+00 2,44E+01 6,07E+00

vorgegebene Ausbreitungssituation
 Ausbreitungsklasse [-]: 2,0
 Schichtung: indifferent
 keine Inversion
 Windgeschwindigkeit in Anemometerhöhe [m/s]: 2,0000E+00
 Transportgeschwindigkeit [m/s]: 1,5625E+00
 Zeit [s] Konzentration [mg/m³]
 9,0 5,59E-02
 18,0 3,20
 27,0 7,19
 36,0 8,42
 45,0 8,45

HINWEIS (INGUS): Aufgrund des Umfangs verkürzte Darstellung der Berechnungsergebnisse

***** Zusammenfassung ***** Spezielle Ausbreitungssituation:

x	y	z	c	c	Dosis	W
[m]	[m]	[m]	[mg/m ³]	[ppm]	[mg s/m ³]	[-]
2,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	8,46E+00	2,82E+00	3,46E+03	0,00E+00
3,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	9,30E+00	3,10E+00	3,82E+03	3,76E-07
4,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	7,77E+00	2,59E+00	3,22E+03	0,00E+00
5,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	6,09E+00	2,03E+00	2,55E+03	0,00E+00
6,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	4,75E+00	1,58E+00	2,00E+03	0,00E+00
7,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	3,74E+00	1,25E+00	1,59E+03	0,00E+00
8,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	3,00E+00	1,00E+00	1,30E+03	0,00E+00

Stand: 04.05.2021

Protokolldaten der Berechnungen

Anhang 2

9,00E+01	0,00E+00	1,00E+00	2,46E+00	8,19E-01	1,07E+03	0,00E+00
1,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,05E+00	6,84E-01	8,97E+02	0,00E+00
1,10E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,74E+00	5,81E-01	7,68E+02	0,00E+00
1,20E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,51E+00	5,02E-01	6,68E+02	0,00E+00
1,30E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,32E+00	4,40E-01	5,89E+02	0,00E+00
1,40E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,16E+00	3,88E-01	5,23E+02	0,00E+00
1,50E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,04E+00	3,46E-01	4,69E+02	0,00E+00
1,60E+02	0,00E+00	1,00E+00	9,28E-01	3,10E-01	4,22E+02	0,00E+00
1,70E+02	0,00E+00	1,00E+00	8,36E-01	2,79E-01	3,82E+02	0,00E+00
1,80E+02	0,00E+00	1,00E+00	7,57E-01	2,52E-01	3,48E+02	0,00E+00
1,90E+02	0,00E+00	1,00E+00	6,88E-01	2,30E-01	3,18E+02	0,00E+00
2,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	6,29E-01	2,10E-01	2,92E+02	0,00E+00
2,10E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,77E-01	1,92E-01	2,69E+02	0,00E+00
2,20E+02	0,00E+00	1,00E+00	5,31E-01	1,77E-01	2,49E+02	0,00E+00
2,30E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,90E-01	1,63E-01	2,31E+02	0,00E+00
2,40E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,54E-01	1,51E-01	2,15E+02	0,00E+00
2,50E+02	0,00E+00	1,00E+00	4,22E-01	1,41E-01	2,01E+02	0,00E+00
2,60E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,93E-01	1,31E-01	1,88E+02	0,00E+00
2,70E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,67E-01	1,22E-01	1,76E+02	0,00E+00
2,80E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,44E-01	1,15E-01	1,66E+02	0,00E+00
2,90E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,22E-01	1,08E-01	1,56E+02	0,00E+00
3,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	3,03E-01	1,01E-01	1,48E+02	0,00E+00
3,10E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,85E-01	9,52E-02	1,40E+02	0,00E+00
3,20E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,69E-01	8,98E-02	1,32E+02	0,00E+00
3,30E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,54E-01	8,49E-02	1,26E+02	0,00E+00
3,40E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,41E-01	8,03E-02	1,20E+02	0,00E+00
3,50E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,28E-01	7,62E-02	1,14E+02	0,00E+00
3,60E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,17E-01	7,23E-02	1,08E+02	0,00E+00
3,70E+02	0,00E+00	1,00E+00	2,06E-01	6,87E-02	1,04E+02	0,00E+00
3,80E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,96E-01	6,54E-02	9,89E+01	0,00E+00
3,90E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,87E-01	6,23E-02	9,47E+01	0,00E+00
4,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,78E-01	5,94E-02	9,07E+01	0,00E+00
4,10E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,70E-01	5,68E-02	8,69E+01	0,00E+00
4,20E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,63E-01	5,43E-02	8,34E+01	0,00E+00
4,30E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,56E-01	5,19E-02	8,01E+01	0,00E+00
4,40E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,49E-01	4,98E-02	7,70E+01	0,00E+00
4,50E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,43E-01	4,77E-02	7,41E+01	0,00E+00
4,60E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,37E-01	4,58E-02	7,14E+01	0,00E+00
4,70E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,32E-01	4,40E-02	6,88E+01	0,00E+00
4,80E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,27E-01	4,23E-02	6,64E+01	0,00E+00
4,90E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,22E-01	4,06E-02	6,41E+01	0,00E+00
5,00E+02	0,00E+00	1,00E+00	1,17E-01	3,91E-02	6,19E+01	0,00E+00