

**Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstands
i. S. Art. 13 Seveso-III-Richtlinie
für den Betriebsbereich der
Kersia Deutschland GmbH, Bornheim**

Gutachten gem. § 29a BImSchG

Auftraggeber

Kersia Deutschland GmbH
Marie-Curie-Straße 23
53332 Bornheim
Ansprechpartner: Herr Sébastien Leromain

Ersteller:

YNCORIS GmbH & Co. KG
ISGM / Anlagensicherheit
Industriestraße 300
50354 Hürth

Martin Klein, Diplom-Ingenieur

Dr. Dietmar Lange, bekannt gegebener Sachverständiger nach § 29b BImSchG

Datum des Gutachtens: 23.06.2021

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	4
2	Darstellung des einschlägigen Regelwerks	5
3	Beschreibung des Betriebsbereichs der Kersia Deutschland GmbH	7
3.1	Lage	7
3.2	Genehmigungslage	8
3.3	Anlagenverzeichnis	9
3.4	Kurzbeschreibung der Anlagen und Verfahren	10
3.4.1	Produktionsbereich zur Herstellung von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln	10
3.4.2	Neutralisation von Abwässern	10
3.4.3	Tanklager	11
3.4.4	Lagercontainer LGK 5.2	12
3.4.5	Lagerbereich in Halle 1	12
3.4.6	Lagerbereich in Halle 2	13
3.5	Verzeichnis der gefährlichen Stoffe nach Anhang I Störfallverordnung	13
3.5.1	Stoffe und Stoffmengen	13
3.5.2	Einstufung des Betriebsbereiches	14
4	Umfeld des Betriebsbereiches	15
4.1	Beschreibung des Standortes	15
4.1.1	Geographische Lage	15
4.1.2	Flächennutzungsplan und Bebauungsplan	15
4.1.3	Berücksichtigung von schutzbedürftigen Gebieten, Verkehrswegen oder Einrichtungen	15
4.1.4	Hydrogeologie	17
4.1.5	Wind	17
5	Ermittlung der angemessenen Abstände	18
5.1	Vorbemerkung zu den betrachteten Szenarien	18
5.2	Berechnung und Bewertung der Auswirkungsbetrachtung	18
5.2.1	Berechnung	18
5.2.2	Bewertung	18
5.3	Beschreibung der abdeckenden Dennoch-Störfallszenarien	20
5.4	Störfallszenarien	21
5.4.1	Szenario 1 „Leckage TKW Entladung Salpetersäure“	21
5.4.2	Szenario 2 „Tankleckage Salpetersäure“	26
5.4.3	Szenario 3 „Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% im Außenbereich“	26
5.4.4	Szenario 4 „Leckage an einem IBC innerhalb des Gefahrstofflagers“	31
5.4.5	Szenario 5 „Austritt Isopropylalkohol, Gaswolkenexplosion“	33
5.4.6	Szenario 6 „Zersetzung von Peressigsäure 15% bei > 40°C und anschließender Austritt von Essigsäure“	37
6	Bewertung	42
6.1	Bewertung Szenario 1 „Leckage TKW Entladung Salpetersäure“	42
6.2	Bewertung Szenario 2 „Tankleckage Salpetersäure“	42
6.3	Bewertung Szenario 3 „Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% im Außenbereich“	42
6.4	Bewertung Szenario 4 „Leckage an einem IBC innerhalb des Gefahrstofflagers“	42
6.5	Bewertung Szenario 5 „Austritt Isopropylalkohol, Gaswolkenexplosion“	42
6.6	Bewertung Szenario 6 „Zersetzung von Peressigsäure 15% bei > 40°C und anschließender Austritt von Essigsäure“	43
7	Zusammenfassung	44
8	Erweiterungsvorhaben	46
8.1	Geplante bauliche Erweiterung	46
8.2	Geplante Lagerung anderer Stoffe	46

8.3	Bewertung der Erweiterung	47
9	Unterschriften	49
10	Unabhängigkeit des nach § 29b Abs.1 BImSchG bekannt gegebenen Sachverständigen	50
11	Verzeichnisse	51
11.1	Abbildungsverzeichnis	51
11.2	Tabellenverzeichnis	52
11.3	Quellenverzeichnis	54

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Kersia Deutschland GmbH soll die YNCORIS GmbH & Co. KG die angemessenen Sicherheitsabstände zu benachbarten Schutzobjekten gemäß den Vorgaben nach KAS 18 [1] ermitteln. Das vorliegende Gutachten soll dazu den angemessenen Sicherheitsabstand mit Detailkenntnissen vom Betriebsbereich der Kersia Deutschland GmbH zu benachbarten Schutzobjekten bestimmen.

Die Wahrung angemessener Sicherheitsabstände zwischen Betriebsbereich und benachbarten Schutzobjekten stellt nach § 3 Abs. 5 StörfallV keine Betreiberpflicht dar.

Die Kersia Deutschland GmbH plant eine Erweiterung ihrer Gebäude in einem Bereich, für den derzeit noch kein Bebauungsplan existiert.

Damit die zuständige Behörde Entscheidungen über die Ansiedlung neuer Tätigkeiten oder Entwicklungen in der Nachbarschaft bestehender Betriebsbereiche treffen kann, insbesondere die Aufstellung eines Bebauungsplans, wird dieses Gutachten erstellt.

Die Kapitel 3 bis 7 beschreiben den aktuellen Genehmigungsstand für den Betriebsbereich der Firma Kersia Deutschland GmbH und den ermittelten angemessenen Sicherheitsabstand mit Detailkenntnissen.

In Kapitel 8 des vorliegenden Gutachtens ist die nach der Aufstellung des Bebauungsplans Se 11 geplante Kapazitätserweiterung beschrieben. Weiterhin werden dort die möglichen Auswirkungen auf den ermittelten angemessenen Sicherheitsabstand dargestellt.

2 Darstellung des einschlägigen Regelwerks

Die „Seveso-III-Richtlinie“ 2012/18/EU vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, gilt für Betriebe, in denen bestimmte Mengen dieser gefährlichen Stoffe vorhanden sind.

Der Artikel 13 Abs. 1 der Seveso-III-Richtlinie fordert zwischen Betriebsbereichen und schutzbedürftigen Gebieten Achtungs- bzw. angemessene Abstände. Diese Abstandsregel der Seveso-Richtlinie ist durch den § 50 BImSchG in deutsches Recht umgesetzt. Der Begriff der schutzbedürftigen Gebiete i. S. d. § 50 Satz 1 BImSchG wird in dem KAS-18 Leitfaden der Kommission für Anlagensicherheit (KAS) [1] und den „Fragen und Antworten zur Seveso-II-Richtlinie“ konkretisiert [2].

Danach werden unter schutzbedürftigen Gebieten

- I. Baugebiete i.S.d. BauNVO mit dauerhaftem Aufenthalt von Menschen,
 - II. Gebäude oder Anlagen wie Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser und Anlagen mit Publikumsverkehr, z. B. Einkaufszentren und
 - III. wichtige Verkehrswege, wie Hauptverkehrswege und Eisenbahntrassen
- verstanden.

Die Einstufung der Verkehrswege als „wichtiger Verkehrsweg“ hängt von dessen Frequentierung ab [2].

Die Anforderungen der Seveso-III-Richtlinie hinsichtlich der Abstände zwischen Betriebsbereichen und schutzbedürftigen Gebieten sind auch bei gebundenen Entscheidungen, also der Zulassung von Einzelvorhaben, zu berücksichtigen.

Die Vorgehensweise zur Berücksichtigung von Einzelvorhaben im Genehmigungsverfahren nach §§ 4 und 16 BImSchG in Hinblick auf die Berücksichtigung des Art. 13 Abs. 1 der Seveso-III-Richtlinie und Anwendung des KAS-18 Leitfadens [1] wird in 2 Arbeitshilfen der KAS vom 26.02.2013 weiter konkretisiert [2] [3]. Während nach [4], einem Minderheits-Votum der KAS, in jedem Fall davon auszugehen ist, dass angemessene Abstände zu betrachten sind, wird in [3], dem Mehrheits-Votum der KAS, eine Vorgehensweise vorgestellt, die es Betreibern und Genehmigungsbehörden ermöglichen soll, zu entscheiden, ob eine explizite Berücksichtigung angemessener Abstände nach Artikel 12 der Seveso-II-Richtlinie in einem konkreten Genehmigungsverfahren erforderlich oder aber entbehrlich ist.

Danach ist nach [3] eine Betrachtung angemessener Abstände entbehrlich, wenn sich der von der Anlage und dem Betriebsbereich ausgehende Gefährdungsbereich infolge des Antragsgegenstandes nicht vergrößert.

Eine Vergrößerung des Gefährdungsbereiches kann ausgeschlossen werden, wenn der Nachweis geführt werden kann, dass keines der nachfolgend in Anlehnung an [3] verkürzt beschriebenen Kriterien für den Antragsgegenstand zutreffend ist:

1. Handhabung neuer gefährlicher Stoffe
2. Signifikante Erhöhung der Stoff- und Massenströme
3. Änderung prägender Verfahrensparameter wie Druck oder Temperatur
4. Änderung der Bewertung der gehandhabten Stoffe
5. Verringerung der Abstände sicherheitsrelevanter Anlagenteile zu schutzbedürftigen Gebieten
6. Einführung eines anderen Verfahrens oder einer anderen Lagerart

Kann dieser Nachweis nicht eindeutig geführt werden, ist zunächst davon auszugehen, dass zur Erlangung einer Änderungsgenehmigung nach § 16 BImSchG eine Ermittlung der angemessenen Abstände in jedem Fall erforderlich ist.

Als Arbeitshilfe für die Umsetzung des § 50 BImSchG hat die Kommission für Anlagensicherheit (KAS) den Leitfaden KAS-18 „Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall- Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG“ in der 2. überarbeiteten Fassung verabschiedet [1]

Da im Leitfaden KAS-18 überwiegend Prozessanlagen im Fokus standen, sind die Annahmen bei bestimmten Anlagentypen laut der Arbeitshilfe KAS-32 [2] nur eingeschränkt übertragbar. Für die Unterstützung bei der Anwendung des Leitfadens KAS-18 wurde daher die Arbeitshilfe KAS-32 erstellt.

Die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstands soll daher entsprechend der Vorgaben des Leitfadens KAS-18 sowie der Arbeitshilfe KAS-32 erfolgen.

3 Beschreibung des Betriebsbereichs der Kersia Deutschland GmbH

Im Betriebsbereich der Kersia Deutschland GmbH werden flüssige Reinigungs- und Desinfektionsmittel überwiegend für die Lebensmittelbranche und die Landwirtschaft produziert, abgefüllt, gelagert und vertrieben.

Zum 10. Juli 2018 ist die Kersia Deutschland GmbH aus der Verschmelzung der Hypred GmbH (Werk Bornheim) und der Anti-Germ (Werk Memmingen) gegründet worden.

3.1 Lage

Das Werksgelände der Kersia GmbH liegt in 53332 Bornheim im nördlichen Gewerbegebiet des Ortsteils Sechtem in der Marie-Curie-Straße 23.



Abbildung 3-1 Bornheim-Sechtem, Quelle: geoportal.nrw, 15.06.2020

Das Werksgelände ist umzäunt und durch zwei Schiebetore von der nördlich angrenzenden Marie-Curie-Straße zugänglich. Auf dem Gelände befinden sich zwei Hallen, ein Bürogebäude und ein Tanklager.



Abbildung 3-2 Werksgelände Kersia Deutschland GmbH, aktueller Stand, Quelle: geoportal.nrw, 15.06.2020

Produktionsbereich:

Die Produktions- und Abfüllanlage befindet sich in einem Teilbereich der Halle 1.

Lager:

Der Lagerbereich untergliedert sich in folgende Abschnitte:

- Tanklager: im Außenbereich, nördlich von Halle 1 mit Ver- und Entladetasse für Tankfahrzeuge (TKW)
- Gebindelager: in Halle 1 und Halle 2
- Lager LGK 5.2: Gefahrstoffcontainer nördlich von Halle 1
- Verpackungen: in Halle 1

Sonstige sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen:

- Abwasserbehandlung: Neutralisationsanlage in Halle 1
- Abwassertank: im Bereich des Tanklagers

3.2 Genehmigungslage

Für den Betriebsbereich liegen Baugenehmigungen und Eignungsfeststellungen nach WHG vor. Die Erstgenehmigung stammt aus dem Jahr 2000.

Hinsichtlich BImSchG wurden bisher ausschließlich Anzeigen gemäß § 67 Abs. 2 BImSchG bzw. § 7 Abs. 1 StörfallV bei der Bezirksregierung Köln eingereicht. Eine gültige Genehmigung nach dem BImSchG liegt aus diesem Grund nicht vor.

Am 28.11.2016 erfolgte zunächst die Anzeige eines Betriebsbereichs mit Grundpflichten gemäß § 7 Abs. 1 StörfallV. Zu diesem Zeitpunkt war die Anlage noch nicht genehmigungspflichtig gemäß BImSchG. Grund für die Einstufung als Betriebsbereich war die Menge der gelagerten umweltgefährlichen Stoffe. Nur für diese Stoffe wurde der Quotient von 1 gemäß Anhang I, Nr. 5 Satz 1 in Verbindung mit Spalte 1 Nr. 9a und 9b StörfallV (seinerzeitige Fassung) überschritten.

Mit Schreiben vom 04.07.2017, ergänzt durch Schreiben vom 15.08.2017, wurde ein Teil der am Standort befindlichen Anlagen als genehmigungsbedürftige Anlage nach dem BImSchG bei der Bezirksregierung angezeigt. Grund war die chemikalienrechtliche Neueinstufung des am Standort gelagerten Stoffes „Salpetersäure“. Der Stoff war zunächst nur aufgrund seiner ätzenden Wirkung in den R-Satz R35 (verursacht schwere Verätzungen) eingestuft. Die Bewertung gemäß (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung (CLP) von Stoffen und Gemischen führte zusätzlich zu einer Einstufung in die Gefahrenklasse „akut toxisch, Kategorie 3, H331, giftig beim Einatmen“. Durch diese Bewertung in der CLP-Verordnung wurde die Salpetersäure den Stoffen gemäß Anhang 2, Nr. 30, Spalte 3, 4. BImSchV zugeschlagen. Die Mengenschwelle von 10 t in Anhang 1, Nr. 9.3.2, Spalte c, 4. BImSchV führt zu einer Einstufung als genehmigungsbedürftige Anlage im Sinne des BImSchG.

Aktuell BImSchG-genehmigungsbedürftig sind der Lagertank für Salpetersäure, der Lagerbereich in Halle 1 sowie der außen aufgestellte Lagercontainer für organische Peroxide.

3.3 Anlagenverzeichnis

Bei der Produktion der Reinigungs- und Desinfektionsmittel finden in der Regel keine chemischen Umsetzungsreaktionen statt, insbesondere auch nicht solche mit nennenswerter Energiefreisetzung (Exothermie). Die Mehrzahl der Prozesse besteht aus physikalischen Löse- oder Mischvorgängen.

In geringem Umfang werden in der Halle 1 auch chemischen Verfahren bei der Neutralisation der Abwässer eingesetzt, die aufgrund der Reaktionsverläufe sicherheitstechnisch aber unbedenklich sind.

3.4 Kurzbeschreibung der Anlagen und Verfahren

3.4.1 Produktionsbereich zur Herstellung von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln

In Halle 1 befindet sich der Produktionsbereich für die batchweise Produktion von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln. Es sind 6 Fertigungsbehälter vorhanden, in die die Rohstoffe gemäß Rezeptur eingefüllt und mittels eines Rührwerks gemischt werden.

Die Rohstoffe vom Tanklager werden über Pumpen und festverlegte Rohrleitungen in die jeweiligen Rührbehälter dosiert. Sonstige Rohstoffe werden manuell dem Mischprozess zugeführt.

Im Produktionsbereich ist weiterhin eine Anlage zum Demineralisieren von Trinkwasser installiert. Das demineralisierte Wasser wird in einem Tank des Tanklagers zwischengelagert.

3.4.2 Neutralisation von Abwässern

Die Neutralisationsanlage ist neben dem Produktionsbereich in Halle 1 installiert. Hier wird Abwasser (überwiegend Niederschlagsabwasser) aus den Tanktassen sowie aus der Ver- und Entladetasche automatisch in einen Auffangbehälter gepumpt.

Belastetes Abwasser aus dem Laborbereich wird direkt in den Auffangbehälter geleitet.

Das im Auffangbehälter gesammelte Abwasser wird automatisch chargenweise in den Neutralisationsbehälter gepumpt. Sobald der Neutralisationsbehälter gefüllt ist, wird unter Rühren über eine pH-Sonde geregelt neutralisiert. Als Neutralisationsmittel werden Natronlauge oder Schwefelsäure mittels Pumpe aus dem Tanklager zudosiert. Wenn der pH-Wert auf einen Wert zwischen 6,8 und 8,2 eingestellt ist, erfolgt das Ablassen des Abwassers in den städtischen Abwasserkanal.

Hierbei passiert das Abwasser eine zweite pH-Wert Kontrollmessung. Ist der pH-Wert außerhalb des zulässigen Bereiches, wird das Ablaufventil automatisch geschlossen und es erfolgt eine Alarmierung.

3.4.3 Tanklager

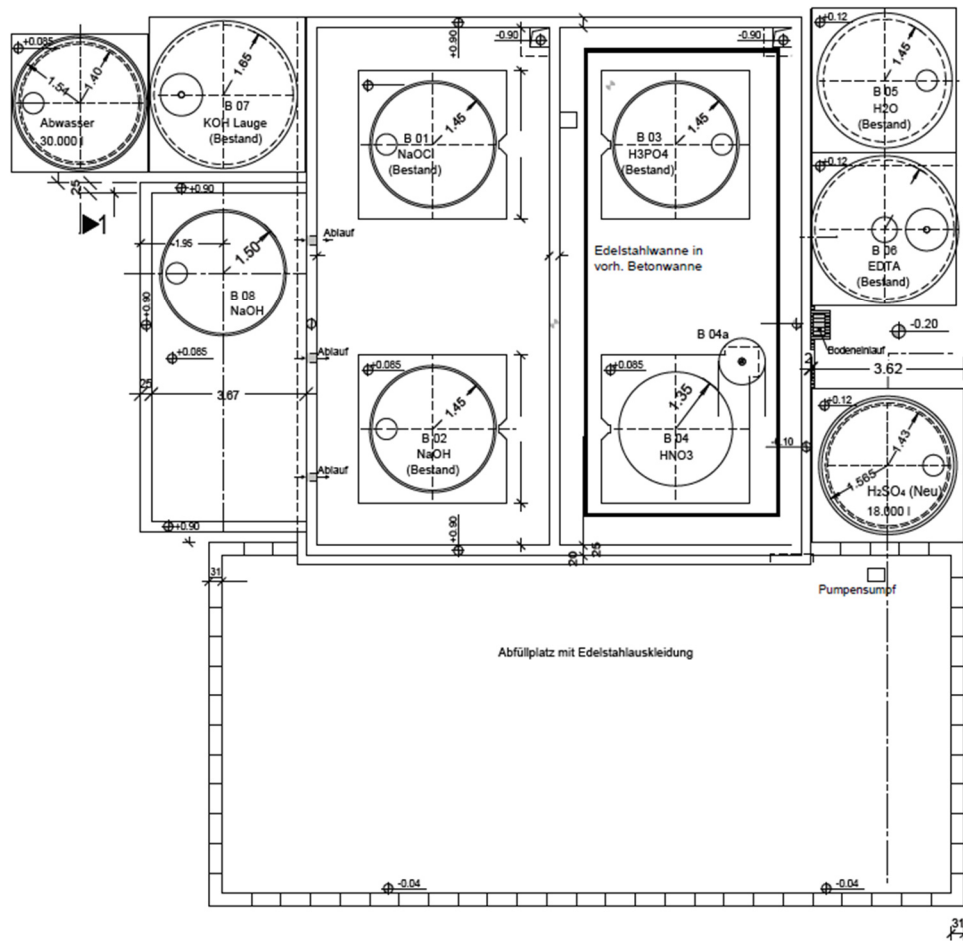


Abbildung 3-3 Übersicht Tanklager

Im Tanklager befinden sich folgende Bereiche:

- **Abfüllplatz:** Die Entladetasse wird zur Entladung von TKWs mit Rohstoffen mittels Pumpe in die jeweiligen Tanks sowie zur direkten Verladung von Fertigprodukten in TKWs oder Abwasser in TKWs genutzt. Die Abfüllfläche ist mit Edelstahl ausgekleidet und besitzt eine umlaufende Aufkantung mit 5 cm Höhe. Die Fläche wird automatisch über einen Pumpensumpf mit Tauchpumpe in die Edelstahlwanne des Salpeter- und Phosphorsäuretanks bei Anfall von Niederschlagswasser oder Leckagen während des Tankvorgangs entleert.
- **Tanklager Salpetersäure (B 04) und Phosphorsäure (B 03):** Beide Tanks stehen in einer gemeinsamen Edelstahlwanne. Die Edelstahlwanne befindet sich innerhalb einer Beton-Auffangtasse. Das Nennvolumen der Tanks beträgt jeweils 30 m³. Das Aufgangvolumen der Edelstahlwanne reicht aus, um den Inhalt eines Tanks aufzunehmen.

Bei Anfall von Niederschlagswasser oder einer Tankleckage erfolgt eine automatische Entleerung der Edelstahlwanne in die Neutralisationsanlage für Abwasser.

Bei Befüllung des Salpetersäuretanks erfolgt die Behälterentlüftung und Abluftwäsche über ein auch in der Edelstahltasse befindliches Adsorptionsgefäß (B 04a).

- Tank für Schwefelsäure: Der Tank ist als doppelwandiger Tank mit einem Nennvolumen von 18 m³ ausgeführt.
- Tanklager Laugen: Das Tanklager für Laugen besteht aus zwei Behältern für Natronlauge (B 02, B 08) und einem Behälter für Bleichlauge (B 01). Das Nennvolumen der Tanks beträgt jeweils 30 m³. Die Tanks stehen in zwei Beton-Auffangwannen, die über Wanddurchbrüche in den Auffangräumen miteinander verbunden sind. Bei Anfall von Niederschlagswasser oder einer Tankleckage erfolgt eine automatische Entleerung der Auffangwanne in die Neutralisationsanlage für Abwasser.
- Tank für EDTA (B 06): Der Tank ist als doppelwandiger Tank mit einem Nennvolumen von 30 m³ ausgeführt.
- Tank für Kalilauge (Kaliumhydroxid) (B 07): Der Tank ist als doppelwandiger Tank mit einem Nennvolumen von 30 m³ ausgeführt.
- Tank für Abwasser: Der Tank ist als doppelwandiger Tank mit einem Nennvolumen von 30 m³ ausgeführt.
- Tank für demineralisiertes Wasser (B 05): Der Tank ist als doppelwandiger Tank mit einem Nennvolumen von 30 m³ ausgeführt. Der Tank dient als Zwischenlager für demineralisiertes Wasser.

3.4.4 Lagercontainer LGK 5.2

Im Außenbereich neben dem Tanklager befindet sich ein Systemcontainer des Herstellers DENIOS zur Getrenntlagerung von flüssigen Rohstoffen und Produkten der Lagerklasse 5.2 (organische Peroxide und selbstzersetzliche Stoffe, vgl. Nr. 7 der TRGS 510) und der Wassergefährdungsklassen (WGK) 1 und 2 in gefahrgutrechtlich zugelassenen Gebinden. Die maximale Lagermenge beträgt 8.800 kg. Der Systemcontainer ist klimatisiert auf 20 °C. Die Ein- und Auslagerung von Gebinden erfolgt ausschließlich mittels Flurförderzeugen.

3.4.5 Lagerbereich in Halle 1

- Regallager: Im Lagerbereich der Halle 1 befindet sich ein Regallager, in dem nicht brennbare Säuren und Fertigprodukte in gefahrgutrechtlich zugelassenen Gebinden sowie Verpackungsmaterialien gelagert werden dürfen.
- Lagercontainer LGK 5.1B: Im Lagerbereich der Halle 1 ist ein Systemcontainer des Herstellers DENIOS zur Getrenntlagerung von flüssigen Rohstoffen und Produkten der Lagerklasse 5.1B (oxidierende Stoffe) in gefahrgutrechtlich zugelassenen Gebinden aufgestellt. Die maximale Lagermenge beträgt 4.400 kg.

3.4.6 Lagerbereich in Halle 2

- Regallager: Im Lagerbereich der Halle 2 befindet sich ein Regallager, in dem alkalische Fertigprodukte und alkalische Rohstoffe in gefahrgutrechtlich zugelassenen Gebinden gelagert werden dürfen.
- Lagercontainer LGK 3: Im Lagerbereich der Halle 2 ist ein Systemcontainer des Herstellers DENIOS zur Getrenntlagerung von flüssigen Rohstoffen und Produkten der Lagerklasse 3 (entzündbare flüssige Stoffe) in gefahrgutrechtlich zugelassenen Gebinden aufgestellt. Die maximale Lagermenge beträgt 8.000 kg.
- Versand- und Bereitstellungsfläche für Produkte und Rohstoffe in gefahrgutrechtlich zugelassenen Gebinden.
- 2 Verladerampen zur Be- und Entladung von LKWs

3.5 Verzeichnis der gefährlichen Stoffe nach Anhang I Störfallverordnung

3.5.1 Stoffe und Stoffmengen

Ein Teil der Lagereinrichtungen bildet eine Anlage zur Lagerung von Stoffen gemäß Nr. 9.3.2 Anhang 1 in Verbindung mit Nr. 30 Anhang 2 der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV). Diese Anlage wurde der Bezirksregierung Köln mit Schreiben vom 04.07.2017 gemäß § 67 Abs. 2 BImSchG angezeigt.

Die im Betriebsbereich vorhandenen Stoffe nach Anhang I der Störfallverordnung sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Nr.	Gefahrenkategorien gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008, namentlich genannte gefährliche Stoffe	Mengenschwellen in kg Spalte 4	Mengenschwellen in kg Spalte 5	Vorhandene Menge in kg
1.1.2	H2 akut toxisch, Kategorien 2 und 3	50.000	200.000	170.000
1.2.5.3	P5c Entzündbare Flüssigkeiten der Kategorien 2 oder 3, nicht erfasst unter P5a und P5b	5.000.000	50.000.000	10.000
1.2.6.2	P6b selbstzersetzliche: Organische Peroxide	50.000	200.000	15.000
1.2.8	P8 oxidierende Flüssigkeiten	50.000	200.000	2.000
1.3.1	E1 Gewässergefährdend, Kategorie akut 1 oder chronisch 1	100.000	200.000	150.000
1.3.2	E2 Gewässergefährdend, Kategorie chronisch 2	200.000	500.000	80.000

Tabelle 3-1 Stoffe nach Anhang I der Störfallverordnung im Betriebsbereich

3.5.2 Einstufung des Betriebsbereiches

Nach Summierung der in Kapitel 3.5.1 aufgeführten Stoffmengen und Quotientenbildung gemäß Anhang I, Nr. 5 der Störfallverordnung ergeben sich nachfolgende Quotienten:

12. BImSchV Anwendbarkeit der Verordnung nach Anhang I	untere Klasse	obere Klasse
Σ Quotienten Kategorie 1.1.2	3,4	0,9
Σ Q-Werte für Einzelstoffe 1.2.5.3 u. 1.2.6.2	0,3	0,1
Σ Quotienten Kategorie 1.3.1 u. 1.3.2	1,9	0,9

Tabelle 3-2 Quotienten nach Anhang I, Nr. 5 der Störfallverordnung

Hierbei ergibt sich, dass der Quotient für die Kategorien H2 (akut toxisch) und Kategorien E1 und E2 (gewässergefährdend) für die Mengenschwellen gem. Spalte 4 (untere Klasse) größer 1 ist. Somit ist der Standort Bornheim der Kersia Deutschland GmbH ein Betriebsbereich der unteren Klasse der Störfallverordnung (12. BImSchV).

Der Quotient für die ober Klasse unterschreitet den Wert 1 nur knapp. Mit Erweiterung der Anlage durch Anbau einer weiteren Lagerhalle und Erhöhung der Lagermengen für toxische oder gewässergefährdende Stoffe ist nicht auszuschließen, dass die Kersia Deutschland GmbH zu einem Betriebsbereich der oberen Klasse der Störfallverordnung wird.

4 Umfeld des Betriebsbereiches

4.1 Beschreibung des Standortes

4.1.1 Geographische Lage

Der Betriebsbereich liegt innerhalb der Stadtgrenzen der Stadt Bornheim. Der Ortsteil Sechtem und das Gewerbegebiet liegen an der nördlichen Stadtgrenze. Die nächstgelegene Ortschaft ist Wesseling in ca. 0,7 km Entfernung sowie der Ortsteil Brühl – Schwadorf in 1,9 km Entfernung.

Der Teil des Betriebsbereichs, auf dem sich Halle 1 und Tanklager befinden, liegt auf dem Flurstück 114, Gemarkung Sechtem, innerhalb des Gültigkeitsbereichs des Bebauungsplans Se 10. Die Halle 2 sowie die geplante Erweiterung befinden sich auf dem Flurstück 117, Gemarkung Sechtem. Für diesen Bereich ist der Bebauungsplan SE 11 derzeit in der Planung. Das Niveau des Geländes liegt bei ca. 63 m ÜNN. Das Gelände ist eben und weist keine nennenswerten Niveauunterschiede auf.

4.1.2 Flächennutzungsplan und Bebauungsplan

Das Gelände der Kersia Deutschland GmbH und die östlich und südlich angrenzenden Flächen sind im Flächennutzungsplan als Gewerbegebiet (GE) gemäß §8 BauNVO ausgewiesen. Der Bebauungsplan SE 10 ist rechtskräftig. Betriebswohnungen gem. §8(3) BauNVO sind im Bereich des Bebauungsplans SE 10 ausgeschlossen.

4.1.3 Berücksichtigung von schutzbedürftigen Gebieten, Verkehrswegen oder Einrichtungen

Das Gelände der Kersia Deutschland GmbH grenzt nördlich, südlich und östlich direkt an andere Betriebe im Gewerbepark Bornheim-Sechtem. Westlich des Werksgeländes befinden sich landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Die folgende Tabelle listet die nächsten schutzbedürftigen Gebiete, Verkehrswege oder Einrichtungen in der Umgebung des Betriebsbereiches auf.

Die Einstufung als schutzbedürftiges Gebiet, Verkehrsweg oder Einrichtung wurde unter Würdigung der Arbeitshilfe „Berücksichtigung des neuen nationalen Störfallrechts zur Umsetzung des Art. 13 Seveso-III-Richtlinie im baurechtlichen Genehmigungsverfahren in der Umgebung von Störfallbetrieben, aktualisierte Fassung / beschlossen am 18.04.2018“, vorgenommen.

Nr.	Bezeichnung	Art	Richtung	Abstand zum Betriebsbereich
1	Bahnstrecke Bonn – Köln	wichtiger Verkehrsweg im Sinne des § 50 BImSchG	W	ca. 160 m
2	Kolberger Straße, Bornheim-Sechtem	Wohnbebauung	S	ca. 385 m
3	Hessenweg / Dickopshof, Wesseling	einzelne Wohnhäuser	N	ca. 375 m
4	Wesseling Keldenich	Wohnbebauung	NO	ca. 870 m

Tabelle 4-1 Schutzbedürftige Gebiete, Verkehrswege und Einrichtungen

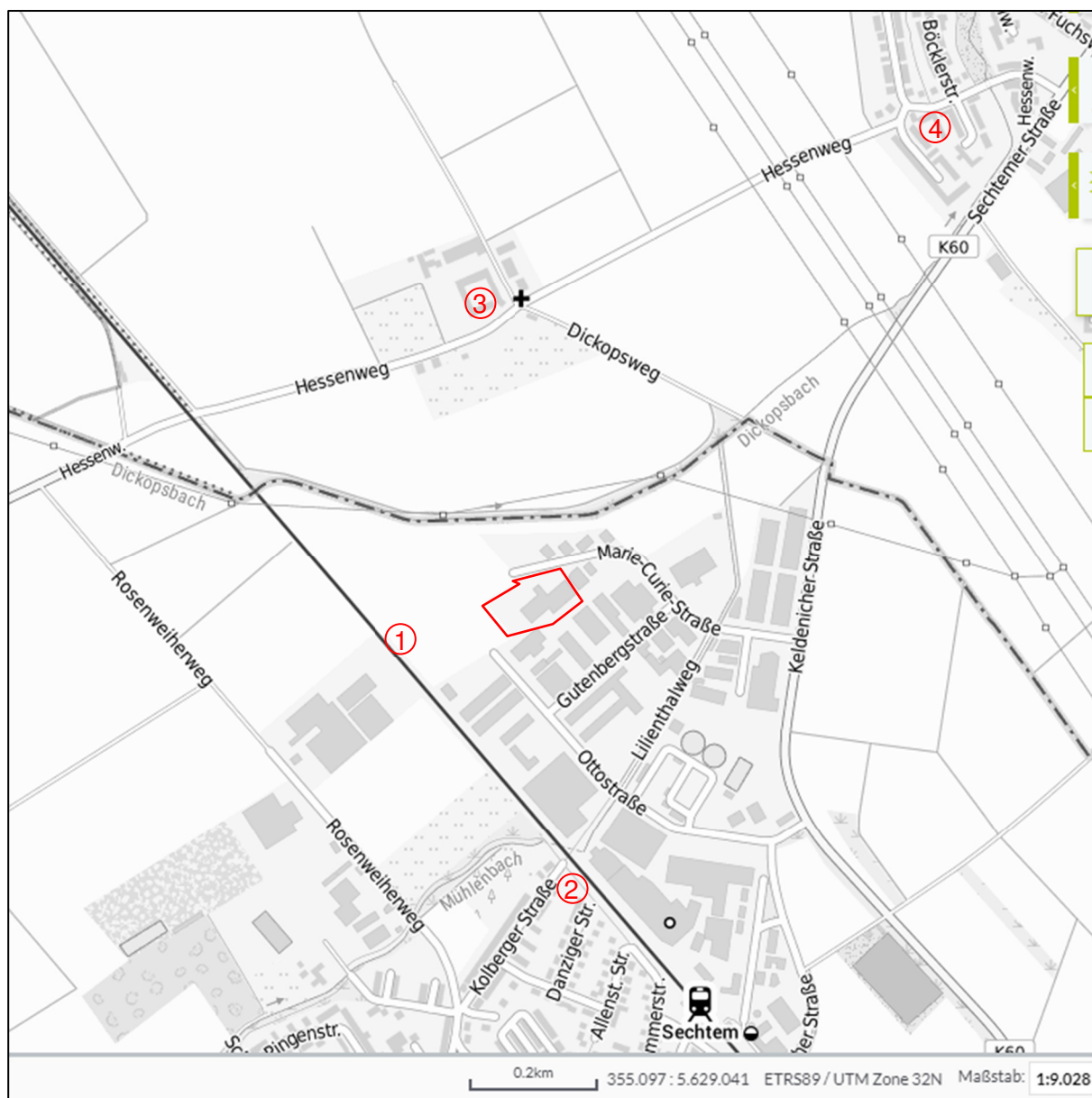


Abbildung 4-1 Schutzbedürftige Gebiete, Verkehrswege und Einrichtungen der Umgebung des Betriebsbereiches [6]

4.1.4 Hydrogeologie

Der Betriebsbereich liegt nicht in einem festgesetzten oder geplanten Wasserschutzgebiet [7]. Das Werksgelände der Kersia Deutschland GmbH liegt in etwa 95 m Entfernung zum Dickopsbach und wird durch den natürlichen Höhenunterschied zum Dickopsbach vor Hochwasser geschützt. Das Gelände liegt nicht in einem Überschwemmungsgebiet gemäß § 76 WHG gemäß Angaben in der Hochwassergefahrenkarte HQ100 der Bezirksregierung Köln vom Oktober 2019 [9]. Vorkehrungen und Maßnahmen zur Berücksichtigung der Gefahrenquelle Hochwasser sind daher nicht erforderlich.

4.1.5 Wind

Die mittlere Windgeschwindigkeit basierend auf Daten des Klimaatlas NRW [11] für den Zeitraum 1981 – 2000 liegt am Standort der Kersia Deutschland GmbH bei 3,6 m/s.

Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtung am Standort zeigt ein südöstliches Maximum durch die Leitwirkung des Rheintals. Andere Windrichtungen werden nur in nachrangigen Häufigkeiten beobachtet. Wetterlagen mit Windstille oder ständig wechselnden Winden treten nur selten auf.

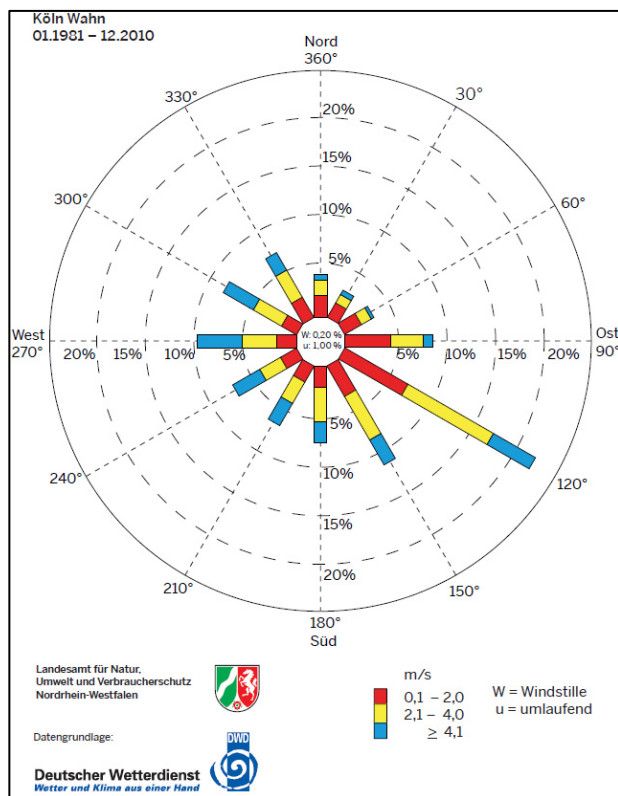


Abbildung 4.2 Daten des Deutschen Wetterdienstes Wetterstation Köln-Wahn von 1981-2010, Häufigkeit nach Windrichtung

5 Ermittlung der angemessenen Abstände

5.1 Vorbemerkung zu den betrachteten Szenarien

Zur Ermittlung der angemessenen Abstände mit Detailkenntnissen fließen Art und Menge der zum Einsatz kommenden Stoffe, Verfahrensdetails, Aufstellungsorte der Anlagenteile sowie störfallbegrenzende Maßnahmen in die Betrachtung mit ein. Dazu werden Störungen betrachtet, die trotz störfallverhindernder Maßnahmen auf Grundlage einer vernünftigerweise auszuschließenden Gefahrenquelle oder des zeitgleichen Wirkens mehrerer voneinander unabhängiger Gefahrenquellen eine ernste Gefahr hervorrufen würden, und dem Abschnitt 3.2 des KAS-18 Leitfadens [1] entsprechen (sogenannte abdeckende Dennoch-Störfallszenarien). Für diese abdeckenden Ereignisse (Stofffreisetzung, Explosion) werden hypothetische Freisetzungsmengen ggf. auch unabhängig von konkreten Ursachen angesetzt.

5.2 Berechnung und Bewertung der Auswirkungsbetrachtung

5.2.1 Berechnung

Generell entstehen Gefährdungspotentiale durch Brand, Explosion sowie Ausbreitung toxischer Gase. Die freigesetzten Mengen (Quellterme) der Stoffe hängen von den Freisetzungsbedingungen (Druck und Temperatur) und deren chemisch-physikalischen Eigenschaften (z. B. Dampfdruck) ab und wurden softwareunterstützt ermittelt.

Die Berechnung der zu erwartenden Immissionskonzentrationen an den relevanten Aufpunkten (nächstgelegener öffentlicher Verkehrsweg, nächstgelegenes Industriegebiet / Gewerbegebiet oder nächstgelegene Wohnbebauung der jeweiligen Anlage) erfolgten gemäß der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 [12] und Blatt 2 [13].

Die Immissionskonzentrationen der betrachteten Stoffe an den relevanten Aufpunkten wurden jeweils für eine mittlere und ungünstige Ausbreitungssituation gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 und 2 berechnet.

Die Ermittlung des maximalen Explosionsdrucks erfolgte gemäß den Vorgaben der VDI Richtlinie 3783 Blatt 2 durch Bestimmung der maximalen Zünddistanzen unter Verwendung von literaturbekannten Explosionsdruckmodelle.

5.2.2 Bewertung

Zur Beurteilung der berechneten Konzentrationen wird gemäß KAS 18 der ERPG-2-Wert herangezogen. Des Weiteren kann der AEGL-2-Wert zur Beurteilung als Maßstab dienen. Die beiden Beurteilungswerte sind folgendermaßen definiert:

Der **ERPG-2-Wert** (Emergency Response Planning Guideline) 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.

AEGL-2 (Acute Exposure Guideline Levels) ist die luftgetragene Stoff-Konzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/m³), bei deren Überschreiten die allgemeine Bevölkerung irreversible oder andere schwerwiegende, lang andauernde Gesundheitseffekte erleiden kann oder bei denen die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigt sein kann. Luftgetragene Stoff-Konzentrationen unterhalb des AEGL-2- aber oberhalb des AEGL-1-Wertes bedeuten Expositionshöhen, die spürbares Unwohlsein hervorrufen können. Bei KAS-18 Betrachtungen wird der AEGL-2 Wert für den Aufenthalt von 60 min herangezogen.

Die folgenden Ausbreitungsberechnungen werden gemäß der VDI-Richtlinie 3782 durchgeführt und gelten ab einer Entfernung von 100 m. Diese Entfernung beschreibt die Anwendungsgrenze des Rechenmodells. 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.

Zur Bewertung einer Druckbelastung auf die Allgemeinbevölkerung werden die ermittelten max. Explosionsüberdrücke mit anerkannten Beurteilungswerten für Explosionsauswirkungen [14], die in der Tabelle 5-1 aufgeführt sind, verglichen.

Beurteilungswert	Explosionsüberdruck [bar]
Personen	
Personen werden umgeworfen	0,01
untere Grenze für Trommelfellriss	0,175
Beschädigung Trommelfell	0,3
untere Grenze Lungenschäden	0,85
untere Letalitätsgrenze	2,05
Gebäude	
Zerstörung 10 % Fensterscheiben	0,01
Zerstörung 50 % Fensterscheiben	0,03
Zerstörung 100 % Fensterscheiben	0,05
Geringe Gebäudeschäden	0,03 – 0,08

Beurteilungswert	Explosionsüberdruck [bar]
Beträchtliche Gebäudeschäden	0,27 – 0,48

Tabelle 5-1 Beurteilungswerte für Explosionsauswirkungen

Als Grenzwert für die Bewertung wird ein Explosionsüberdruck von 0,1 bar festgelegt, bei dem zwar Sachschäden aber noch kein direkter Personenschaden entsteht.

Beurteilungswerte zu Brandereignissen werden in Form der Wärmestrahlung angegeben.

Beurteilungswert	Kritische Bestrahlungsstärke [kW/m²]
Grenze für nachteilige Wirkungen	1,6
Empfindliche Gebäude: Krankenhäuser, Altenheime, Schulen, Wohnhäuser	2,0
Öffentliche Straßen	4,5
Grenze für wahrscheinliche Feuerübertragung	8,0
Ungekühlte Lagertanks	10,0
Fabrikgebäude: Leitwarten, Werkstätten	12,6
Gekühlte Lagertanks	37,8

Tabelle 5-2 Kritische Bestrahlungsstärke

Eine Bestrahlungsstärke von 10,5 kW/m² für 40 Sekunden und ein Spitzenüberdruck von 1,85 bar markiert die Schwelle der „lebensbedrohenden gesundheitlichen Auswirkungen“, die nach StörfallV (2017) § 2 Nr. 8a für einen einzelnen Menschen maßgeblich ist.

Für die Wärmestrahlung ist die Grenze des Beginns nachteiliger Wirkungen für Menschen im Allgemeinen mit einem Grenzwert von 1,6 kW/m² erreicht. Dieser Wert wird für raumgreifende Planung durch den KAS-18 Leitfaden [1] als anzusetzender Grenzwert definiert.

5.3 Beschreibung der abdeckenden Dennoch-Störfallszenarien

Zur Bewertung der Auswirkungen werden die in der Tabelle 5-3 aufgeführten Szenarien betrachtet.

Nr.	Gefährdung	Szenario
1	Toxische Wirkung	5.4.1 Szenario 1 „Leckage TKW Entladung Salpetersäure“ Freisetzung eines toxischen Stoffes und Ausbreitung
2	Toxische Wirkung	5.4.2 Szenario 2 „Tankleckage Salpetersäure“ Freisetzung eines toxischen Stoffes und Ausbreitung
3	Toxische Wirkung	5.4.3 Szenario 3 „Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% im Außenbereich“ Freisetzung eines toxischen Stoffes und Ausbreitung
4	Toxische Wirkung	5.4.4 Szenario 4 „Leckage an einem IBC innerhalb des Gefahrstofflagers“ Freisetzung eines toxischen Stoffes und Ausbreitung, Berücksichtigung der Halle als ausbreitungsbegrenzendes Element

Nr.	Gefährdung	Szenario
5	Brand / Explosion	5.4.5 Szenario 5 „Austritt Isopropylalkohol, Gaswolkenexplosion“ Freisetzung eines entzündbaren Stoffes, Brand / Explosion
6	Toxische Wirkung	5.4.6 Szenario 6 „Zersetzung von Peressigsäure 15% bei > 40°C und anschließender Austritt von Essigsäure“ Zersetzung bei > 40°C, Freisetzung des Inhalts eines einzelnen IBCs, Freiwerden von Essigsäure und Sauerstoff

Tabelle 5-3 Übersicht der Szenarien

Durch die Stoffauswahl und die Freisetzungs- und Ausbreitungsbedingungen sind die Szenarien im Hinblick auf die Auswirkungen als abdeckend zu bewerten.

5.4 Störfallszenarien

5.4.1 Szenario 1 „Leckage TKW Entladung Salpetersäure“

5.4.1.a Szenario 1 „Leckage TKW Entladung Salpetersäure“, Beschreibung

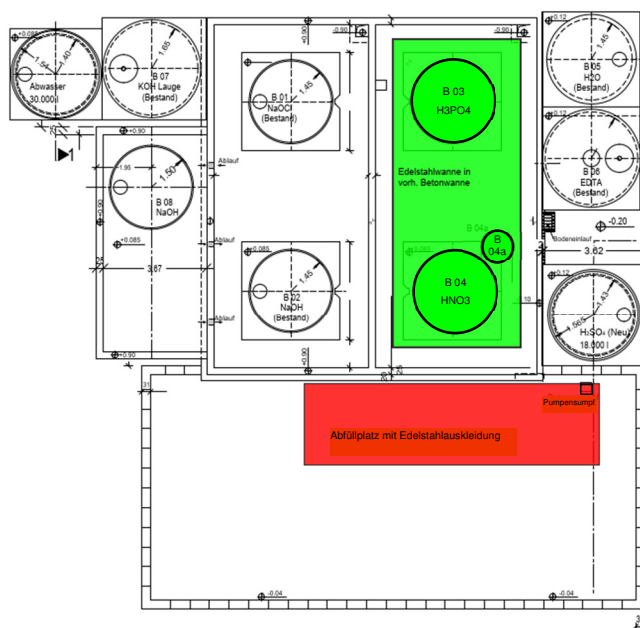


Abbildung 5-1 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung Lachenbildung

Für das Szenario 1 wird ein Abriss der Schlauchleitung zwischen Tankkesselwagen (TKW) und Pumpe für die Entladung des TKW in den Salpetersäuretank betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass eine größere Menge Salpetersäure auf die Auffangfläche des Abfüllplatzes läuft (vgl. Abbildung 5-1, rote Fläche). Die Salpetersäure sammelt sich im Pumpensumpf der Auffangwanne und wird automatisch in die Edelstahlwanne des Tanklagers (vgl. Abbildung

5-1, grüne Fläche) gepumpt. Die austretende Salpetersäure bildet somit in beiden Bereichen eine Lache, aus der die Salpetersäure verdunstet.

Die mit Salpetersäure benetzte, als Lache zu betrachtende Fläche im Bereich des Abfüllplatzes wird mit

$$A_{\text{Abfüllpl., Verdunstung}} = 2,5 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 25 \text{ m}^2$$

angesetzt.

Die Verdunstungsfläche innerhalb der Edelstahlwanne errechnet sich aus der Wannenfläche abzüglich der darin stehenden Stellflächen der vorhandenen Behälter:

$$A_{\text{Wanne, Verdunstung}} = A_{\text{Wanne}} - A_{\text{H}_3\text{PO}_4\text{-Tank}} - A_{\text{HNO}_3\text{-Tank}} - A_{\text{Adsorberbeh.}} =$$

$$A_{\text{Wanne, Verdunstung}} = [34,34 - 6,605 - 5,726 - 0,95] \text{ m}^2 = 21,059 \text{ m}^2$$

Somit ergibt sich eine wirksame Gesamtfläche von 46,06 m², die als Lachenoberfläche bei der Verdunstung zu berücksichtigen ist.

Aufgrund des Gefälles innerhalb der Wannen und der Größe der Pumpensümpfe ist davon auszugehen, dass mindestens eine Menge von 2,1 m³ Salpetersäure austreten muss, um die berechnete Fläche zu bedecken.

5.4.1.b Szenario 1 „Leckage TKW Entladung Salpetersäure“, Ermittlung Emissionsmassenstrom

Mittels ProNuSs [17] werden die nachfolgenden Berechnungen durchgeführt. Als Parameter werden die folgenden Daten für die Quelltermbestimmung gewählt:

Parameter zur Berechnung eines flüssigen Massenstroms	
Stoff	Salpetersäure
Überdruck [barü]	0
Temperatur [°C]	20
engster Strömungsdurchmesser [mm]	80
Ausflussziffer	0,62
Flüssigkeitshöhe über Leckhöhe [m]	1,5
Zusätzlicher Druck (Pumpendruck usw.) [barü]	0
Berechnung nach KAS-18	ja

Tabelle 5-4 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung Lachenbildung - Parameter Quelltermbestimmung

Der austretende Massenstrom wird für die flüssige Freisetzung bestimmt:

Ergebnis der Berechnung des austretenden Massenstroms bei flüssiger Freisetzung	
Gesamtdruckdifferenz [bar]	0,223
Leckfläche [mm ²]	5026,55

Massenstrom durch den engsten Strömungsquerschnitt	
Freigesetzter flüssiger Massenstrom [kg/s]	21,857
Massenströme nach der Entspannung auf Umgebungsdruck	
Flash-Verdampfung [kg/s]	0
Massenströme für weitere Berechnungen	
Flüssiger Massenstrom für die Lachenbildung [kg/s]	21,857
Gasförmiger Massenstrom insgesamt [kg/s]	0

Tabelle 5-5 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung Lachenbildung Massenstromberechnung aus dem Entladeschlauch

Für die freigesetzte Flüssigkeit wird nun angenommen, dass diese eine Lache bildet und Salpetersäure aus der Lache verdunstet. Folgende Parameter werden zugrunde gelegt:

Parameter zur Berechnung des Massenstroms durch Lachenverdunstung oder -verdampfung	
Stoff	Salpetersäure
Temperatur [°C]	20
Berechnung nach KAS-18	Instationäre Berechnung
Windgeschwindigkeit [m/s]	3,6
Umgebungstemperatur [°C]	20
Strahlungswärmestrom [kW/m²]	1
Zeitdauer der Berechnung [s]	3600
Massenstrom flüssig [kg/s]	21,857
Massenstrom gasförmig [kg/s]	0
Zeitdauer (Massenstromfreisetzung) [s]	600
Begrenzung der Lachenfläche	Ja
Maximale Lachenfläche [m²]	46,06
Umgebungsbedingungen	Freisetzung auf dem Land
Bodenmaterial	Stahl

Tabelle 5-6 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung - Eingabedaten Lachenverdunstung

Es ergibt sich der folgend dargestellte zeitabhängige Massenstrom bei der Verdunstung aus der Lache:

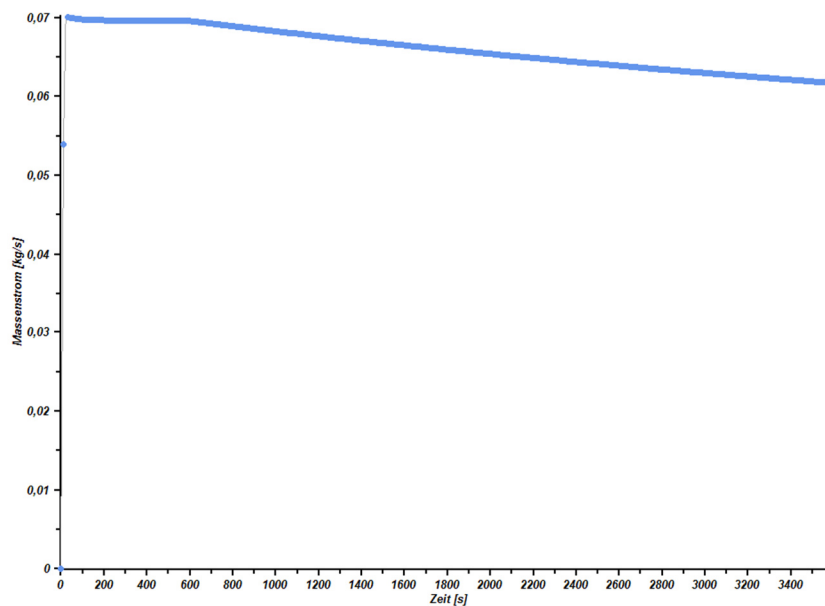


Abbildung 5-2 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung Massenstrom aus der Lache

Nach der Richtlinie VDI 3783 Blatt 2 Abs. 3.1 [12] wird das Dichteverhältnis wie folgt bestimmt.

$$\text{Dichteverhältnis} = \frac{\rho_{\text{Gas}} - \rho_{\text{Luft}}}{\rho_{\text{Luft}}}$$

Die relative Gasdichte von Salpetersäure liegt bei 2,62 kg/m³. Der Wert wurde der Stoffdatenbank von ProNuSs [17,] entnommen, die Dichte von Luft bei Normalbedingungen bei 1,293 kg/m³. Die relative Gasdichte wird nach DIN 1871 aus der Normgasdichte bezogen auf die Dichte von Luft bei Normalbedingungen (1013 mbar, 0°C) berechnet. Um nun die Normgasdichte zu ermitteln wird die Gleichung wie folgt umgestellt:

$$\rho_{\text{Gas}} = \rho_{\text{Gas,relativ}} \cdot \rho_{\text{Luft}}$$

Aus der relativen Gasdichte von Salpetersäure berechnet sich die Normgasdichte von MEK zu 3,39 kg/m³.

Mit diesem Wert lässt sich nun das Dichteverhältnis nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 errechnen:

$$\text{Dichteverhältnis} = \frac{\rho_{\text{Gas}} - \rho_{\text{Luft}}}{\rho_{\text{Luft}}} = \frac{3,39 - 1,29}{1,29} = 1,63$$

Da das Dichteverhältnis größer 0,16 ist, wird nach der VDI Richtlinie das Kriterium für ein Schwergas erfüllt. Der Störfall wurde gemäß Abschnitt 3.3 der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 als kontinuierlicher Störfall behandelt.

Mit diesem Massenstrom wird die Ausbreitung von HNO₃ in der Umgebung berechnet. In ProNuSs [17] wird die Schwergaseigenschaft berücksichtigt und nach dem Kopplungspunkt weiter nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 dichteneutraler / Leichter Gase berechnet:

Parameter zur Berechnung der Ausbreitung dichteneutraler / leichter Gase nach VDI 3783 Blatt 1	
Steuerung	spezielle Wettersituation berechnen Schwergasberechnung
Massenstrom	Aus Datei Lachenverdunstung einlesen
Windgeschwindigkeit [m/s]	3,6
Bodenrauigkeit	Z0=0,8 – mäßig rau
Wetterlage	Indifferente Temperaturschichtung, ohne Inversion
Aufschlagpunkte	Max. Entfernung 400 m Schrittweite 20 m Entfernung 1. Aufschlagpunkt 20 m Höhe über Erdgleiche 2 m
Schwergasberechnung	Drucklos verflüssigt Prozesstemperatur: 20°C Ausbreitungsgebiet XX: Gleichförmige Bebauung Typ 2 Windgeschwindigkeit berücksichtigen

Tabelle 5-7 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung - Eingabedaten VDI – Richtlinie 3783 Blatt 1

5.4.1.c Szenario 1 „Leckage TKW Entladung Salpetersäure“, Ergebnisse

Mittels ProNuSs [17] wird die Ausbreitung von Salpetersäure in Abhängigkeit von der Entfernung zum Austrittsort ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Abbildung dargestellt:

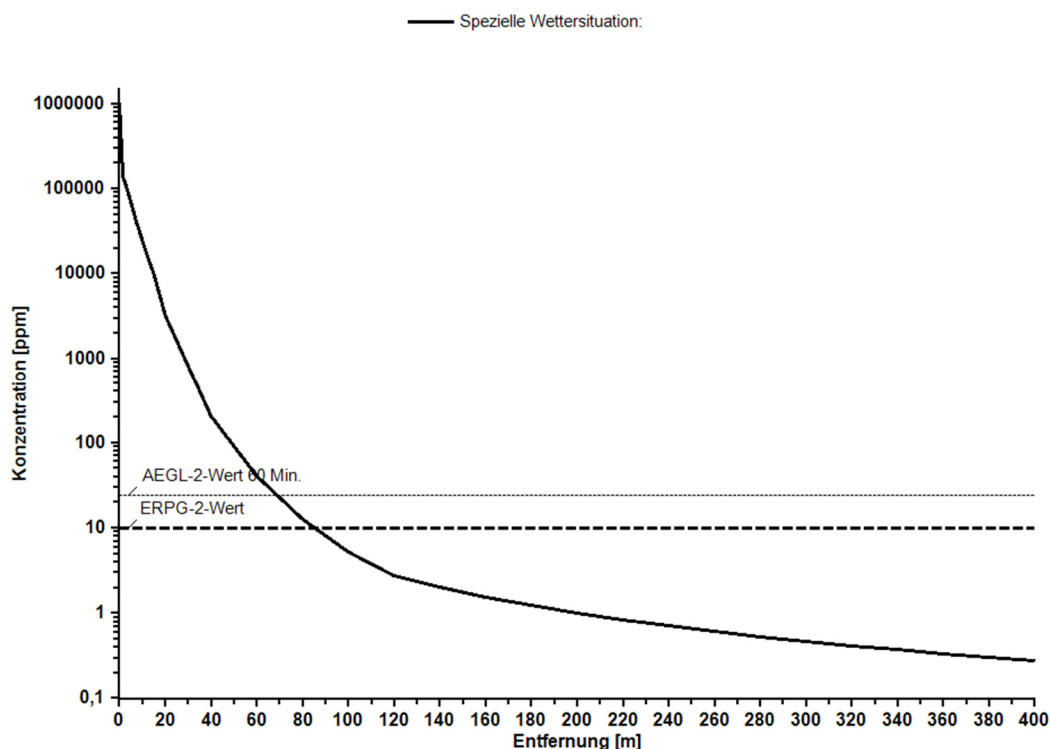


Abbildung 5-3 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung - Konzentrationsverlauf in Abhängigkeit der Entfernung vom Freisetzungsort.

Die Beurteilungsgrenzwerte werden in folgenden Entfernungen unterschritten:

Beurteilungswert	Beurteilungswert [ppm]	Unterschreitung Beurteilungswert im Abstand von [m]
ERPG-2	10	88
AEGL-2 / 60 min	24	72

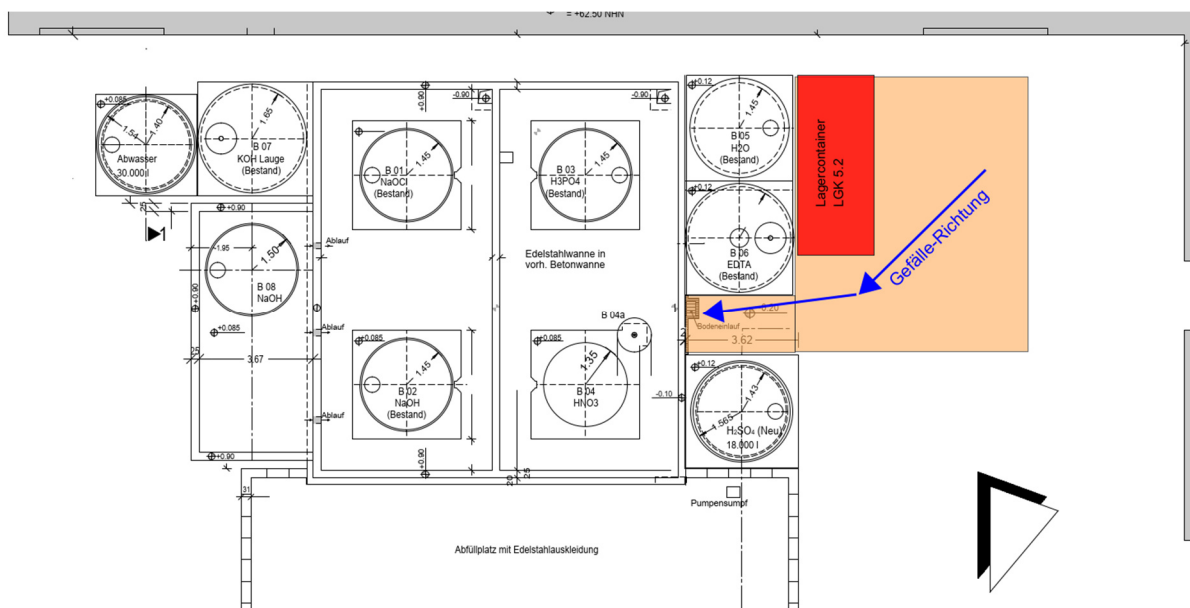
Tabelle 5-8 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung - Ergebnisse Beurteilungswerte Szenario 5.4.1

5.4.2 Szenario 2 „Tankleckage Salpetersäure“

Wie im vorherigen Szenario tritt Salpetersäure aus und fließt über eine Leckage an einem abgerissenen Stutzen des Salpetersäuretanks in die Auffangwanne des Tanks, bis dass die gesamte Grundfläche der Auffangwanne gefüllt ist. Die Lachenoberfläche entspricht der in Abbildung 5-1 eingezeichneten grünen Fläche. Somit ist die Verdunstungsfläche für dieses Szenario geringer als für das unter 5.4.1 angegebene Szenario. Das vorstehende Szenario ist somit für die Ausbreitung von Salpetersäure als abdeckend zu betrachten. Daher erfolgt für das Szenario 2 keine weitere Ermittlung eines angemessenen Sicherheitsabstands.

5.4.3 Szenario 3 „Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% im Außenbereich“

5.4.3.a Szenario 3 „Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% im Außenbereich“, Beschreibung



Im Außenbereich ist ein klimatisierter Systemlagercontainer der Firma Denios installiert, der zur Lagerung von Peressigsäure (LGK 5.2) in zugelassenen Transportgebinden mit bis zu 1000 l zugelassen ist. Nach Angabe von Kersia wird in diesen Transportgebinden Peressigsäure mit einer max. Konzentration von 15% gelagert. Angenommen wird das Auslaufen eines gesamten IBCs mit 1.000 l Inhalt nach Beschädigung mit dem Zinken eines Gabelstaplers. Die Freisetzung erfolgt über eine Leckfläche von 490 mm².

Die auslaufende Flüssigkeit wird auf der asphaltierten Fläche zwischen Lagercontainer und dem Tor zur Halle 1 eine Lache bilden, wobei die asphaltierte Fläche das eingezeichnete Gefälle hat. Die Flüssigkeit wird daher überwiegend in Gefällerrichtung ablaufen und somit wird es zur Bildung einer flächenmäßig reduzierten Lache kommen. Die Lachenausbreitung wird daher konservativ auf eine Fläche von ca. 50 m² abgeschätzt.

5.4.3.b Szenario 3 „Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% im Außenbereich“, Ermittlung Emissionsmassenstrom

Die Ausdehnung Lachenfläche sowie der Emissionsmassenstrom aus der Lache wird mit dem Programm 8FeuEx [15] ermittelt, da in ProNuSs [17] keine Stoffdaten für Peressigsäure hinterlegt sind.

Eingabeparameter zur Berechnung des Massenstroms aus dem havarierten IBC	
Aggregat-Zustand	Stoff unter Siedetemperatur
Leckform	Kreisförmiges Leck
Ausströmender Stoff	Peressigsäure 15%
Leckfläche (kreisförmig) [mm ²]	490
Ausflussbeiwert	0,62
Treibende Druckdifferenz [barü]	0,5
Flüssigkeitsdichte [kg/m ³]	1.130
Ausflussdauer [s]	365 (Zeit bis zur gesamten Entleerung des IBC)

Tabelle 5-9 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Eingabeparameter 8FeuEx Massenstrom aus IBC

Ergebnisse Berechnung des Massenstroms aus dem havarierten IBC (Ausflussrechnung aus einem Leck)	
Massedurchfluss [kg/s]	3,23
Ausgeströmte Masse [kg]	1130,3

Tabelle 5-10 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Ergebnisse 8FeuEx Massenstrom aus IBC

Mit den erhaltenen Daten wird daran anschließend der Massenstrom aus der Lache ermittelt:

Eingabeparameter zur Berechnung Quelltermbestimmung aus der entstandenen Lache	
Verdunstungsfläche (unbegrenzt oder in Tasse)	Tasse (Lachenfläche durch Geometrie begrenzt)
Lachentiefe [mm]	5
Windgeschwindigkeit [m/s]	3,6
Lachenfläche [m²]	50
Flüssigkeitsdichte [kg/m³]	1130
Molekulargewicht [kg/kmol]	76,05
Partialdruck bei Freisetzung [mbar]	25
Mengenstrom [kg/s]	3,229
Ausströmdauer [s]	350
Flüssigkeitstemperatur bei Freisetzung [°C]	20

Tabelle 5-11 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Eingabeparameter 8FeuEx Quelltermbestimmung aus Lache

Die Stoffparameter für die Peressigsäure 15% wurden dem Sicherheitsdatenblatt für Hyprod Deptil PA 15 [18] entnommen.

Die Berechnung erfolgt mit 8FeuEx [15] nach den dort hinterlegten Berechnungsmodellen von Lebuser und Schecker:

Ergebnisse Berechnung Quelltermbestimmung aus der entstandenen Lache	
Restmenge in der Lache [kg]	1127,74
Endgültige Füllhöhe in der Lache [mm]	19,96
Zeit bis Erreichen von max. Radius [s]	350
Verdunstungs(massen)strom [g/s]	16,65

Tabelle 5-12 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Ergebnisse FeuEx Quelltermbestimmung aus Lache

Für die weitere Berechnung muss zunächst das Dichteverhältnis für die verdunstete Peressigsäure ermittelt werden:

Nach der Richtlinie VDI 3783 Blatt 2 Abs. 3.1 [12] wird das Dichteverhältnis wie folgt bestimmt:

$$\text{Dichteverhältnis} = \frac{\rho_{\text{Gas}} - \rho_{\text{Luft}}}{\rho_{\text{Luft}}}$$

Die relative Gasdichte von Peressigsäure liegt bei 2,63. Der Wert wurde der Gefahrstoffdatenbank GESTIS der BG-RCI, die Dichte von Luft bei Normalbedingungen bei 1,293 kg/m³. Die relative Gasdichte wird nach DIN 1871 aus der Normgasdichte bezogen auf die Dichte von

Luft bei Normalbedingungen (1013 mbar, 0°C) berechnet. Um nun die Normgasdichte zu ermitteln wird die Gleichung wie folgt umgestellt:

$$\rho_{Gas} = \rho_{Gas,relativ} \cdot \rho_{Luft}$$

Aus der relativen Gasdichte von Peressigsäure berechnet sich die Normgasdichte von Peressigsäure zu 3,401 kg/m³.

Mit diesem Wert lässt sich nun das Dichteverhältnis nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 errechnen:

$$Dichteverhältnis = \frac{\rho_{Gas} - \rho_{Luft}}{\rho_{Luft}} = \frac{3,401 - 1,293}{1,293} = 1,63$$

Da das Dichteverhältnis größer 0,16 ist, wird nach der VDI Richtlinie, Anhang A6, das Kriterium für ein Schwergas erfüllt. Der Fall wird gemäß Abschnitt 3.3 der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 als kontinuierlicher Störfall behandelt.

Mit dem oben angeführten Verdunstungs(massen)strom wird die Ausbreitung von Peressigsäure in der Umgebung nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 Gase mit Schwergaseigenschaften berechnet. Die Berechnung erfolgt mit der Software STOER [16].

Parameter zur Berechnung der Ausbreitung von Peressigsäure als Schwergas nach VDI 3783 Blatt 2	
Gasart	1 – Schweres Gas mit Schwergasphase nach Blatt 2
Schwergasparameter	Peressigsäure Siedetemperatur: 60°C Gasdichte: 3.401 kg/m³ UEG: -1 (keine)
Freisetzung des Gases	2 – drucklos verflüssigt
Freisetzungstemperatur [°C]	20
Ausbreitungsgebiet	20 – lockere Bebauung Typ II
Emissionsabschnitte	1
Emissionsdauer [s]	3600
Quellstärke [g/s]	16,81
Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	3,6
Bebauungshöhe [m]	20
Rauhigkeitsklasse	4 Z0=0,8 – mäßig rau

Tabelle 5-13 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Eingabedaten VDI – Richtlinie 3783 Blatt 2

Rechnung nach VDI 3783 Blatt 2	
Freigesetzt werden insgesamt	60.516 g Peressigsäure
Kopplungspunkt	Mittlere Ausbreitungssituation: 7,4 m Ungünstigste Ausbreitungssituation: 12,6 m
Gaskonzentration am Kopplungspunkt	0,322 x 10 ⁵ mg/m³

Tabelle 5-14 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Berechnungsergebnisse VDI – Richtlinie 3783 Blatt 2 - Kopplungspunkt

Ergebnisse für: Schichtung indifferent, Windgeschwindigkeit 3,6 m/s:		
Abstand zur Freisetzungsquelle [m]	Höhe Aufpunkt ZA [m]	Konzentration [mg/m³]
100	(wegen Interpolation:) 0,0	2,380
120	2,0	1,468
140	2,0	1,094
160	2,0	0,854
180	2,0	0,688
200	2,0	0,566

Tabelle 5-15 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Berechnungsergebnisse VDI – Richtlinie 3783 Blatt 2

5.4.3.c Szenario 3 „Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% im Außenbereich“, Ergebnisse

Der Konzentrationsverlauf für Peressigsäure in Abhängigkeit von der Entfernung zum Austrittsort ist grafisch dargestellt:

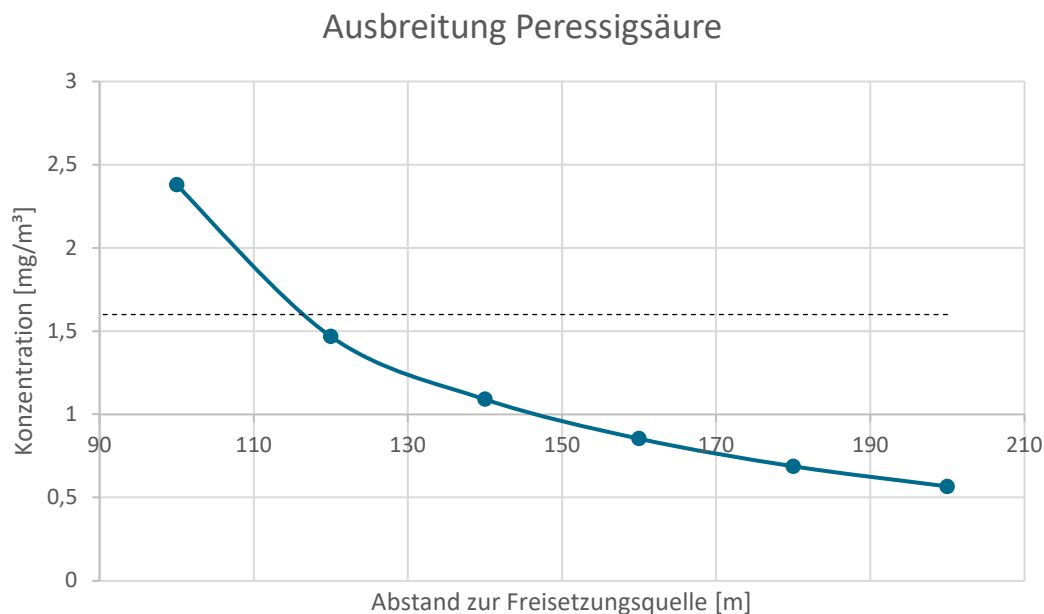


Abbildung 5-5 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Konzentrationsverlauf in Abhängigkeit der Entfernung vom Freisetzungsort.

Der Beurteilungsgrenzwert AEGL-2 für 60 min wird in folgender Entfernung unterschritten:

Beurteilungswert	Unterschreitung Beurteilungswert im Abstand von [m]
AEGL-2 / 60 min (1,6 mg/m ³)	118

Tabelle 5-16 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Ergebnisse Beurteilungswerte

5.4.4 Szenario 4 „Leckage an einem IBC innerhalb des Gefahrstofflagers“

Für das Szenario 4 wird die Beschädigung eines IBCs mit Gefahrstoff angenommen. Der gesamte Inhalt des IBCs läuft aus und bildet eine Lache, aus der der Gefahrstoff verdunstet / verdampft. Der Gefahrstoff tritt aus dem umschließenden Gebäude aus. Hierbei ist die wirksam werdende Gefahrstoffmenge abhängig von der Luftwechselrate im Gebäude.

Die Lagerung der Gefahrstoffe im Betriebsbereich ist durch die in Tabelle 3-1 angegebenen Gefahrenkategorien beschrieben. Insbesondere zur Kategorie H2, Toxische Stoffe, gehörende Stoffe sind nicht anhand von Stoffdaten konkretisiert. Es gibt daher keine genehmigungsrechtliche Beschränkung auf spezielle Stoffe. Daher ist die Genehmigung hinsichtlich der zu lagern- den Stoffe nicht hinreichend bestimmt. Für die Bestimmung eines angemessenen Sicherheitsabstands ist die Festlegung eines abdeckenden Referenzstoffes notwendig, der für die Berechnungen nach Leitfaden KAS-18 zugrunde zu legen ist.

Für Flüssigkeiten wird zur Berechnung des angemessenen Sicherheitsabstands gemäß der Vorgaben des Leitfadens KAS-18 in Verbindung mit KAS-32 [5], Abschnitt 6.4., als konservativster Ansatz Acrolein als Referenzstoff verwendet, da dieser einen sehr niedrigen ERPG-2-Wert von 0,15 ppm hat und gleichzeitig über einen hohen Dampfdruck verfügt.

Dieser Stoff kommt aber im Betriebsbereich der Kersia Deutschland GmbH nicht zum Einsatz, auch für zukünftige Weiterentwicklungen am Standort wird die Verwendung von Acrolein gemäß Betreiberangabe ausgeschlossen.

Daher wurden anhand des Gefahrstoffverzeichnisses die für das oben beschriebene Ausbreitungsszenario möglicherweise relevanten Stoffe selektiert. Aufgrund der Vielzahl eingesetzter Gefahrstoffe wird zunächst abgeschätzt, welche Stoffe bei der Gefährdung durch Toxizität so kritisch zu bewerten sind, dass diese hinsichtlich der Ausbreitung giftiger Stoffe als abdeckende Szenarien betrachtet werden können.

Gemäß KAS-32, 6.4 wird für die im Gefahrstoffverzeichnis der Firma Kersia Deutschland GmbH genannten relevanten Stoffe der Gefahrenindex (Verhältnis von Dampfdruck (Pa) zu Beurteilungswert des jeweiligen Stoffes) gebildet. Da nicht für alle verwendeten Stoffe AEGL-

2 bzw. ERPG-2 Werte vorhanden sind und um eine Vergleichbarkeit der Gefahrenindices zu gewährleisten, wird ersatzweise der PAC-2 Wert für die Berechnung genutzt.

Bezeichnung	CAS-Nr.	Dampfdruck bei 20°C [Pa]	PAC-2 [mg/m³]	Gefahrenindex (= Dampfdruck / PAC-2)
Peressigsäure	79-21-0	2055	1,6	1.284,38
Glutaraldehyd (Bestandteil von Handelsware)	111-30-8	2200	4,1	536,59
Salpetersäure (60%ig)	7697-37-2	5600	62	90,32
Propargylalkohol	107-19-7	1000	37	27,03
Essigsäure	64-19-7	1580	86	18,37
Bleichlauge	7681-52-9	2500	290	8,62
Methanol	67-56-1	12900	2700	4,78
Wasserstoffperoxid	7722-84-1	190	70	2,71
Ethanol	64-17-5	5800	6200	0,94
Isopropylalkohol	67-63-0	4260	4800	0,89
Phosphorsäure	7664-38-2	3,8	30	0,13
Ethanolamin	141-43-5	53	420	0,13
Butoxydiglycol	112-34-5	3	220	0,01
Schwefelsäure	7664-93-9	0,1	8,7	0,01
Methansulfonsäure	75-75-2	0,1	11	0,01
Propylenglykol	57-55-6	11	1300	0,01
Die PAC-2 Werte wurden aus der Datenbank Department of Energy, US, PAC Database Revision 29 - Detailed Chemical Data, Abrufe vom 09.06.2020, entnommen Die Dampfdrücke wurden der Datenbank GESTIS, DGUV, www.gestis.dguv.de, Abrufe vom 09.06.2020 entnommen.				

Tabelle 5-17 Berechneter Gefahrenindex für aktuell gelagerte Stoffe

Aufgrund der vorhandenen Detailkenntnisse wird die weitere Betrachtung daher für den gemäß Gefahrenindex im Betriebsbereich kritischsten Stoff Peressigsäure durchgeführt.

Aufgrund der Gebäudeumschließung kann von folgenden Punkten ausgegangen werden:

Gemäß Arbeitsstättenrichtlinie ASR 3.6, 5.3 Tab. 3 werden Luftgeschwindigkeiten für Räume mit mehr als 4 m Höhe und 20 m Raumtiefe von 0,14 m/s bei gezielter Lüftung eines Raumes gefordert. Im konservativen Ansatz wird daher eine Windgeschwindigkeit innerhalb der Halle von 0,2 m/s angenommen. Die Luftwechselrate in einem geschlossenen Gebäude kann hier mit max. zwei Luftwechseln je Stunde angesetzt werden.

Daher wird eine Ausbreitung von Peressigsäure außerhalb des Hallenbereichs zu wesentlich geringeren Ausbreitungsradien führen als die im Szenario 5.4.3 beschriebene Leckage im Außenbereich.

Für den Austritt von Peressigsäure ist daher das Szenario 5.4.3 als abdeckend zu betrachten. Eine weitere Berechnung dieses Szenarios ist daher nicht erforderlich.

5.4.5 Szenario 5 „Austritt Isopropylalkohol, Gaswolkenexplosion“

5.4.5.a Szenario 5 „Austritt Isopropylalkohol, Gaswolkenexplosion“, Beschreibung

Innerhalb der Halle 2 befindet sich ein Gefahrstoffcontainer, in dem bis zu 8.000 kg an brennbaren Flüssigkeiten gelagert werden dürfen. Ausgehend von einem IBC als größtes Gebinde können somit max. 1.000 l entzündbare Flüssigkeit austreten. Betrachtet wird der Austritt von Isopropylalkohol über eine Leckage an einem IBC. Es kommt zur Lachenbildung mit Verdampfung und Bildung einer zündfähigen Gaswolke. Die Gaswolke zündet.

5.4.5.b Szenario 5 „Austritt Isopropylalkohol, Gaswolkenexplosion“, Ermittlung Emissionsmassenstrom

Mittels ProNuSs [18] werden die Berechnungen durchgeführt. Als Parameter werden die folgenden Daten für die Quelltermbestimmung gewählt:

Parameter zur Berechnung eines flüssigen Massenstroms	
Stoff	Isopropylalkohol
Druck [barü]	0
Temperatur (Stoff) [°C]	20
Leckfläche [mm²]	490
Ausflussziffer	0,62
Flüssigkeitshöhe über Leckhöhe [m]	1,1
Zusätzlicher Druck (Pumpendruck usw.) [barü]	0
Berechnung nach KAS-18	Ja
Umgebungstemperatur [°C]	20
Relative Luftfeuchtigkeit [%]	75

Tabelle 5-18 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Parameter Quelltermbestimmung

Der austretende Massenstrom wird für die flüssige Freisetzung bestimmt:

Ergebnis der Berechnung eines flüssigen Massenstroms	
Gesamtdruckdifferenz [bar]	0,085
Strömungsdurchmesser [mm]	24,98
Massenstrom durch den engsten Strömungsquerschnitt	
Freigesetzter flüssiger Massenstrom [kg/s]	0,947
Massenströme nach der Entspannung auf Umgebungsdruck	
Flash-Verdampfung [kg/s]	0
Massenströme für weitere Berechnungen	

Ergebnis der Berechnung eines flüssigen Massenstroms	
Flüssiger Massenstrom für die Lachenbildung [kg/s]	0,947
Gasförmiger Massenstrom insgesamt [kg/s]	0

Tabelle 5-19 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Massenstromberechnung aus Behälter

Für die freigesetzte Flüssigkeit wird nun angenommen, dass diese eine Lache bildet und Isopropylalkohol aus der Lache verdunstet. Der Massenstrom aufgrund der Lachenverdunstung oder -verdampfung wird bestimmt. Für die Berechnung werden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Parameter zur Berechnung des Massenstroms durch Lachenverdunstung oder -verdampfung	
Stoff	Isopropylalkohol
Temperatur [°C]	20
Berechnung nach KAS-18	Instationäre Berechnung
Windgeschwindigkeit [m/s]	0,2
Umgebungstemperatur [°C]	20
Strahlungswärmestrom [kW/m²]	1
Zeitdauer der Berechnung	3600
Massenstrom flüssig [kg/s]	0,9474
Massenstrom gasförmig [kg/s]	0
Zeitdauer (Massenstromfreisetzung) [s]	832
Begrenzung der Lachenfläche	nein
Umgebungsbedingungen	Freisetzung auf dem Land
Bodenmaterial	Beton
Schichtdicke [mm]	5

Tabelle 5-20 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Eingabedaten Lachenverdunstung

Es ergibt sich der folgend dargestellte zeitabhängige Massenstrom bei der Verdunstung aus der Lache:

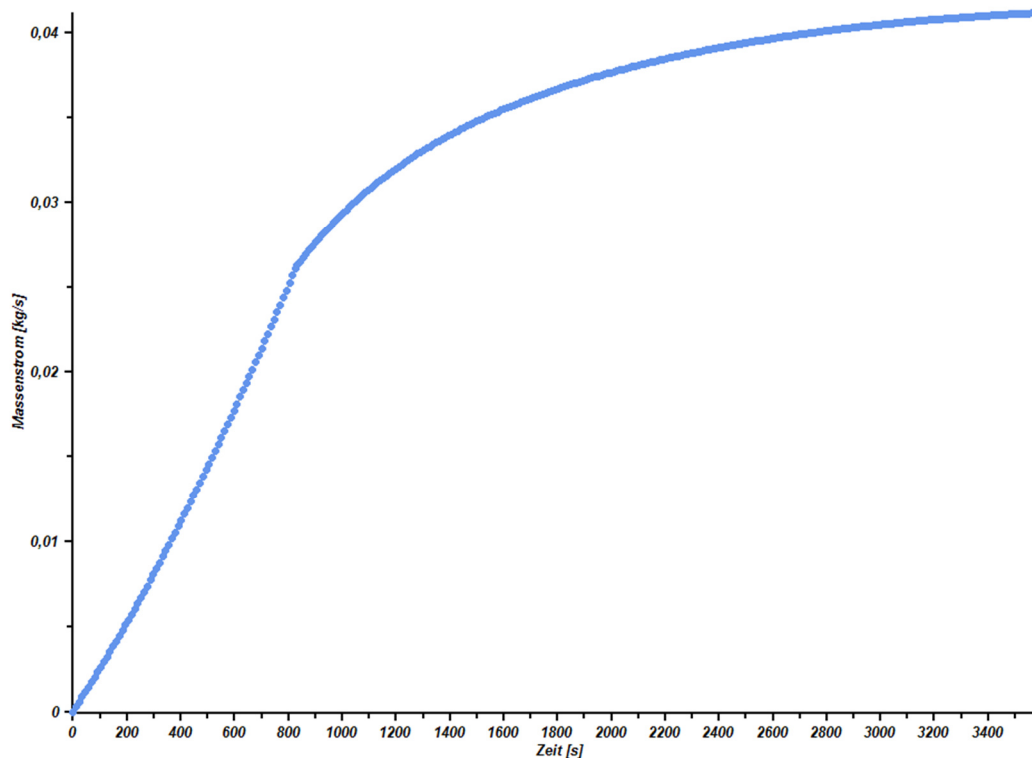


Abbildung 5-6 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Massenstrom aus der Lachenverdunstung

Eingabeparameter zur Berechnung nach VDI 3783 Blatt 2	
Massenstrom	Aus Datei Lachenverdampfung
Prozesstemperatur [°C]	20
Windgeschwindigkeit	Nicht berücksichtigen
Form der Freisetzung	Drucklos verflüssigt
Ausbreitungsgebiet	I: Ebenes Gelände ohne Hindernisse

Abbildung 5-7 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Parameter zur Bildung einer Schwergaswolke

Ergebnisse Ausbreitung Schwergaswolke nach VDI 3783 Blatt 2		
Ausbreitungssituation	Untere Zünddistanz [m]	Zündfähige Masse [kg]
Ungünstig	25,60	0,75
Mittlere	16,71	0,43

Abbildung 5-8 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Ergebnis Ausbreitung Schwergaswolke

Eingabeparameter zur Berechnung einer Gaswolkenexplosion	
Berechnung nach KAS-18	Ja
Explosionsfähige Masse [kg]	0,75
Wolkendurchmesser / untere Zünddistanz [m]	25,6
Laminare Flammgeschwindigkeit [m/s]	0,5
Freisetzungsdauer [s]	0

Abbildung 5-9 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Parameter zur Bildung einer Schwergaswolke

5.4.5.c Szenario 5 „Austritt Isopropylalkohol, Gaswolkenexplosion, Ergebnis

Nach dem in PRONUSS [18] hinterlegtem Ausbreitungsmodell von Wiekema ergibt sich folgender Explosionsüberdruck in Abhängigkeit vom Abstand:

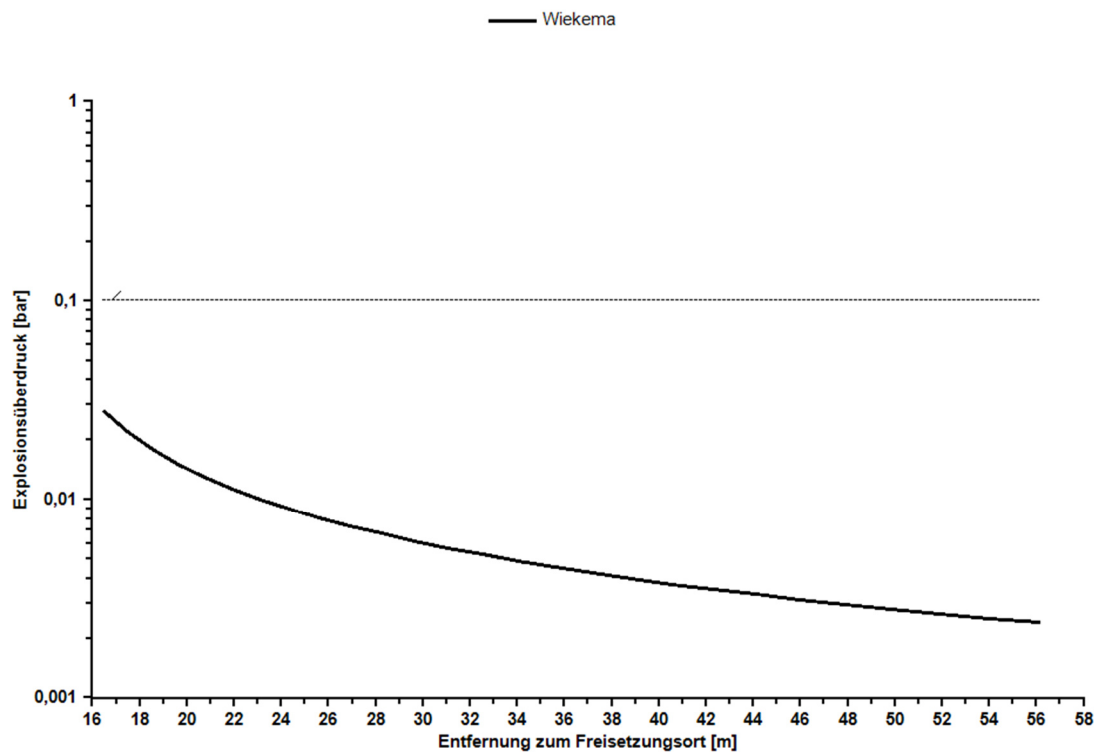


Abbildung 5-10 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Explosionsüberdruck Gaswolkenexplosion

Der Störfallbeurteilungswert für den Explosionsüberdruck von 0,1 bar wird nicht erreicht.

5.4.6 Szenario 6 „Zersetzung von Peressigsäure 15% bei > 40°C und anschließender Austritt von Essigsäure“

5.4.6.a Szenario 6 „Zersetzung von Peressigsäure 15% bei > 40°C und anschließender Austritt von Essigsäure“, Beschreibung

Der im Außenbereich aufgestellte Gefahrstoffcontainer (vgl. Abbildung 5-4) zur Lagerung von Stoffen der Lagerklasse 5.2 heizt sich durch Sonneneinstrahlung bedingt durch den Ausfall der Klimatisierung auf eine Temperatur > 40 °C auf. Es kommt zur Zersetzung von Peressigsäure zunächst in einem der gelagerten Transportgebinde. Der entsprechende Behälter mit max. 1.000 l Gefahrstoff berstet und der gesamte Stoffinhalt tritt aus. Beim Zersetzungsprozess entstehen Sauerstoff und Essigsäure. Die Essigsäure wird zunächst von der Auffangwanne innerhalb des Containers zurückgehalten. Bei der Zersetzung von Peressigsäure 15% in weiteren IBCs kommt es zum Überfüllen der Auffangwanne im Container und dem Austritt der Essigsäure auf der Asphaltfläche vor dem Container mit anschließender Lachenverdampfung und Ausbreitung. Die max. mögliche Lachenfläche ist aufgrund des Auslaufens mehrerer IBCs auf bis zu 115 m² vergrößert. Dabei wurden umliegende Aufkantungen und Wände berücksichtigt.

5.4.6.b Szenario 6 „Zersetzung von Peressigsäure 15% bei > 40°C und anschließender Austritt von Essigsäure“, Ermittlung Emissionsmassenstrom

Mittels ProNuSs [18] werden die Berechnungen durchgeführt. Als Parameter werden die folgenden Daten für die Quelltermbestimmung gewählt:

Parameter zur Berechnung des austretenden Massenstroms	
Stoff	Essigsäure
Überdruck [barü]	0
Temperatur (Stoff) [°C]	40
Leckfläche [mm ²]	490
Ausflussziffer	0,62
Flüssigkeitshöhe über Leckhöhe [m]	1,1
Zusätzlicher Druck (Pumpendruck usw.) [barü]	0
Berechnung nach KAS-18	Ja
Umgebungstemperatur [°C]	40
Relative Luftfeuchtigkeit [%]	75

Tabelle 5-21 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Parameter Quelltermbestimmung

Der austretende Massenstrom wird für die flüssige Freisetzung bestimmt:

Ergebnis der Berechnung des austretenden Massenstroms	
Gesamtdruckdifferenz [bar]	0,111
Strömungsdurchmesser [mm]	24,98
Massenstrom durch den engsten Strömungsquerschnitt	
Freigesetzter flüssiger Massenstrom [kg/s]	1,236
Massenströme nach der Entspannung auf Umgebungsdruck	
Flash-Verdampfung [kg/s]	0
Massenströme für weitere Berechnungen	
Flüssiger Massenstrom für die Lachenbildung [kg/s]	1,236
Gasförmiger Massenstrom insgesamt [kg/s]	0

Tabelle 5-22 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Massenstromberechnung aus Behälter

Für die freigesetzte Flüssigkeit wird nun angenommen, dass diese eine Lache bildet und Essigsäure aus der Lache verdunstet. Der Massenstrom aufgrund der Lachenverdunstung oder -verdampfung wird bestimmt. Für die Berechnung werden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Parameter zur Berechnung des Massenstroms durch Lachenverdunstung oder -verdampfung	
Stoff	Essigsäure
Temperatur [°C]	40
Berechnung nach KAS-18	Instationäre Berechnung
Windgeschwindigkeit [m/s]	3,6
Umgebungstemperatur [°C]	40
Strahlungswärmestrom [kW/m²]	1
Zeitdauer der Berechnung	3600
Massenstrom flüssig [kg/s]	1,2359
Massenstrom gasförmig [kg/s]	0
Zeitdauer (Massenstromfreisetzung) [s]	831
Begrenzung der Lachenfläche	Ja
Maximale Lachenfläche [m²]	115
Umgebungsbedingungen	Freisetzung auf dem Land
Bodenmaterial	Beton
Schichtdicke [mm]	5

Tabelle 5-23 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Eingabedaten Lachenverdunstung

Es ergibt sich der folgend dargestellte zeitabhängige Massenstrom bei der Verdunstung aus der Lache:

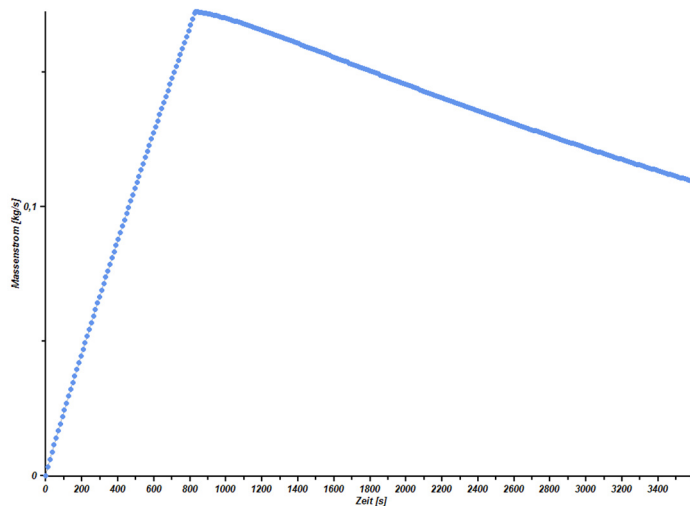


Abbildung 5-11 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Massenstrom aus der Lache

Nach der Richtlinie VDI 3783 Blatt 2 Abs. 3.1 [13] wird das Dichteverhältnis wie folgt bestimmt.

$$\text{Dichteverhältnis} = \frac{\rho_{\text{Gas}} - \rho_{\text{Luft}}}{\rho_{\text{Luft}}}$$

Die Normdichte von Essigsäure liegt bei 2,68 kg/m³. Der Wert wurde der Stoffdatenbank von ProNuSs [18] entnommen, die Dichte von Luft bei Normalbedingungen bei 1,293 kg/m³. Die relative Gasdichte wird nach DIN 1871 aus der Normgasdichte bezogen auf die Dichte von Luft bei Normalbedingungen (1013 mbar, 0°C) berechnet. Um nun die Normgasdichte zu ermitteln wird die Gleichung wie folgt umgestellt:

$$\rho_{\text{Gas}} = \rho_{\text{Gas,relativ}} \cdot \rho_{\text{Luft}}$$

Aus der relativen Gasdichte von Essigsäure berechnet sich die Normgasdichte von Essigsäure zu 3,465 kg/m³.

Mit diesem Wert lässt sich nun das Dichteverhältnis nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 errechnen:

$$\text{Dichteverhältnis} = \frac{\rho_{\text{Gas}} - \rho_{\text{Luft}}}{\rho_{\text{Luft}}} = \frac{3,465 - 1,293}{1,293} = 1,67$$

Da das Dichteverhältnis größer 0,16 ist, wird nach der VDI Richtlinie das Kriterium für ein Schwergas erfüllt. Der Störfall wurde gemäß Abschnitt 3.3 der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 als kontinuierlicher Störfall behandelt.

Mit diesem Massenstrom wird die Ausbreitung von Essigsäure in der Umgebung nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 dichteneutraler / Leichter Gase mit Schwergaseigenschaften berechnet:

Parameter zur Berechnung der Ausbreitung dichteneutraler / leichter Gase nach VDI 3783 Blatt 1	
Steuerung	spezielle Wettersituation berechnen Schwergasberechnung
Massenstrom	Aus Datei Lachenverdunstung einlesen
Windgeschwindigkeit [m/s]	3,6
Bodenrauigkeit	Z0=0,8 – mäßig rau
Wetterlage	Indifferente Temperaturschichtung, ohne Inversion
Aufschlagpunkte	Max. Entfernung 200 m Schrittweite 20 m Entfernung 1. Aufschlagpunkt 20 m Höhe über Erdgleiche 2 m
Schwergasberechnung	Drucklos verflüssigt Prozesstemperatur: 40°C Ausbreitungsgebiet XX: Gleichförmige Bebauung Typ 2 Windgeschwindigkeit berücksichtigen

Tabelle 5-24 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Eingabedaten VDI – Richtlinie 3783 Blatt 1 mit Schwergaseigenschaften

5.4.6.c Szenario 6 „Zersetzung von Peressigsäure 15% bei >40°C und anschließender Austritt von Essigsäure“, Ergebnisse

Mittels ProNuSs [18] wird die Ausbreitung von Essigsäure in Abhängigkeit von der Entfernung zum Austrittsort ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Abbildung dargestellt:

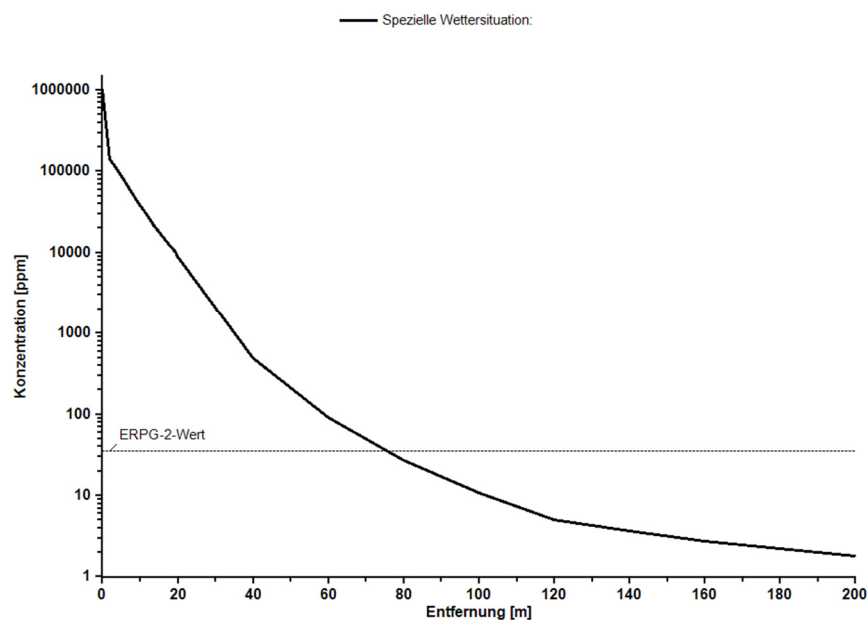


Abbildung 5-12 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Konzentrationsverlauf in Abhängigkeit der Entfernung vom Freisetzungsort.

Der Beurteilungsgrenzwert wird in folgender Entfernung unterschritten:

Beurteilungswert	Beurteilungswert [ppm]	Unterschreitung Beurteilungswert im Abstand von [m]
ERPG-2	35	78

Tabelle 5-25 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Ergebnisse Beurteilungswerte

6 Bewertung

6.1 Bewertung Szenario 1 „Leckage TKW Entladung Salpetersäure“

Bei diesem Szenario wurde der Stoffaustritt von Salpetersäure bei der Entladung unterstellt. Das Ergebnis der Betrachtung zeigt, dass der Beurteilungswert ERPG-2 für Salpetersäure (10 ppm) in einer Entfernung von 88 m von der Tanktasse bzw. der Entladetasse unterschritten wird. Der Gefahrenradius für das Szenario 1 beträgt somit 88 m.

6.2 Bewertung Szenario 2 „Tankleckage Salpetersäure“

Das Szenario 2 ist für die Abstandsbetrachtungen nicht relevant, da für den Austritt von Salpetersäure das Szenario 1 als abdeckend zu betrachten ist.

6.3 Bewertung Szenario 3 „Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% im Außenbereich“

Bei diesem Szenario wurde der Austritt von Peressigsäure 15% und die anschließende Verdunstung der Peressigsäure nach Havarie eines IBC im Bereich vor dem Gefahrstofflagercontainer für Stoffe der Lagerklasse 5.2 unterstellt. Das Ergebnis der Betrachtung zeigt, dass der Beurteilungswert AEGL-2 für 60 min für Peressigsäure (1,6 mg/m³) in einer Entfernung von 118 m vom Austrittsort unterschritten wird. Der Gefahrenradius für das Szenario 3 beträgt somit 118 m.

6.4 Bewertung Szenario 4 „Leckage an einem IBC innerhalb des Gefahrstofflagers“

Das Szenario 2 ist für die Abstandsbetrachtungen nicht relevant, da der Austritt von Peressigsäure 15% innerhalb der Produktions- und Lagergebäude durch die Gebäudehülle begrenzt wird. Szenario 3 stellt daher für den Austritt von Peressigsäure das abdeckende Szenario dar.

6.5 Bewertung Szenario 5 „Austritt Isopropylalkohol, Gaswolkenexplosion“

Im Szenario 5 wird die Havarie eines IBC mit Isopropylalkohol betrachtet. Nach Austritt und Verdampfung von Isopropylalkohol kommt es zur Bildung einer Schwergaswolke, die gezündet wird. Der entstehende Explosionsüberdruck liegt unterhalb des Grenzwertes von 0,1 bar. Daher ist dieses Szenario nicht relevant für die Abstandsbetrachtungen.

6.6 Bewertung Szenario 6 „Zersetzung von Peressigsäure 15% bei > 40°C und anschließender Austritt von Essigsäure“

Bei diesem Szenario wurde die Zersetzung in den Gebinden mit 15%iger Peressigsäure und die anschließende Ausbreitung der entstandenen Essigsäure betrachtet. Das Ergebnis der Betrachtung zeigt, dass der Beurteilungswert ERPG-2 für Essigsäure (35 ppm) in einer Entfernung von 78 m vom Austrittsort unterschritten wird. Der Gefahrenradius für das Szenario 6 beträgt somit 78 m.

7 Zusammenfassung

Für den Betriebsbereich der Kersia Deutschland GmbH am Standort Bornheim Sechtem ist der Achtungsabstand ohne Detailkenntnisse mit 500 m gemäß Mitteilung der Bezirksregierung Köln [8] festgelegt.

In dem vorliegenden Gutachten wurden die relevanten Gefahrenradien unter Berücksichtigung von Detailkenntnissen ermittelt. In Szenario 3 wurde der größte Gefahrenradius von 118 m berechnet, der somit als abdeckender angemessener Sicherheitsabstand zu betrachten ist. Alle gemäß Tabelle 4-1 ermittelten schutzwürdigen Gebiete, Einrichtungen und Verkehrswege liegen außerhalb des bestimmten angemessenen Sicherheitsabstands.

In der folgenden Abbildung 7-1 ist das Betriebsgelände mit einer hellblauen Umrandung eingezeichnet. Es wird vorgeschlagen den angemessenen Sicherheitsabstand von 118 m nicht auf den tatsächlich betrachteten Austrittsort des abdeckenden Szenarios (derzeitig tatsächlicher Standort des Gefahrstoffcontainers für die Lagerklasse LGK 5.2), sondern auf die Grenze des Betriebsbereiches anzuwenden.

Um den Betriebsbereich (hellblau) wird deshalb in dem vorliegenden Gutachten ein angemessener Sicherheitsabstand von 118 m (rot) vorgeschlagen.



Quelle: GEOportal.nrw, 2020-06-25

Abbildung 7-1 Übersichtsplan Kersia Deutschland GmbH Bornheim mit dem aus Detailkenntnissen ermittelten angemessenen Sicherheitsabstand

8 Erweiterungsvorhaben

8.1 Geplante bauliche Erweiterung

Nach der Aufstellung des Bebauungsplans Se 11 in Sechtem Roisdorf, hat die Firma Kersia Deutschland GmbH die Möglichkeit, ihre Betriebsstätte zu erweitern.

Die Kersia Deutschland GmbH plant im westlich gelegenen Betriebsbereich eine Erweiterung durch eine Halle und einen überdachten Lagerbereich (vgl. gelb umrandeter Bereich in Abbildung 8-1).



Abbildung 8-1 Werksgelände Kersia Deutschland GmbH, mit Erweiterungsvorhaben, Quelle: geoportal.nrw, 15.06.2020

Der geplante Erweiterungsbau soll als Lager für Gefahrstoffe genutzt werden. Die zusätzlichen Flächen dienen überwiegend der Erhöhung der bestehenden Lagerkapazitäten für schon bisher eingesetzte Stoffe.

8.2 Geplante Lagerung anderer Stoffe

Zusätzlich sollen neue Fertigprodukte für die Weitergabe an Kunden gelagert werden. Der einzige neue Gefahrstoff als Bestandteil der zusätzlichen Fertigprodukte ist Formaldehyd. Zum Vergleich ist dieser Stoff in die Tabelle 8-1 (Bestimmung des Gefahrenindex) eingetragen.

Der Stoff Formaldehyd ist aufgrund seines geringeren Gefahrenindexes zunächst unkritischer als der Stoff Peressigsäure einzustufen.

Bezeichnung	CAS-Nr.	Dampfdruck bei 20°C [Pa]	PAC-2 [mg/m³]	Gefahrenindex (= Dampfdruck / PAC-2)
Peressigsäure	79-21-0	2055	1,6	1.284,38
Glutaraldehyd (nur als Bestandteil von Handelsware < 30%, daher nicht relevant)	111-30-8	2200	4,1	536,59
Salpetersäure (60%ig)	7697-37-2	5600	62	90,32
Propargylalkohol	107-19-7	1000	37	27,03
Essigsäure	64-19-7	1580	86	18,37
Formaldehyd	50-00-0	200	17	11,76
Bleichlauge	7681-52-9	2500	290	8,62
Methanol	67-56-1	12900	2700	4,78
Wasserstoffperoxid	7722-84-1	190	70	2,71
Ethanol	64-17-5	5800	6200	0,94
Isopropylalkohol	67-63-0	4260	4800	0,89
Phosphorsäure	7664-38-2	3,8	30	0,13
Ethanolamin	141-43-5	53	420	0,13
Butoxydiglycol	112-34-5	3	220	0,01
Schwefelsäure	7664-93-9	0,1	8,7	0,01
Methansulfonsäure	75-75-2	0,1	11	0,01
Propylenglykol	57-55-6	11	1300	0,01
Die PAC-2 Werte wurden aus der Datenbank Department of Energy, US, PAC Database Revision 29 - Detailed Chemical Data, Abrufe vom 09.06.2020, entnommen. Die Dampfdrücke wurden der Datenbank GESTIS, DGUV, www.gestis.dguv.de, Abrufe vom 09.06.2020 entnommen.				

Tabelle 8-1 Vergleich Gefahrenindex für zusätzliche Stoffe (grau) zu schon bisher betrachteten Stoffen

8.3 Bewertung der Erweiterung

Mit der gemäß 8.1 beschriebenen baulichen Erweiterung rücken die Lagerbereiche näher an die westliche Grenze des vorhandenen Betriebsbereichs heran. Sofern nur Gefahrstoffe unter gleichen Bedingungen wie bisher gelagert werden, ist davon auszugehen, dass die in den Kapiteln 5 bis 7 beschriebenen Szenarien auch für den Erweiterungsbereich Gültigkeit besitzen. Voraussetzung hierfür ist die gleichzeitige Erfüllung folgender Punkte:

- Die hier vorgenommene Bewertung der Erweiterung bezieht sich ausschließlich auf die in Tabelle 8-1 aufgeführten Stoffe
- Die Lagerung erfolgt ausschließlich in zugelassenen Transportgebinden mit einem maximalen Volumen von 1.000 l (IBC)
- Lagertemperatur und -drücke entsprechen den Lagerbedingungen der bisher verwendeten Stoffe
- Beim Einsatz von Peressigsäure darf die bisher betrachtete Konzentration der Peressigsäure in den gelagerten Gebinden 15% nicht überschreiten

Da der angemessene Sicherheitsabstand auf die Grenze des Betriebsbereiches angewendet wird und sich das Erweiterungsvorhaben in dem betrachteten Betriebsbereich befindet, kann

der in Kapitel 7 vorgeschlagene angemessene Sicherheitsabstand von 118 m auch auf den Erweiterungsbereich angewendet werden.

9 Unterschriften

Hürth, den 23.06.2021



Dipl.-Ing. Martin Klein

YNCORIS GmbH & Co. KG

ISGM / Teamleiter Anlagensicherheit



Dr. Dietmar Lange

YNCORIS GmbH & Co. KG

ISGM / Anlagensicherheit

Bekannt gegebener Sachverständiger nach § 29b BImSchG

10 Unabhängigkeit des nach § 29b Abs.1 BImSchG bekannt gegebenen Sachverständigen

Hiermit bestätigt der Unterzeichner der vorliegenden Stellungnahme die erforderliche Unabhängigkeit.

Ich bestätige im Einzelnen, dass

- die gutachterliche Tätigkeit als Sachverständiger in sicherheitstechnischen Fragestellungen unabhängig, weisungsfrei, gewissenhaft und unparteiisch durchgeführt wird,
- ich keinen fachlichen Weisungen des Auftraggebers oder eines Vertreters unterliege,
- ich nicht an der Planung, sicherheitstechnischer Konzeption, Auslegung, Bau, Montage, Änderung, Inbetriebnahme, Wartung oder Prüfung der betroffenen Anlageteile beteiligt war,
- keine organisatorischen, wirtschaftlichen, personellen oder finanziellen Verflechtungen bestehen, die eine Einflussnahme Dritter auf meine Arbeit als Sachverständiger vermuten lassen,
- ich meine Unabhängigkeit im Rahmen des Antrags auf Bekanntgabe nach §29a/b BImSchG nachgewiesen haben und die Nebenbestimmungen des Bescheides zur Bekanntgabe erfülle.

Hürth, den 23.06.2021



Dr. Dietmar Lange

YNCORIS GmbH & Co. KG

ISGM / Anlagensicherheit

Bekannt gegebener Sachverständiger nach § 29b BImSchG

11 Verzeichnisse

11.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1 Bornheim-Sechtem, Quelle: geoportal.nrw, 15.06.2020	7
Abbildung 3-2 Werksgelände Kersia Deutschland GmbH, aktueller Stand, Quelle: geoportal.nrw, 15.06.2020	8
Abbildung 3-3 Übersicht Tanklager	11
Abbildung 4-1 Schutzbedürftigen Gebiete, Verkehrswege und Einrichtungen der Umgebung des Betriebsbereiches [6]	16
Abbildung 4.2 Daten des Deutschen Wetterdiensts Wetterstation Köln-Wahn von 1981-2010, Häufigkeit nach Windrichtung	17
Abbildung 5-1 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung Lachenbildung	21
Abbildung 5-2 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung Massenstrom aus der Lache	24
Abbildung 5-3 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung - Konzentrationsverlauf in Abhängigkeit der Entfernung vom Freisetzungsort.	25
Abbildung 5-4 Szenario 3 - Lageplan Systemcontainer LGK 5.2 (Peressigsäure) und mögliche Lachenausbreitung.....	26
Abbildung 5-5 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Konzentrationsverlauf in Abhängigkeit der Entfernung vom Freisetzungsort.....	30
Abbildung 5-6 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Massenstrom aus der Lachenverdunstung	35
Abbildung 5-7 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Parameter zur Bildung einer Schwergaswolke	35
Abbildung 5-8 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Ergebnis Ausbreitung Schwergaswolke	35
Abbildung 5-9 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Parameter zur Bildung einer Schwergaswolke	36
Abbildung 5-10 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Explosionsüberdruck Gaswolken- explosion	36
Abbildung 5-11 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Massenstrom aus der Lache	39
Abbildung 5-12 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Konzentrationsverlauf in Abhängigkeit der Entfernung vom Freisetzungsort.	40
Abbildung 7-1 Übersichtsplan Kersia Deutschland GmbH Bornheim mit dem aus Detailkenntnissen ermittelten angemessenen Sicherheitsabstand	45
Abbildung 8-1 Werksgelände Kersia Deutschland GmbH, mit Erweiterungsvorhaben, Quelle: geoportal.nrw, 15.06.2020	46

11.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1 Stoffe nach Anhang I der Störfallverordnung im Betriebsbereich	13
Tabelle 3-2 Quotienten nach Anhang I, Nr. 5 der Störfallverordnung	14
Tabelle 4-1 Schutzbedürftige Gebiete, Verkehrswege und Einrichtungen.....	16
Tabelle 5-1 Beurteilungswerte für Explosionsauswirkungen	20
Tabelle 5-2 Kritische Bestrahlungsstärke	20
Tabelle 5-3 Übersicht der Szenarien	21
Tabelle 5-4 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung Lachenbildung - Parameter Quelltermbestimmung	22
Tabelle 5-5 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung Lachenbildung Massenstromberechnung aus dem Entladeschlauch	23
Tabelle 5-6 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung - Eingabedaten Lachenverdunstung	23
Tabelle 5-7 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung - Eingabedaten VDI – Richtlinie 3783 Blatt 1.....	25
Tabelle 5-8 Szenario 1 - Salpetersäure TKW Entladung - Ergebnisse Beurteilungswerte Szenario 5.4.1	26
Tabelle 5-9 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Eingabeparameter 8FeuEx Massenstrom aus IBC	27
Tabelle 5-10 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Ergebnisse 8FeuEx Massenstrom aus IBC	27
Tabelle 5-11 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Eingabeparameter 8FeuEx Quelltermbestimmung aus Lache.....	28
Tabelle 5-12 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Ergebnisse FeuEx Quelltermbestimmung aus Lache.....	28
Tabelle 5-13 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Eingabedaten VDI – Richtlinie 3783 Blatt 2.....	29
Tabelle 5-14 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Berechnungsergebnisse VDI – Richtlinie 3783 Blatt 2 - Kopplungspunkt	29
Tabelle 5-15 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Berechnungsergebnisse VDI – Richtlinie 3783 Blatt 2	30
Tabelle 5-16 Szenario 3 - Leckage eines IBC mit Peressigsäure 15% - Ergebnisse Beurteilungswerte	31
Tabelle 5-16 Berechneter Gefahrenindex für aktuell gelagerte Stoffe	32
Tabelle 5-17 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Parameter Quelltermbestimmung	33

Tabelle 5-18 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Massenstromberechnung aus Behälter	34
Tabelle 5-19 Szenario 5 – Austritt Isopropylalkohol - Eingabedaten Lachenverdunstung	34
Tabelle 5-20 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Parameter Quelltermbestimmung	37
Tabelle 5-21 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Massenstromberechnung aus Behälter	38
Tabelle 5-22 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Eingabedaten Lachenverdunstung	38
Tabelle 5-23 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Eingabedaten VDI – Richtlinie 3783 Blatt 1 mit Schwergaseigenschaften	40
Tabelle 5-24 Szenario 6 - Zersetzung von Peressigsäure 15% - Ergebnisse Beurteilungswerte	41
Tabelle 8-1 Vergleich Gefahrenindex für zusätzliche Stoffe (grau) zu schon bisher betrachteten Stoffen	47

11.3 Quellenverzeichnis

- [1] Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG (KAS-18), 2. überarbeitete Fassung, Kommission für Anlagensicherheit, 11/2010, <https://www.kas-bmu.de/kas-leitfaeden-arbeits-und-vollzugshilfen.html>
- [2] Fragen und Antworten zur Richtlinie 96/82/EG (Seveso-II-Richtlinie), Ref. Nr. B 18, deutsche Übersetzung, Stand 02/2006, <https://www.kas-bmu.de/studien-ergaenzende-dokumente.html>
- [3] Arbeitshilfe, Berücksichtigung des Art. 12 Seveso-II-Richtlinie im immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren (§§ 4 und 16 BImSchG) (KAS-33), 1. Version, von der Mehrheit der Mitglieder der Kommission für Anlagensicherheit am 26.02.2013 befürwortet, <https://www.kas-bmu.de/kas-leitfaeden-arbeits-und-vollzugshilfen.html>
- [4] Arbeitshilfe, Berücksichtigung des Art. 12 Seveso-II-Richtlinie im immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren (§§ 4 und 16 BImSchG) (Kas-33), 2. Version, von der Minderheit der Mitglieder der Kommission für Anlagensicherheit am 26.02.2013 befürwortet, <https://www.kas-bmu.de/kas-leitfaeden-arbeits-und-vollzugshilfen.html>
- [5] Arbeitshilfe szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18 (KAS-32), 2. Überarbeitete Fassung, Kommission für Anlagensicherheit, (Nov. 2015), <https://www.kas-bmu.de/kas-leitfaeden-arbeits-und-vollzugshilfen.html>
- [6] Ausschnitt Topographische Karte Bornheim Sechtem, übernommen aus GeoBasis-DE / BKG 2020 / EuroGeographics / Bezirksregierung Köln Geobasis NRW, abgerufen über TIM-online am 12.06.2020, https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/tim-online/index.html
- [7] Straßen_mit_Wasserschutzgebieten.pdf, Stand 04.09.2019, www.stadtbetrieb-bornheim.de/fileadmin/downloadbox/Wasser-Abwasser/Straßen_mit_Wasserschutzgebieten.pdf
- [8] Anschreiben an die Stadt Bornheim zur Bauleitplanung Aufstellung Bebauungsplan SE 11 in Sechtem Roisdorf, Schreiben der Bezirksregierung Köln vom 27.02.2020, Aktenzeichen 53.6-Pß
- [9] Hochwassergefahrenkarte HQ100 Dickopsbach-System A00, Bezirksregierung Köln, Oktober 2019
- [10] Ausschnitt Topographische Karte Bornheim Sechtem, übernommen aus GeoBasis-DE / BKG 2020 / EuroGeographics / Bezirksregierung Köln Geobasis NRW, abgerufen über TIM-online am 12.06.2020, https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/tim-online/index.html

- [11] Klimaatlas NRW, Mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für den Zeitraum 1981 – 2000, www.klimaatlas.nrw.de/karte-klimaatlas# , abgerufen am 12.06.2020
- [12] VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 „Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen; Sicherheitsanalyse“, 1987
- [13] VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 „Umweltmeteorologie; Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen schwerer Gase; Sicherheitsanalyse“, 1990
- [14] UBA Bericht „Ermittlung und Berechnung von Störfallablaufszenarien nach Maßgabe der 3. Störfallverwaltungsvorschrift“, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 297 48428, Band 2, S. 194, Umweltbundesamt, Februar 2000, <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/1831.pdf>
- [15] 8FeuEx, Version V4.0, Stand 2010, Klug Software, Waiblingen
- [16] Störfallprogramm STOER zur Störfallverordnung VDI 3783 Blatt 1+2, Version 2.34, iMA Freiburg
- [17] ProNuSs9 – Programm für numerische Störfallsimulation, Version 9.29.4, ProNuSs Engineering GmbH, 2020
- [18] Sicherheitsdatenblatt Deptil PA 15, Hypred, Stand 26.05.2015