

**GUTACHTEN**  
**Einzelfallbetrachtung**  
**im Sinne von § 50 BImSchG**  
**für den**  
**Betriebsbereich**  
**der GSB – Sonderabfall-Entsorgung**  
**Bayern GmbH**  
**auf Basis des KAS-18-Leitfadens**

Auftragsnummer: TPA I.04/17/7105/3224/03

Datum: 29.03.2018, Rev. 1

Ersteller: TÜV Pfalz Anlagen- und Betriebstechnik GmbH  
Achtmorgenstrasse 5  
67065 Ludwigshafen

Projektleiter: Jochen Schelb (Sachverständiger nach § 29b BImSchG)

Telefon: 06 21 / 67 19 17 – 47

E-Mail: [jochen.schelb@de.tuv.com](mailto:jochen.schelb@de.tuv.com)

Beteiligte Gutachter: Claudia Schumacher, Harald Jäger

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Aufgabenstellung	1
1.2	Angaben zu den Sachverständigen	1
1.3	Bewertungsmaßstab und Methodik	2
<b>2</b>	<b>Einzelfallbetrachtung</b>	<b>3</b>
2.1	Beschreibung des Standortes und seines Umfeldes	3
2.2	Identifikation der raumplanungsrelevanten Störfallszenarien	8
2.3	Auswirkungen der Störfallszenarien mit leicht flüchtigen giftigen Stoffen	14
2.3.1	Sachstand und Randbedingungen zu den Szenarien	14
2.3.1.1	Beschaffenheit und Ausrüstung	14
2.3.1.2	Stoffbeschreibung der leicht flüchtigen, giftigen Stoffen am Beispiel Phosphortrichlorid	15
2.3.2	Auswirkungspotenzial und Szenarienauswahl	16
2.3.3	Auswirkung der Phosphortrichlorid-Freisetzung	16
2.3.3.1	Freisetzungs-/Quellrate	16
2.3.3.2	Ausbreitung der Schadstoffwolke	18
2.3.3.3	Immissionssituation	19
2.4	Auswirkungen der Störfallszenarien mit Thionylchlorid	21
2.4.1	Sachstand und Randbedingungen zu den Szenarien	21
2.4.1.1	Beschaffenheit und Ausrüstung	21
2.4.1.2	Stoffbeschreibung zu Thionylchlorid, Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid	21
2.4.2	Auswirkungspotenzial und Szenarienauswahl	22
2.4.3	Auswirkung der Thionylchlorid-Freisetzung	23
2.4.3.1	Freisetzungs-/Quellrate	23
2.4.3.2	Ausbreitung der Schadstoffwolke	27
2.4.3.3	Immissionssituation	29
<b>3</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>30</b>

**Anhang I: Abkürzungen**

**Anhang II: Quellen / Unterlagen**

**Anhang III: Standort der GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH –  
Räumliche Situation / Achtungsabstände**

**Anhang IV: Freisetzungsorte der Leitstoffe**

**Anhang V: Gefährdungsbereiche/-radien der Störfallszenarien des Einzelfalls mit  
Detailkenntnissen**

**Anhang VI: Angemessene Sicherheitsabstände im Sinne von § 3, Abs. 5c  
BImSchG für den Betriebsbereich der GSB am Standort in Baar-  
Ebenhausen**

# 1 Einleitung

## 1.1 Aufgabenstellung

Im Rahmen der geplanten störfallrelevanten Änderung von Anlagen im Betriebsbereich der GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH möchte die Regierung von Oberbayern die Anforderungen und Schutzziele des § 50 BImSchG bzw. Art. 11, 13 und 15 der Seveso III-Richtlinie (2012/18/EU) für den störfallrelevanten Seveso III-Betriebsbereich der GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH, Äußerer Ring 50, 85107 Baar-Ebenhausen sachverständig beurteilt wissen. Aus der Beurteilung muss hervorgehen, welche Abstände im Sinne von § 3 Abs. 5c BImSchG (→ minimaler Abstand des Einzelfalls) für den Betriebsbereich ausreichend sind, um Auswirkungen von evtl. Störfällen im Betriebsbereich auf benachbarte schutzbedürftige Nutzungen (z. B. Wohnbebauung), soweit wie möglich zu vermeiden.

Die GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH (im Folgenden als Anlagenbetreiber bezeichnet) betreibt an ihrem Standort in Baar-Ebenhausen Einrichtungen zur Beseitigung von Sonderabfall. Der Gesamtbetrieb umfasst – im Sinne des BImSchG – mehrere Anlagen zur Lagerung, Behandlung und zur thermischen Verwertung/Entsorgung von Abfällen.

Die Anlagen bilden einen Betriebsbereich im Sinne von § 3 Abs. 5a des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG). Der Betriebsbereich unterliegt den erweiterten Pflichten der Störfallverordnung in der Fassung vom 09.01.2017, da die in Anhang I Spalte 5 genannten Mengenschwellen für bestimmte gefährliche Stoffe überschritten werden. Gefährliche Stoffe sind – neben diversen giftigen, (leicht-)entzündlichen und/oder umweltgefährlichen Stoffen - insbesondere Thionylchlorid (CAS: 107-02-8) und Phosphortrichlorid (CAS: 7719-12-2). Die Stoffe werden alle als Abfälle der Anlage zugeführt.

Grundlagen und Ergebnisse der Einzelfallbetrachtung sind in dem vorliegenden Gutachten dokumentiert. Diese basiert neben den bereitgestellten Unterlagen (siehe Anhang II) auch auf Gespräche vor Ort, die am 05.12.2016 sowie am 15.02.2017 stattfanden; beteiligte Personen waren: Herr Nenno (GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH), Herr Bischoff (Störfallbeauftragter GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH), Herr Casjens (GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH), Herr Krassow (GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH), Herr Jäger (TÜV Rheinland), Frau Schumacher (TÜV Rheinland) sowie Herr Schelb (TÜV Rheinland).

## 1.2 Angaben zu den Sachverständigen

Jochen Schelb ist durch die zuständige Landesbehörde als Sachverständiger nach § 29b BImSchG bundesweit bekanntgegeben. Weitere Details finden sich unter dem Internet-Link: <http://www.resymesa.de>.

### 1.3 Bewertungsmaßstab und Methodik

Auf Basis der betreibereigenen Dokumentation zur Anlagen-, Betriebs- und Störfallsicherheit (insbesondere Sicherheitsbericht [1] Nach § 9 StörfallV) und der Vor-Ort-Kenntnisse über das Störfallpotenzial wird der Standort im Lichte der Schutzziele des § 50 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) bzw. Art. 13 der Seveso III-Richtlinie 2012/18/EU (→ Überwachung der Ansiedlung / Land-use planning (LUP)) betrachtet und beurteilt.

Es werden die für die Nachbarschaft relevanten Störfallszenarien identifiziert, anhand derer die Betroffenheit im Lichte von § 50 BImSchG beurteilt und bewertet wird. Gegebenenfalls werden Maßnahmen zur Erzielung eines akzeptablen Reststörfallrisikos aus der Beurteilung abgeleitet. Orientierend am Leitfaden KAS-18 [16] werden für die Auswahl der Störfallablaufsznarien folgende Ereignisse und Randbedingungen zugrunde gelegt:

- Der spontane Verlust der größten zusammenhängenden Menge bzw. ein Behälterbersten wird in der Regel nicht unterstellt, da dies bei Einhaltung des Standes der Technik zu unwahrscheinlich ist. Vielmehr geschieht der Verlust kontinuierlich über ein Leck an einem Rohrleitungsanschluss oder einem Stutzen (Leckfläche im Regelfall: 490 mm<sup>2</sup> entsprechend einem Leck mit einem Durchmesser von 25 mm).
- Bei Lagerung in Fässern und Lagerung in Gasflaschen ist mit der Freisetzung des Inhalts eines Fasses oder einer Flasche zu rechnen.
- Bei Prozessanlagen und bei Lageranlagen ist davon auszugehen, dass Leckagen aus vorhandenen Rohrleitungen, Behältern, Sicherheitseinrichtungen etc. auftreten können.

Abweichungen vom KAS-18-Leitfaden werden im Einzelfall nachvollziehbar begründet.

Die Einzelfallbetrachtung beschränkt sich ausschließlich auf die Analyse und Beurteilung von störfallrelevanten Folgen außerhalb des Betriebsbereichs. Die Abstandsbeurteilung bezieht sich ausschließlich auf die Schutzziele gemäß § 50 BImSchG und auf das Schutzgut „Mensch“. Zur Beurteilung der Gefährdung werden die Toleranzwerte im KAS-18-Leitfaden [16] herangezogen.

Die Beurteilung der Abstandssituation bzw. der Notwendigkeit/Wirksamkeit von störfallbegrenzenden Maßnahmen geschieht gemäß der Empfehlung im KAS-18-Leitfaden [16] auf Basis einer mittleren Ausbreitungssituation mit einer indifferenten Temperaturschichtung und ohne Inversion. Als Windgeschwindigkeit wird die häufigste Windgeschwindigkeit für eine indifferente Temperaturschichtung verwendet.

Die Gefährdung durch toxische Brandgase bleibt für die Ermittlung von Abständen im Sinne von § 3 Abs. 5c BImSchG unberücksichtigt, insbesondere weil die Thermik im Brandfall zu einer Quellüberhöhung und die anschließende Schadstoff-Ausbreitung in höheren, in der Regel windstärkeren Lagen zu einer zügigen Konzentrationsverdünnung führt (→ Kamineffekt). Damit ist im Bodenbereich mit keinen gesundheitsgefährdenden Immissionen im Brandfall zu rechnen. Diese Vorgehensweise deckt sich auch mit dem KAS-18-Leitfaden [16]; darin heißt es unter Nr. 2.3 im Anhang 1: *„Die Erfahrung zeigt, dass bei Bränden toxische Effekte durch die Brandgase für die Bauleitplanung i. d. R. vernachlässigbar sind.“*

## 2 Einzelfallbetrachtung

### 2.1 Beschreibung des Standortes und seines Umfeldes

Der Betriebsbereich der GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH liegt im Ortsteil Ebenhausen-Werk der Gemeinde Baar-Ebenhausen und umfasst ein Areal von ca. 21 ha.

Die derzeitige räumliche Situation sowie die Anlagenbereiche mit gefährlichen Stoffen sind in Bild 1 und Bild 2 dargestellt. Im Anhang III und IV finden sich großformatigere Darstellungen.

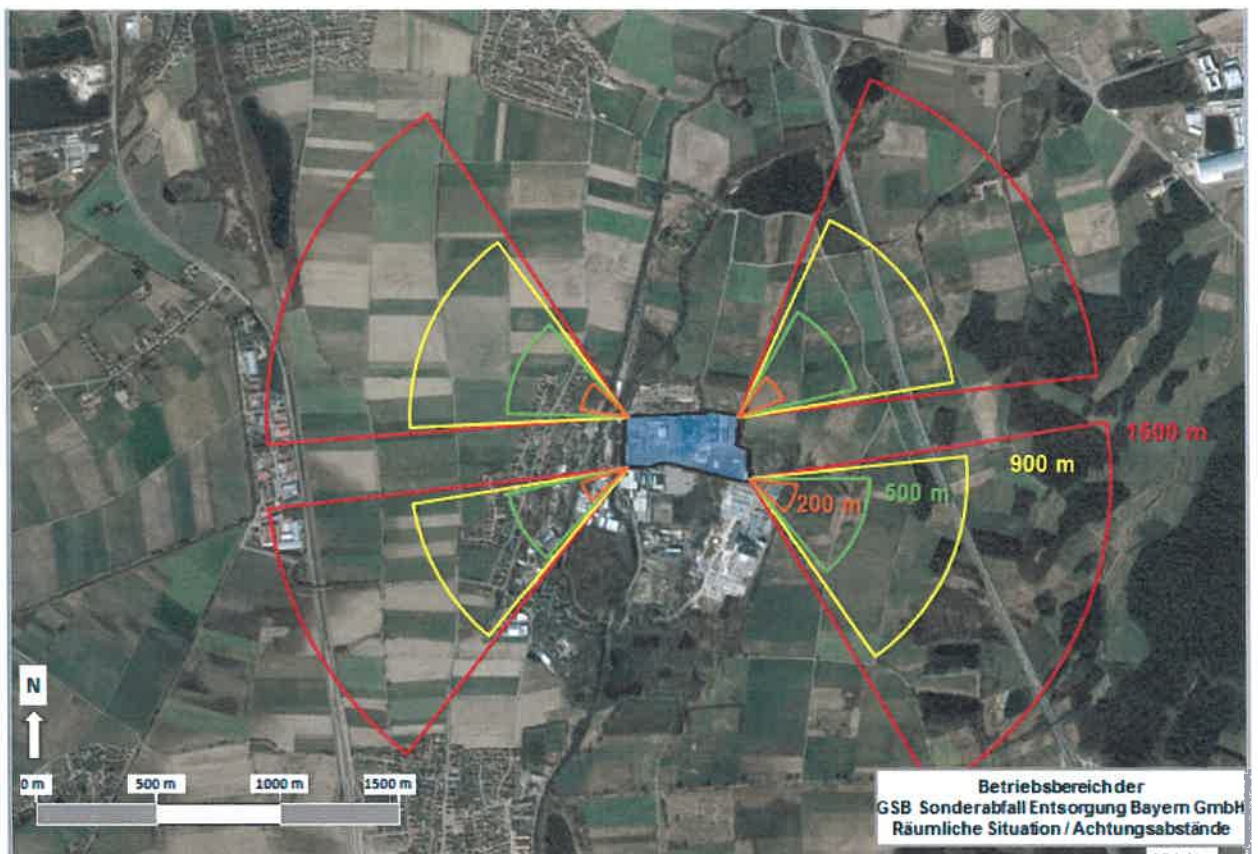


Bild 1: Betriebsbereich der GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH – Räumliche Situation / Achtungsabstände

In Bild 1 sind die Abstandsempfehlungen für die Bauleitplanung ohne weitere Detailkenntnisse gemäß KAS-18-Leitfaden dargestellt. Diese werden auch als Achtungsabstände bezeichnet. Für ausgewählte Stoffe wurden die Abstände exemplarisch im KAS-18 Leitfaden berechnet. Die ermittelten Abstände der jeweiligen Stoffe werden vier Abstandsklassen zugeordnet. Folgende Einteilung wurde festgelegt:

- Abstandsklasse I: 200 m
- Abstandsklasse II: 500 m
- Abstandsklasse III: 900 m
- Abstandsklasse IV: 1.500 m



Im Umfeld des Standortes befinden sich bis zu einer Entfernung von ca. 1.000 m von der Werksgrenze folgende schutzbedürftigen Objekte:

Tabelle 1: Schutzbedürftige Objekte im Umfeld des Standortes [1]

Bezeichnung	Entfernung [m]	Richtung
Wohnbebauung	400	westlich
Bundesautobahn A9 / E6	720	östlich
Bolzplatz	1.000	südwestlich
Freibad (Badeweiher)	1.000	südlich
Pichlersee	1.000	nördlich

Eine vollständige Auflistung weiterer Objekte, u.a. auch gewerblich-industrieller Anlagen, sind in Kapitel II des Sicherheitsberichtes enthalten.



Bild 2: Betriebsbereich der GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH – Freisetzungsorte der Leitstoffe

In Bild 2 sind die betrachtenden Anlagenbereiche für die Freisetzungsszenarien der Leitstoffe dargestellt.

Für die Freisetzung der leicht flüchtigen, giftigen Stoffe wurden sowohl die Bereiche des derzeitigen Standes (IST-Stand: grün markierte Anlagenbereiche) als auch die Änderungen durch das geplante Vorhaben (PLAN-Stand: rot markierte Anlagenbereiche) berücksichtigt.

Bei der Freisetzung von Thionylchlorid ergeben sich durch das geplante Vorhaben keine Änderungen bezüglich der Freisetzungsorte. Die Bereiche, in denen Thionylchlorid mit Wasser in Kontakt kommen kann, sind rot-grün markiert. Hierzu zählen auch die innerbetrieblichen Transportwege für Thionylchlorid.



Die Anlagen im Betriebsbereich dienen zur Beseitigung von Sonderabfällen. Die hierbei im Betriebsbereich eingesetzten gefährlichen Stoffe sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Gefährliche Stoffe im Betriebsbereich der GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH am Standort in Baar-Ebenhausen, [1]

Nr. Anhang I StörfallIV: 2017 / Gefahrenkategorie nach 2012/18/EU / Bezeichnung	Zustand	Bemerkung
1.1.1 H1 Sehr giftige Stoffe	flüssig / gasförmig	GZM ≤ 1 m <sup>3</sup> (keine Lagerung im Tanklagerbereich) Stoffkategorie entspricht Nr. 1 in Anhang I der StörfallIV [6]
1.1.2 H2 Giftige Stoffe	flüssig / gasförmig	GZM ≤ 100 m <sup>3</sup> (Lagerung auch im Tanklagerbereich); Stoffkategorie entspricht Nr. 2 in Anhang I der StörfallIV [6]
1.2.2 P2 Entzündbare Gase, Kat. 1 oder 2	gasförmig	GZM ≤ 0,8 m <sup>3</sup> (Druckgasflaschen, Ort: z.B. N20 ), Stoff-Nr. 8 in Anhang I der StörfallIV [6]
1.2.5.1 P5a Entzündbare Flüssigkeiten der Kat.1, entzündbare Flüssigkeiten der Kat. 2 oder 3, die auf einer Temperatur oberhalb ihres Siedepunktes gehalten werden. Andere Flüssigkeiten mit einem Flammpunkte von ≤60°C, bei denen besondere Verarbeitungsbedingungen wie hoher Druck oder hohe Temperatur zur Störfallgefahren führen können	flüssig	GZM ≤ 100 m <sup>3</sup> (Ort: u.a. Tanklager), Stoff-Nr. 8 in Anhang I der StörfallIV [6]
1.2.5.2 P5b entzündbare Flüssigkeiten der Kategorie 2 oder 3, bei denen besondere Verarbeitungsbedingungen wie hoher Druck oder hohe Temperatur zu Störfallgefahren führen können,	flüssig	GZM ≤ 100 m <sup>3</sup> (Ort: u.a. Tanklager), Stoffkategorie entspricht Nr. 7a in Anhang I der StörfallIV [6]

Nr. Anhang I StörfallIV: 2017 / Gefahrenkategorie nach 2012/18/EU / Bezeichnung	Zustand	Bemerkung
1.2.5.3 P5c Entzündbare Flüssigkeiten der Kat. 2 oder 3	flüssig	GZM ≤ 100 m <sup>3</sup> (Ort: u.a. Tanklager), Stoffkategorie entspricht Nr. 7b in Anhang I der StörfallIV [6]
1.2.6.1 P6a Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische Typ A oder B, oder organische Peroxide Typ A oder B	flüssig/fest	GZM ≤ 0,2 m <sup>3</sup> (Ort: R23 Peroxidlager), Stoff-Nr. 5 in Anhang I der StörfallIV [6]
1.2.6.2 P6b Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische Typ C, D, E oder F, oder organische Peroxide Typ C, D, E oder F	flüssig/fest	GZM ≤ 0,2 m <sup>3</sup> (Ort: R23 Peroxidlager), Stoff-Nr. 5 in Anhang I der StörfallIV [6]
1.2.7 P7 Pyrophore Flüssigkeiten Kat. 1 oder pyrophore Feststoffe Kat. 1	flüssig/fest	GZM ≤ 0,2 m <sup>3</sup> (Ort: R24, Annahme Ost), Stoff-Nr. 5 in Anhang I der StörfallIV [6]
1.3.1 E1 Gewässergefährdend, Kat. Akut 1 oder Chronisch 1	flüssig	GZM ≤ 100 m <sup>3</sup> (Ort: u.a. Tanklager) Stoffkategorie entspricht Nr. 9a in Anhang I der StörfallIV [6]
1.3.2 E2 Gewässergefährdend, Kat. Chronisch 2	flüssig	GZM ≤ 100 m <sup>3</sup> (Ort: u.a. Tanklager), Stoff-Nr. 9b in Anhang I der StörfallIV [6]
1.4.1 O1 Stoffe oder Gemische mit dem Gefahrenhinweis EUH014	flüssig	GZM ≤ 0,12 m <sup>3</sup> (Ort: R23, W-Raum; P20, Sonderchargenstation), Stoff-Nr. 10a in Anhang I der StörfallIV [6]
1.4.2 O2 Stoffe oder Gemische, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln, Kat. 1	flüssig	GZM ≤ 0,2 m <sup>3</sup> (Ort: R23, W-Raum; P20, Sonderchargenstation), Stoff-Nr. 10a in Anhang I der StörfallIV [6]
1.4.3 O3 Stoffe oder Gemische mit Gefahrenhinweis EUH029	flüssig	GZM ≤ 0,12 m <sup>3</sup> (Ort: R23, W-Raum; P20, Sonderchargenstation), Stoff-Nr. 10b in Anhang I der StörfallIV [6]

Nr. Anhang I StörfallIV: 2017 / Gefahrenkategorie nach 2012/18/EU / Bezeichnung	Zustand	Bemerkung
2.3 Erdölerzeugnisse und alternative Kraftstoffe	flüssig	GZM ≤ 86.000 kg (Hilfsmedienversorgung (Heizöl)), Stoffkategorie entspricht Nr. 13 in Anhang I der StörfallIV [6]
2.4 Acetylen	gasförmig	GZM ≤ 200 l (Ort: S16, Labor; P24, Gitterbox mit Gasflaschen; R13, Dieseltankstelle) Stoff-Nr. 14 in Anhang I der StörfallIV [6]
2.38 Sauerstoff	gasförmig	GZM ≤ 56 kg (Ort: S16, Labor), Stoff-Nr. 34 in Anhang I der StörfallIV [6]
2.44 Wasserstoff	gasförmig	GZM ≤ 0,3 kg (Ort: S16, Labor), Stoff-Nr. 38 in Anhang I der StörfallIV [6]

In der Anlage werden feste, pastöse, schlammige oder flüssige brennbare bzw. verbrennbare Stoffe, wässrige Flüssigstoffe geringen Heizwertes und unterschiedlichen Verdünnungsverhaltens sowie Sonderchargen verschiedenster Spezifikation einschließlich Gasen von Kunden und von Sammelstellen der GSB angeliefert.

Die Anlieferung erfolgt per LKW, Saugwagen und per Silofahrzeug. Flüssige Abfälle gelangen ins Tanklager, Gebinde mit Abfällen unter anderem ins Fasslager oder zur Fassbehandlung, Sonderchargen gelangen zur Abstellfläche oder direkt zur Sonderchargenstation. Feste, pastöse oder schlammige Abfälle gelangen in den Müllbunker. Bevor die Abfälle der Verbrennung zugeführt werden, erfolgt ggf. noch eine Behandlung, z.B. in der Fassbehandlung, oder der Zerkleinerungsanlage. Die Abfälle werden den Drehrohröfen bzw. den Nachbrennkammern der beiden Verbrennungslinien über die Feststoffaufgabe, die Gebindeaufgabe, die Beschickung mit pastösen Stoffen oder die Flüssigstoffbeschickung zugeführt und verbrannt. Die Verbrennung erfolgt im Normalbetrieb bei Temperaturen von ca. 1200°C.

## 2.2 Identifikation der raumplanungsrelevanten Störfallszenarien

Die Analyse der in der betreibereigenen Dokumentation zur Anlagen-, Betriebs- und Störfallsicherheit beschriebenen sicherheitsrelevanten Anlagen/Einrichtungen (SRB/SRA) ergibt, dass das raumplanungsrelevante Störfallpotenzial am Standort durch die gefährlichen Stoffe in Tabelle 3 repräsentiert wird.

Tabelle 3: Gefährliche Stoffe am GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH mit raumplanerischer Relevanz im Sinne von § 50 BImSchG bzw. Art. 13 der Seveso III-Richtlinie

2012/18/EU [11]

Leitstoff (Nr. nach Anhang I StörfallIV [6])	Abstandsklasse / Achtungsabstand nach KAS-18/KAS-32 ohne Detailkenntnisse (Gefährdungsart)	Bemerkung / Bewertung
Phosphortrichlorid Nr. 1.1.2 H2 – Akut toxisch	AK I nach Gefahrenindex (GI)  ohne Wasserkontakt AK I: $GI_{PCl_3} = 0,042$ bar/ppm (toxische Einwirkung)	Großflächige Lachenverdunstung von leicht flüchtigen giftigen Stoffen
Thionylchlorid Nr. 1.4.3 O 3 mit Gefahrenhinweis EU 029	ohne Wasserkontakt AK II: 500 m / 500 m (toxische Einwirkung von Thionylchlorid)  mit Wasserkontakt: AK III: 900 m / 837 m (toxische Einwirkung von HCl und SO <sub>2</sub> )	Freisetzung saurer Schadgase aus Reaktion von mit Wasser reagierenden Stoffen

Gemäß Abschnitt 7.4 des KAS-32 Leitfadens („Stofflich nicht hinreichend bestimmte Genehmigungen“) ist die Festlegung eines Referenzstoffes notwendig. Dieser ist den Berechnungen nach Leitfaden KAS-18 zugrunde zu legen.

Als Referenzstoff für Flüssigkeiten wird dann für die Berechnung des angemessenen Sicherheitsabstandes in der Regel Acrolein zugrunde gelegt, als Referenzstoff für Gase wird Chlor zugrunde gelegt.

Falls der Referenzstoff aufgrund von rechtlichen Beschränkungen ausgeschlossen ist, ist im Einzelfall ein anderer Referenzstoff festzulegen. Der Referenzstoff wird anhand des Gefahrenindex (Verhältnis von Dampfdruck in bar zu Beurteilungswert in ppm) aus der Gesamtheit aller in der ERPG-Liste genannten Stoffe ermittelt. Es ist der Stoff mit dem höchsten Gefahrenindex für Flüssigkeiten und Gase auszuwählen.

Aus den Angaben des Sicherheitsberichtes von 2013 (Hinweis: die letzte Prüfung des Sicherheitsberichtes – Stand: 12/2009 - fand im März 2012 durch die Regierung von Oberbayern statt), sind für die Bereiche der Gebindelager- und Bereitstellungsflächen in der Arbeitsanweisung „Ermittlung des MHI-Wertes“ [31] Annahmekriterien aufgeführt. In der Arbeitsanweisung wird beschrieben, dass Stoffe mit einem MHI-Wert (Material Hazard Index: Verhältnis von Dampfdruck (mbar) zu ERPG-2-Wert oder vergleichbarem Beurteilungswert (ppm)) von mehr als 30 mbar/ppm eine weitere Betrachtung notwendig ist bzw. die Annahme nicht erfolgen kann. Nach der gegenwärtig vorhandenen Arbeitsanweisung aus dem Januar 2010 ist für das Thionylchlorid eine weitere Betrachtung notwendig. Die Arbeitsanweisung ist anzupassen, so dass Thionylchlorid in Gebindegrößen nur bis 120 Liter angenommen werden kann.

Im Bereich des Tanklagers ist ein MHI-Wert von maximal 5 mbar/ppm als Annahmekriterium einzuhalten.

In Anhang 1, Abschnitt 3 des KAS-18 Leitfadens ist dokumentiert, dass für andere Stoffe des Anhangs I der Störfall-Verordnung entsprechend ihrer physikalischen und toxischen Eigenschaften mittels so genannter Gefahrenindizes (GI) eine Orientierung an den entsprechenden Leitstoffen vorgenommen werden kann.

Das Gefahrenpotential eines im Störfall freigesetzten Stoffes wird im Wesentlichen durch seine Toxizität und einen geeigneten Parameter für seine Flüchtigkeit, wie z.B. den Dampfdruck bestimmt. Die Toxizität lässt sich durch den Störfall-Beurteilungswert, wie z.B. den ERPG-2-Wert ausdrücken. Das bedeutet, dass das Gefahrenpotential umso höher ist, je höher der Dampfdruck und je kleiner der Störfall-Beurteilungswert ist.

Im KAS-18 Leitfaden wird der Quotient aus Dampfdruck und ERPG-2-Wert herangezogen.

$$GI = p_d / ERPG-2 \text{ [bar/ppm]}$$

Abhängig von dem Gefahrenindex wird die Abstandsklasse nach KAS-18 ermittelt und ein Achtungsabstand ohne weitere Detailkenntnisse festgelegt.

Tabelle 4: Festlegung der Abstandsklasse bzw. Achtungsabstand in Abhängigkeit des Gefahrenindex

Gefahrenindex [bar/ppm]	Abstandsklasse	Achtungsabstand [m]
GI < 0,05	I	200
0,05 ≤ GI < 0,08	II	500
0,08 ≤ GI < 1,0	III	900
GI ≥ 1,0	IV	1.500

Einordnung Annahmekriterium im Sicherheitsbericht zu dem KAS-18 Leitfaden:

Der Gefahrenindex für die Annahme von Abfällen im Bereich von Gebindelager- und Bereitstellungsflächen liegt bei 30 mbar/ppm, dies entspricht 0,03 bar/ppm nach KAS-18 Leitfaden. Für den Bereich der Tanklager gilt somit entsprechend ein GI von 0,005 bar/ppm nach KAS-18 Leitfaden.

Tabelle 5: Einordnung des Gefahrenindex bei GSB bezogen auf die Annahmekriterien in die Festlegung der Abstandsklasse bzw. Achtungsabstand in Abhängigkeit des Gefahrenindex nach KAS-18

Gefahrenindex [bar/ppm]	Abstandsklasse	Achtungsabstand [m]
GI <sub>GSB, Tanklager</sub> < 0,005	I	200
GI <sub>GSB, Stückgut</sub> < 0,03	I	200
GI < 0,05	I	200
0,05 ≤ GI < 0,08	II	500
0,08 ≤ GI < 1,0	III	900
GI ≥ 1,0	IV	1.500

Als Referenzstoffe für die Ermittlung des angemessenen Abstandes für toxische Stoffe der Abstandsklasse I aus dem KAS-18 Leitfaden kommt somit nur Acrylnitril als Flüssigkeit in Frage.

Tabelle 6: Stoffdaten Acrylnitril zur Ermittlung des Gefahrenindex

Stoff	Dampfdruck bei 20 °C [mbar]	ERPG-2- Wert (ppm)	GI [bar/ppm]
Acrylnitril	115	35	0,0033

Als Referenzstoff kann Acrylnitril nicht als abdeckend betrachtet werden, da der stoffspezifische GI mit 0,0033 bar/ppm nur ca. 10 % des Annahmekriteriums entspricht.



Als abdeckender Referenzstoff wird Phosphortrichlorid für die weiteren Berechnungen verwendet. Der GI liegt geringfügig über dem Annahmekriterium für Abfälle im Bereich von Gebindelager- und Bereitstellungsflächen, liegt jedoch noch in der Zuordnung zur Abstandsklasse I nach dem KAS 18-Leitfaden.

Tabelle 7: Stoffdaten Phosphortrichlorid zur Ermittlung des Gefahrenindex

<b>Stoff</b>	<b>Dampfdruck bei 20 °C [mbar]</b>	<b>ERPG-2- Wert (ppm)</b>	<b>GI [bar/ppm]</b>
Phosphortrichlorid	128,2	3	0,043

Phosphortrichlorid reagiert heftig mit Wasser und entwickelt dabei giftige Gase (HCl, Phosphoriger Säure und Phosphonsäure).

Auf Basis der örtlichen Lage (siehe Bild 1 und Bild 2 bzw. Anhang III/IV) und der gefährlichen Leitstoffe in Tabelle 3 sind besonders die Szenarien mit den Stoffen „Thionylchlorid“ (wasserreaktive Substanz), sowie den leicht flüchtigen, giftigen Stoffen (z.B. Phosphortrichlorid) raumplanungsrelevant, wenn diese bei einem Ereignis freigesetzt und über den Luftpfad ausgebreitet werden. Zum anderen weist der Standort auch ein Brand- und Explosionspotenzial auf, da diverse entzündbare Stoffe eingesetzt werden, u. a. Methanol. Gefährliche Stoffe mit Brand- und Explosionspotenzial ergeben gemäß den KAS-18-Konventionen für Szenarien ohne Detailkenntnisse keine gefährlichen Auswirkungsradien größer als 130 m. Da entzündbare Stoffe in sehr vielen sicherheitsrelevanten Anlagenbereichen am Standort vorhanden sind und zu erwarten ist, dass das Vorhandensein von Thionylchlorid und Phosphortrichlorid gefahrenabdeckende LUP-Auswirkungen bei den Einzelfallszenarien mit Detailkenntnissen nach sich ziehen, werden vereinfachend Brand- und Explosionsgefahren pauschal mit einem (Achtungs-)Abstand von 200 m zu den SRB/SRA angesetzt, d. h. der angemessene Sicherheitsabstand (der Einzelfälle mit Detailkenntnissen) entspricht dem KAS 18-Achtungsabstand nach (→ Abstandsklasse AK I).

Zusammenfassend können in Orientierung an den Leck-Konventionen im KAS-18 [16] die in Tabelle 8 aufgeführten Störfallszenarien identifiziert werden, welche für den hier betrachteten Betriebsbereich repräsentativ und angemessen gefahrenabdeckend sind.

**Tabelle 8 Störfall-/Freisetzungsszenarien im Betriebsbereich der GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH die repräsentativ und gefahrenabdeckend für die Raumplanung im Sinne von § 50 BImSchG sind**

Nr.	Anlagenbereich	Leitstoff	Störfallszenario und Begründung
1	S20/I Fläche für die Lagerung von Sonderschichten S20/II 1 S20/II 2 Lagerfläche S25 Fassbehandlungsanlage mit Abfallzerkleinerungsanlage S27, S 28 Fasszwischenlager S29 Neue Lagerfläche für feste und flüssige Abfälle R23 Stückgutabstellfläche S 21, S 23, S 24 Tanklager I-IV	Leicht flüchtige, giftige Stoffe (Phosphor-trichlorid)	Während des Lagerbetriebes kommt es ursachenunabhängig auf einer Bereitstellungsfläche (Annahmekriterium: MHI ≤ 30 mbar/ppm) zu einem Leck von 490 mm <sup>2</sup> (→ KAS-18-Konventionleck) an einem Transportbehälter (1 m <sup>3</sup> IBC) und es wird Phosphor-trichlorid freigesetzt. Nach spätestens 10 Minuten wird der Stoffaustritt unterbrochen. Eine Reaktion mit Wasser bzw. Luftfeuchtigkeit wird für dieses Szenario nicht angenommen.

Nr.	Anlagenbereich	Leitstoff	Störfallszenario und Begründung
2	S18 Probenahmerinne und innerbetriebliche Transportwege	Thionylchlorid	<p>Im Rahmen des Transportes eines Thionylchlorid-Fasses kommt es an der Probenahmerinne im Freien ursachenunabhängig zu einem Leck von 80 mm<sup>2</sup> (→ Minimalannahme nach KAS-18) bzw. 490 mm<sup>2</sup> (→ KAS-18-Konventionsleck) an einem 120 Liter Fass und es wird flüssiges Thionylchlorid freigesetzt. Gleichzeitig wird ein Regenerereignis unterstellt. Das Thionylchlorid reagiert sofort mit dem Wasser. Die Leckage wird durch das anwesende Anlagenpersonal erkannt und von der alarmierten Werkfeuerwehr geschlossen, so dass nach insgesamt 10 Minuten keine Freisetzung mehr stattfindet.</p> <p><u>Bemerkung:</u> Die Probennahmerinne ist eine Freianlage und nicht vor Regen geschützt;</p>

## 2.3 Auswirkungen der Störfallszenarien mit leicht flüchtigen giftigen Stoffen

### 2.3.1 Sachstand und Randbedingungen zu den Szenarien

#### 2.3.1.1 Beschaffenheit und Ausrüstung

Die Anlieferung der Abfälle erfolgt per LKW. Die Erfassung der Menge erfolgt an der Waage durch Differenzwiegung. Der Inhalt an flüssigen, festen oder pastösen Industrieabfällen erfolgt über die nach Abfallnachweis-Verordnung vorgeschriebene Weise. Jedes Behältnis von Kundenanlieferungen in Gebinden wird nach der Verwiegung an der Südseite des Betriebsgeländes zur „Annahme Ost“ weitergeleitet. Jedes Behältnis wird entsprechend der Inhaltsstoffe und des Entsorgungsweges vom Laborpersonal mittels Farbmarkierung gekennzeichnet. Dieser Vorgang ist über eine Arbeitsanweisung geregelt.

Die max. Gebindegröße für leicht flüchtige giftige Stoffe beträgt 1,0 m<sup>3</sup> (IBC). Für diese Gebindegröße gilt ein Annahmekriterium von maximal 30 mbar/ppm für die Abfälle. Erfolgt eine Einlagerung von leicht flüchtigen giftigen Stoffen in das Tanklager, so gilt ein Annahmekriterium von maximal 5 mbar/ppm.

Als potentielle Freisetzungsorte für Gebinde ≤ 1 m<sup>3</sup> mit leicht flüchtigen giftigen Stoffen kommen insbesondere die Gebindelager, die Bereitstellungsflächen sowie die Sonderchargenstation in Frage.

### 2.3.1.2 Stoffbeschreibung der leicht flüchtigen, giftigen Stoffen am Beispiel Phosphortrichlorid

Phosphortrichlorid ( $\text{PCl}_3$ ) ist eine farblose Flüssigkeit mit einem stechenden Geruch. Phosphortrichlorid ist nicht brennbar, es zersetzt sich in Wasser und bildet dabei giftige Gase (Chlorwasserstoff, phosphorige Säure und Phosphonsäure).  $\text{PCl}_3$  ist leicht flüchtig. Es besteht Lebensgefahr beim Verschlucken oder Einatmen, es kann bei längerer oder wiederholter Exposition die Organe schädigen. Außerdem verursacht es schwere Verätzungen der Haut und führt zu schweren Augenschäden.

Die Stoffeigenschaften von Phosphortrichlorid sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tabelle 9: Stoffeigenschaften von Phosphortrichlorid

Stoffeigenschaften / Kenndaten	Einheit	Phosphortrichlorid	Quelle
<u>Identifikation</u>			
Chemische Formel	-	$\text{PCl}_3$	[14]
CAS-Nr.	-	7719-12-2	[14]
<u>physikalisch-chemische Daten</u>			
Molare Masse	kg/kmol	137,33	[14]
Siedepunkt bei 1,013 bar	°C	76	[14]
Flüssigkeitsdichte bei Sättigung bei 20 °C	kg/m <sup>3</sup>	1.575,6	[20]
Dampfdruck bei 20 °C	bar	0,128	[20]
Verdampfungsenthalpie am Siedepunkt	kJ/kg	235,91	[20]
spez. Wärmekapazität der Flüssigkeit bei 20 °C	kJ/(kg K)	0,847	[20]
<u>Toxikologische Grenzwerte/Beurteilungswerte / Sonstiges</u>			
AGW-Wert	ppm mg/m <sup>3</sup>	0,1 0,57	[14]
AEGL-2-Wert, 60 min (Final)	ppm mg/m <sup>3</sup>	2,0 11,42	[27]
AEGL-3-Wert, 60 min (Final)	ppm mg/m <sup>3</sup>	5,6 32,0	[27]
ERPG-2-Wert	ppm mg/m <sup>3</sup>	3 17,7	[2]
ERPG-3-Wert	ppm mg/m <sup>3</sup>	15 85,7	[2]

Stoffeigenschaften / Kenndaten	Einheit	Phosphortrichlorid	Quelle
GHS-Gefahrenhinweise - H-Sätze nach 1272/2008	-	H 300+H 330, H 373, H 314 EU 014, EU 029	[14]
Wassergefährdungsklasse (WGK)	-	1	[14]

### 2.3.2 Auswirkungspotenzial und Szenarienauswahl

Die Freisetzung von Phosphortrichlorid kann folgende Auswirkungen nach sich ziehen:

- Ausbildung einer Phosphortrichlorid-Lache mit anschließender Lachenverdunstung und Ausbreitung der Phosphortrichlorid-Dämpfe als Schadstoffwolke (Gasausbreitung, Gefährdungsart: toxische Einwirkung). Das Vorhandensein von Wasser wird für dieses Szenario nicht unterstellt. Eine Reaktion von Phosphortrichlorid mit Wasser findet nicht statt.

Die Ereignisse „Explosion“ und „Brand“ sind bei Phosphortrichlorid ausgeschlossen.

Die Freisetzung wird im Bereich der Bereitstellungsflächen angenommen, da diese eine Freianlage darstellen und sich auf der Ableitfläche eine zusammenhängende Lache ausbilden kann.

### 2.3.3 Auswirkung der Phosphortrichlorid-Freisetzung

#### 2.3.3.1 Freisetzungs-/Quellrate

##### 2.3.3.1.1 Freisetzungsrate

Phosphortrichlorid wird als Flüssigkeit unterhalb ihres Siedepunkts gehandhabt. Die Freisetzungsrate von Flüssigphase aus einem Leck kann mit Hilfe der Bernoulli-Gleichung ermittelt werden:

$$\dot{m}_{fl} = C_D \cdot A \cdot \sqrt{2 \rho (p_0 - p_u)} \quad (1)$$

Dabei sind:

- $C_D$  : Ausflussziffer, 0,62 bei scharfkantiger, runder Öffnung, gemäß AD-Merkblatt [28] bzw. Konvention gemäß Kap. 3.2/Anhang 1 im KAS-18-Leitfaden
- $A$  : Leckfläche / Fläche der Austrittsöffnung: Konventionsleck nach KAS-18: 490 mm<sup>2</sup>
- $\rho$  : Dichte der Flüssigphase im Behälter bei Prozesstemperatur, siehe Tabelle 14
- $p_u$  : Umgebungsdruck: 1013,25 mbar, abs.
- $p_0$  : Prozessdruck vor dem Leck: hydrostatischer Überdruck durch max. Füllhöhe im IBC (ca. 1,0 m)
- $g$  : Erdbeschleunigung: 9,81 m/s<sup>2</sup>

Auf Basis obiger Parameter ergibt Gl. (2) die Ausströmraten und die im Freisetzezeitraum von 10 min freigesetzte Mengen an Phosphortrichlorid in Tabelle 10.

Tabelle 10: Ausströmrates und im Freisetungszeitraum freigesetzte Menge an Phosphortrichlorid

Leckgröße	Ausströmrates	freigesetzte Menge
490 mm <sup>2</sup>	2,12 kg/s	1.272 kg

Nach Kap. 3.2 des KAS-18 Leitfadens ist bei der Lagerung von Transportgebunden mit der Freisetzung des gesamten Inhaltes zu rechnen. Dies entspricht bei einem 1 m<sup>3</sup> PCl<sub>3</sub> einer Masse von 1.580 kg.

Der verdunstende Massenstrom aus der sich im Freisetungszeitraum ausbreitenden Lache wird mittels der Methodik in Kap.1.1 im Anhang 3 des KAS-18-Leitfadens bzw. mit dem Programm ProNuSs [20] berechnet. Tabelle 11 fasst die zugrunde gelegten Eingangsparameter zusammen.

Tabelle 11: Parameter für die Verdunstung aus einer sich ausbreitenden Phosphortrichloridlache

Parameter	Wert	Bemerkung
Produkt-/ Umgebungstemperatur	20°C	
Lachenausbreitung	ungehindert, begrenzt auf max. 200 m <sup>2</sup>	1.000 Liter Austritt von PCl <sub>3</sub> , Schichtdicke 5 mm (ergibt eine maximale Lachenfläche von 200 m <sup>2</sup> )
Bodenuntergrund	Beton	
minimale Lachentiefe	5 mm	
Bodentemperatur	20 °C	
Windgeschwindigkeit	3,0 m/s	gemäß KAS-18-Konvention
Stoffübergangsmodell	Mackay / Matsugu	gemäß KAS-18-Konvention
Lachenausbreitungsmodell	Briscoe/Shaw	gemäß KAS-18-Konvention
Sonneneinstrahlung	1 kW/m <sup>2</sup>	gemäß KAS-18-Konvention
Leckgröße	490 mm <sup>2</sup>	
Lachenzustromrate	2,12 kg/s	
Verdunstungsrate		
maximal	0,5 kg/s	nach ca. 600 s
Mittelwert (0...30 min)	0,33 kg/s	verdampfte Masse: 595 kg
Mittelwert (0...10 min)	0,29 kg/s	verdampfte Masse: 175 kg



Zusammenfassend ergeben sich die Emissionsverläufe in Tabelle 12 für die Ausbreitungsrechnung.

Tabelle 12: Phosphorchlorid-Emissionsverlauf für die Ausbreitungsrechnung

Situation	Emission		Bemerkung
	Dauer	Rate	
490 mm <sup>2</sup> -Leck an einem IBC mit PCl <sub>3</sub>	0 – 1 min	0,04 kg/s	
	1 – 2 min	0,11 kg/s	
	2 – 3 min	0,16 kg/s	
	3 – 4 min	0,22 kg/s	
	4 – 5 min	0,27 kg/s	
	5 – 6 min	0,31 kg/s	
	6 – 7 min	0,37 kg/s	
	7 – 8 min	0,43 kg/s	
	8 – 9 min	0,45 kg/s	
	9 – 10 min	0,48 kg/s	
10 – 30 min	0,10 kg/s		

### 2.3.3.2 Ausbreitung der Schadstoffwolke

Phosphortrichlorid stellt mit einem Molekulargewicht von 137 kg/kmol ein Schwergas dar. Dennoch ist bei der Verdunstung aus einer nicht-siedenden Lache in der Regel nicht damit zu rechnen, dass die entstehende Schadstoffwolke ein ausgeprägtes Schwergasverhalten aufweist. Die Lachenverdunstung setzt eine intensive Vermischung mit der Umgebungsluft voraus, so dass daraus eine erhebliche Verdünnung der Phosphortrichlorid-Dämpfe während des Stoffübertritts in die Atmosphäre resultiert.

Gleichwohl stellt das Ausbreitungsverhalten der freigesetzten Phosphortrichlorid-Dämpfe einen komplexen Vorgang dar, insbesondere weil das Phosphortrichlorid aufgrund seiner Reaktivität sich in der Luft nicht chemisch inert verhält. Das verdunstete Phosphortrichlorid reagiert mit der Luftfeuchtigkeit zu Chlorwasserstoff, phosphorige Säure und Phosphonsäure und bildet Aerosole bestehend aus Schadgasen (→ HCl, P(OH)<sub>3</sub>, HPO(OH)<sub>2</sub>-Dämpfe) und flüssigen Tröpfchen aus Salzsäure und Phosphorsäure. Deshalb wird mit einem anfänglichen Schwergasverhalten gerechnet; zur Abschätzung der Schwergas-Driftweiten wird das Modell nach VDI 3783-2 verwendet, das die Schwergasausbreitung bis zu einem Kopplungspunkt berechnet (→ Übergang von Schwergas- zum Neutralgas-Ausbreitungsverhalten).

Die Auswirkungen der weiteren Ausbreitung der Schadstoffwolke werden anhand von Ausbreitungsrechnungen mit Hilfe des Modells nach VDI 3783-1 [25] (passive Neutralgas-Ausbreitung) ermittelt. In Tabelle 13 sind alle für die Ausbreitungsrechnung verwendeten Parameter zusammengestellt.

Tabelle 13: Parameter für die Ausbreitungsrechnung nach VDI 3783-1 – Phosphortrichlorid-Freisetzung bei mittlerer Ausbreitungssituation

Parameter	Werte	Bemerkung
Leckstelle	Bereitstellungsfläche S 25	-
Leckgröße	490 mm <sup>2</sup>	
Max. Emissionsmassenstrom	0,48 kg/s	Instationärer Massenstrom aus der Berechnung der Verdunstungsrate übernommen
Emissionsdauer	1800 s	
Quellversatz / Kopplungspunkt	13 m	VDI 3783-2-Kopplungspunkt / Ausbreitungsgebiet „IXX - Lockere Bebauung Typ I“ (→ KAS-18 Konvention)
Quellhöhe	0 m	
Ausbreitungsklasse (TA Luft)	III/1 / III/2 (indifferent)	KAS-18 Konvention
Windgeschwindigkeit	3,0 m/s	KAS-18 Konvention
Inversion	nein	-
Rauhigkeitsklasse / Rauhigkeitslänge $z_0$	5 / 1,2 m	urbanes, bebautes Gelände
Aufpunkthöhe	1,5 m	-

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung und deren Bewertung werden im nachfolgenden Abschnitt 2.3.3.3 dargestellt.

### 2.3.3.3 Immissionssituation

Bild 3 zeigt die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen in Abhängigkeit von der Entfernung zwischen Freisetzungsort und dem Aufpunkt in Ausbreitungsrichtung im Freien.

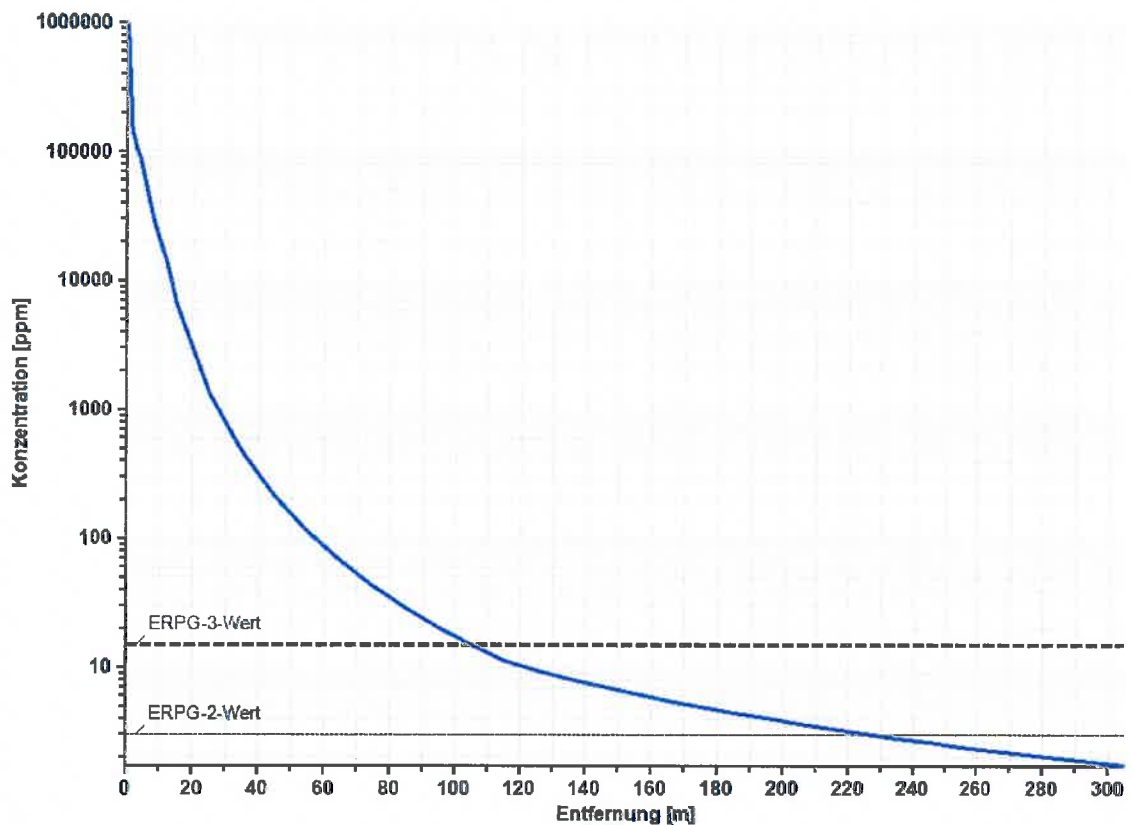


Bild 3: Konzentration von Phosphortrichlorid in Abhängigkeit von der Entfernung

Aus Bild 3 lassen sich folgende Schlüsse ableiten:

- In Bezug auf eine Gesundheitsgefährdung ergibt sich ein Gefährdungsradius von ca. 230 m (→ Unterschreitung des ERPG-2-Wertes).
- Eventuell letale Konzentrationen (→ Überschreitung des ERPG-3-Wertes) bleiben auf einen Bereich kleiner ca. 110 m beschränkt.

Als angemessener Mindestabstand im Sinne von § 50 BImSchG werden konservativ 230 m (Schwergaskopplung nach VDI 3783-2) für zukünftige raumplanerische Bauvorhaben abgeleitet.

## 2.4 Auswirkungen der Störfallszenarien mit Thionylchlorid

### 2.4.1 Sachstand und Randbedingungen zu den Szenarien

#### 2.4.1.1 Beschaffenheit und Ausrüstung

Für die Anlieferung von Thionylchlorid-Abfällen gilt die gleiche Vorgehensweise wie in Kap. 2.3.1.1 beschrieben.

Die Anlieferung der Abfälle erfolgt per LKW. Die Erfassung der Menge erfolgt an der Waage durch Differenzwiegung. Der Inhalt an flüssigen, festen oder pastösen Industrieabfällen erfolgt über die nach Abfallnachweis-Verordnung vorgeschriebene Weise. Jedes Behältnis von Kundenanlieferungen in Gebinden wird nach der Verwiegung an der Südseite des Betriebsgeländes zur „Annahme Ost“ weitergeleitet. Jedes Behältnis wird entsprechend der Inhaltsstoffe und des Entsorgungsweges vom Laborpersonal mittels Farbmarkierung gekennzeichnet. Dieser Vorgang ist über eine Arbeitsanweisung geregelt.

Die max. Gebindegröße für Thionylchlorid beträgt 120 Liter (Fass).

Als potentielle Freisetzungsorte für Thionylchlorid kommen die Probenahmerinne sowie die innerbetrieblichen Transportwege in Frage.

#### 2.4.1.2 Stoffbeschreibung zu Thionylchlorid, Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid

Thionylchlorid (Schwefligsäuredichlorid,  $\text{SOCl}_2$ ) ist eine farblose, an feuchter Luft rauchende Flüssigkeit, die bei höheren Temperaturen in Schwefeldioxid, Chlor und Schwefeldichlorid zerfällt. Thionylchlorid reagiert mit Wasser heftig unter Bildung der giftigen Gase  $\text{SO}_2$  und  $\text{HCl}$ . Die Stoffeigenschaften von Thionylchlorid sowie der Gase  $\text{SO}_2$  und  $\text{HCl}$ , welche für die Beurteilung des Störfallpotenzials zugrunde gelegt werden, sind in Tabelle 14 zusammengestellt.

Tabelle 14: Stoffeigenschaften von Thionylchlorid, Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid

Stoffeigenschaften / Kenndaten	Einheit	Thionyl- chlorid	Chlor- wasserstoff	Schwefel- dioxid	Quelle
<u>Identifikation</u>					
Chemische Formel	-	$\text{SOCl}_2$	$\text{HCl}$	$\text{SO}_2$	-
CAS-Nr.	-	7719-09-7	7647-01-0	7446-09-5	-
<u>physikalisch-chemische Daten</u>					
Molare Masse	kg/kmol	119,0	36,5	64,1	-
Siedepunkt bei 1,013 bar	°C	76	-85,1	-10	[14]
Flüssigkeitsdichte bei Sättigung bei 20 °C	kg/m <sup>3</sup>	1640	836	1382	[14]
Dampfdruck bei 20 °C	bar, abs.	0,130	42,6	3,3	[14]

Stoffeigenschaften / Kenndaten	Einheit	Thionyl- chlorid	Chlor- wasserstoff	Schwefel- dioxid	Quelle
Verdampfungsenthalpie am Siedepunkt	kJ/mol	36,1	17,43	25,72	[20]
spez. Wärmekapazität der Flüssigkeit bei 20 °C	kJ/(kg K)	1,0	2,4	1,4	[20]
<b>Toxikologische Grenzwerte/Beurteilungswerte / Sonstiges</b>					
AGW-Wert	ppm mg/m <sup>3</sup>	n. b.	2 3	1 2,5	[14]
AEGL-2-Wert, 30 min (Status: interim (SOCl <sub>2</sub> ) bzw. final (HCl, SO <sub>2</sub> ))	ppm mg/m <sup>3</sup>	3 14,6	43 65	0,75 1,95	[27]
AEGL-3-Wert, 30 min (Status: interim (SOCl <sub>2</sub> ) bzw. final (HCl, SO <sub>2</sub> ))	ppm mg/m <sup>3</sup>	17 82,8	210 313	30 78	[27]
ERPG-2-Wert	ppm mg/m <sup>3</sup>	3 16,8	20 30	3 8	[2]
ERPG-3-Wert	ppm mg/m <sup>3</sup>	15 84	150 223,5	25 66	[2]
GHS-Gefahrenhinweise - H- Sätze nach 1272/2008	-	H302, H314, H332, H335, EUH014, EUH029	H331, H314, H280, EUH071	H331, H314	[14]
Wassergefährdungsklasse (WGK)	-	1	1	1	[14]

## 2.4.2 Auswirkungspotenzial und Szenarienauswahl

Die Freisetzung von Thionylchlorid kann folgende Auswirkungen nach sich ziehen:

- Ausbildung einer Thionylchlorid-Lache mit anschließender Lachenverdunstung und Ausbreitung der Thionylchlorid-Dämpfe als Schadstoffwolke (Gasausbreitung, Gefährdungsart: toxische Einwirkung), wobei eventuell vorhandenes Wasser infolge der stark exothermen Reaktion ( $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_2 + 2 \text{HCl}$ ) zusätzlich zu einer Lachen-Erwärmung führen kann. Thionylchlorid-Dämpfe bilden im Zuge der Ausbreitung mit der Luftfeuchtigkeit Salzsäure-Aerosole.

Die Ereignisse „Explosion“ und „Brand“ sind bei Thionylchlorid ausgeschlossen.

Die Freisetzung wird an der Probenahmerinne am Gebäude S18 angenommen, da diese eine Freianlage darstellt und sich auf der Ableitfläche eine zusammenhängende Lache ausbilden kann.

Da keine Vorkehrungen gegen das Auftreten von Wasser vorhanden sind (z.B. keine Überdachung im Bereich der Probenahmerinne oder auf den innerbetrieblichen Transportwegen) wird gemäß KAS-32-Konvention eine 50 %ige Umsetzung der Freisetzungsmenge zu den Reaktionsprodukten angenommen.

## 2.4.3 Auswirkung der Thionylchlorid-Freisetzung

### 2.4.3.1 Freisetzungs-/Quellrate

#### 2.4.3.1.1 Freisetzungsrate

Thionylchlorid wird als Flüssigkeit unterhalb ihres Siedepunkts gehandhabt. Die Freisetzungsrate von Flüssigphase aus einem Leck kann mit Hilfe der Bernoulli-Gleichung ermittelt werden:

$$\dot{m}_{fl} = C_D \cdot A \cdot \sqrt{2 \rho (p_0 - p_u)} \quad (2)$$

Dabei sind:

- $C_D$  : Ausflussziffer, 0,62 bei scharfkantiger, runder Öffnung, gemäß AD-Merkblatt [28] bzw. Konvention gemäß Kap. 3.2/Anhang 1 im KAS-18-Leitfaden
- $A$  : Leckfläche / Fläche der Austrittsöffnung: Konventionsleck nach KAS-18: 490 mm<sup>2</sup> bzw. Minimalleck nach KAS-18: 80 mm<sup>2</sup>
- $\rho$  : Dichte der Flüssigphase im Behälter bei Prozesstemperatur, siehe Tabelle 14
- $p_u$  : Umgebungsdruck: 1013,25 mbar, abs.
- $p_0$  : Prozessdruck vor dem Leck: hydrostatischer Überdruck durch max. Füllhöhe im Fass (ca. 0,9 m)<sup>1</sup>
- $g$  : Erdbeschleunigung: 9,81 m/s<sup>2</sup>

Auf Basis obiger Parameter ergibt Gl. (2) die Ausströmraten und die im Freisetungszeitraum von 10 min freigesetzte Mengen an Thionylchlorid in Tabelle 15 nach KAS-18.

Nach Kap. 3.2 des KAS-18 Leitfadens ist bei der Lagerung von Transportgebinden mit der Freisetzung des gesamten Inhaltes zu rechnen. Dies entspricht bei einem 0,12 m<sup>3</sup> Thionylchlorid einer Masse von 197 kg. Aufgrund der vorgegebenen Freisetzungsdauer nach KAS-18 von 10 Minuten, würde dies für beide Leckgrößen eine Ausströmrates von 0,33 kg/s entsprechen. Somit wäre ein Unterschied der Leckgrößen ohne Auswirkung auf die Ermittlung des angemessenen Abstandes. Gemäß der Bernoulli-Formel, für die ideale Bedingungen angenommen werden, werden für den Zeitraum von 10 Minuten zu hohe Freisetzungsmengen ermittelt. Daher wird im Folgenden eine instationäre Berechnung auf Basis des KAS-18 Leitfadens durchgeführt. Die Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 15 aufgeführt.

---

<sup>1</sup> Max. Höhe eines stehenden Thionylchlorid-Fasses = 120 Liter



Tabelle 15: Ausströmraten und im Freisetzungszeitraum freigesetzte Mengen an Thionylchlorid

Leckgröße	KAS-18		Instationäre Berechnung	
	Ausströmrates	freigesetzte Menge	Ausströmrates	freigesetzte Menge
80 mm <sup>2</sup>	0,34 kg/s (maximal, nach Bernoulli)	[205 kg]	0,28 kg/s (Anfang)	132 kg
	0,33 kg/s (Mittelwert, über 10 Minuten)	197 kg <sup>2</sup> (max. Menge)	0,22 kg/s (Mittelwert, über 10 Minuten)	
0,16 kg/s (Ende)				
490 mm <sup>2</sup>	2,10 kg/s (maximal, nach Bernoulli)	[602,1 kg]	1,71 kg/s (Anfang)	197 kg (entspricht der max. Menge)
	0,33 kg/s (Mittelwert, über 10 Minuten)	197 kg (max. Menge)	0,35 kg/s (Mittelwert, über 10 Minuten)	
Nach ca. 5 Minuten ist kein merklicher Volumenstrom mehr vorhanden			0,001 kg/s (Ende nach 10 Minuten)	

Anmerkung: Ein 120 l-Fass wird unter Berücksichtigung einer instationären Freisetzung nach etwas mehr als 5 min (ca. 300 s) vollständig freigesetzt (490 mm<sup>2</sup>-Leck).

<sup>2</sup> Max. Menge eines 120 ltr Thionylchlorid-Fasses

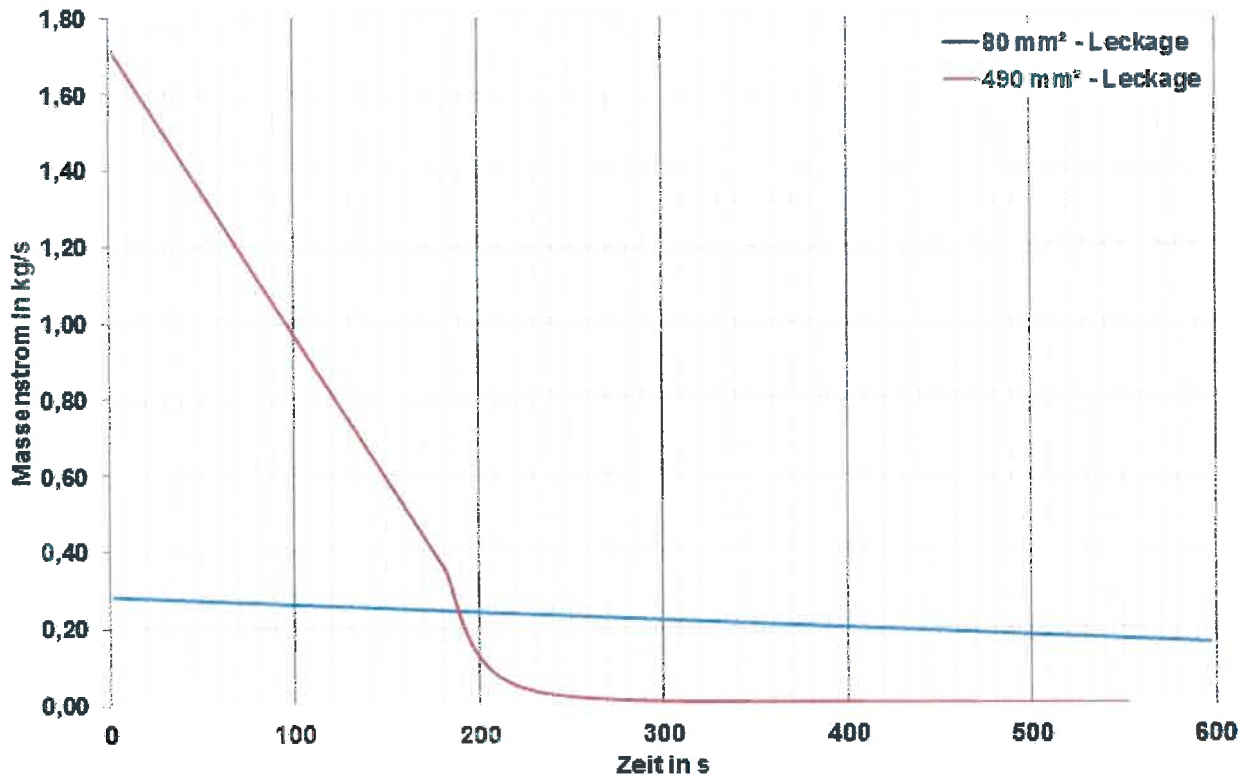
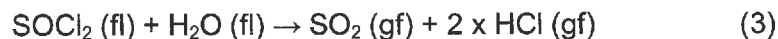


Bild 4: Massenstrom Thionylchlorid bei Austritt aus einem 120 Liter Fass in Abhängigkeit der Leckagefläche

Die maximale Lachenausbildung bei unbegrenzter Ausbreitung ergibt sich bei einer spontanen Freisetzung der Mengen in Tabelle 15: 24 m<sup>2</sup> (490 mm<sup>2</sup>-Leck) bzw. 16 m<sup>2</sup> (80 mm<sup>2</sup>-Leck). Der Bereich der Probenahmerinne ist als WHG-Ableitfläche ausgeführt. Aufgrund der Vor-Ort-Gegebenheiten kann die WHG-Fläche konservativ zu 20 m x 25 m (= 500 m<sup>2</sup>) abgeschätzt werden.

Thionylchlorid und Wasser reagieren exotherm nach folgender Reaktionsgleichung (siehe [29]):



Bei Wasserüberschuss ist die Reaktion – aufgrund der hohen Lösungswärme der Salzsäurebildung - stark exotherm ( $\Delta H_r = -136 \text{ kJ/mol}$  nach [29]). Bei Wasserunterschuss wird das Wasser chemisch verbraucht und es kann sich keine flüssige Salzsäure bilden ( $\rightarrow$  Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid gasen aus der Lache aus); diese Reaktion ist endotherm ( $\Delta H_r = 48 \text{ kJ/mol}$ ).

Wie bereits in Abschnitt 2.4.2 dargelegt, wird das Auswirkungspotenzial bei Wasserkontakt durch den folgenden vereinfachenden Ansatz abgeschätzt. An der Probennahmerinne befinden sich keine Vorkehrungen gegen das Vorhandensein von Wasser (gemäß Konvention im Kap. 2.4 im KAS-32-Leitfaden [17]). Das Wasser reagiert sofort mit dem freigesetzten Thionylchlorid (Umsetzung von 50 %)

Insgesamt werden – in Abhängigkeit von der Leckgröße – die Schadstoffmengen in Tabelle 16 innerhalb von 10 min in die Atmosphäre emittiert. Es wird dabei der instationäre Ansatz betrachtet.

Tabelle 16: Schadgasmengen und Emissionsraten

Schadstoff	Gebildete / verdunstete Menge		Emissionsraten	
	80 mm <sup>2</sup> -Leck	490 mm <sup>2</sup> -Leck	80 mm <sup>2</sup> -Leck	490 mm <sup>2</sup> -Leck
Chlorwasserstoff	40 kg	60 kg	0,07 kg/s	0,10 kg/s
Schwefeldioxid	36 kg	53 kg	0,06 kg/s	0,09 kg/s
<b>Gesamt</b>	<b>76 kg</b>	<b>113 kg</b>	<b>0,13 kg/s</b>	<b>0,19 kg/s</b>

Um die Gefährdung durch das Schadstoff-Gemisch „Schwefeldioxid / Chlorwasserstoff“ als Ganzes abschätzen zu können, werden Gemisch-Beurteilungswerte nach der Methode gemäß Nr. 5.2 der TRGS 402 [30] ermittelt. Es wird angenommen, dass das Gemisch den gleichen Bewertungsindex  $B_I$  wie die Summe der Einzelindizes aufweist und die Schadstoff-Zusammensetzung während der Ausbreitung konstant bleibt. Die Berechnung wird im Folgenden anhand des ERPG-Wertes demonstriert:

$$B_I = \frac{C_i}{ERPG_{\text{Gemisch}}} = \frac{C_{i,SO_2}}{ERPG_{SO_2}} + \frac{C_{i,HCl}}{ERPG_{HCl}} = C_i \cdot \left( \frac{g_{SO_2}}{ERPG_{SO_2}} + \frac{g_{HCl}}{ERPG_{HCl}} \right)$$

$$\Rightarrow ERPG_{\text{Gemisch}} = \frac{1}{\left( \frac{g_{SO_2}}{ERPG_{SO_2}} + \frac{g_{HCl}}{ERPG_{HCl}} \right)}$$

Es sind:

- $C_i$  : Massen-Konzentration am Immissionsort  
 $g$  : Gewichtsanteil der Einzelkomponente im Schadgas-Gemisch

Auf Basis der Zusammensetzung in Tabelle 16 und der ERPG-Werte für die Einzelstoffe in Tabelle 9 ergeben sich nach der TRGS 402-Methodik die Beurteilungswerte in Tabelle 17 für das Schadstoff-Gemisch.

Tabelle 17: Beurteilungswerte für ein Schadstoff-Gemisch bestehend aus Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid

Parameter	Einheit	80 mm <sup>2</sup> -Leck	490 mm <sup>2</sup> -Leck
Gewichtsanteil Chlorwasserstoff	Gew.-%	53,2	53,2
Gewichtsanteil Schwefeldioxid	Gew.-%	46,8	46,8
ERPG-2-Wert – Schadstoff-Gemisch	mg/m <sup>3</sup>	13,1	
ERPG-3-Wert – Schadstoff-Gemisch	mg/m <sup>3</sup>	105,6	

### 2.4.3.2 Ausbreitung der Schadstoffwolke

Wie bereits in Kap. 2.4.3.1 findet nach dem Austritt von Thionylchlorid eine sofortige Reaktion mit dem Wasser aus dem Regenereignis statt. Gemäß der Reaktionsgleichung von Thionylchlorid mit Wasser und der Berücksichtigung der angenommenen Menge an Wasser (50 % Umsetzung gemäß KAS-32 Leitfadens [17]) reagiert sowohl bei dem 80 mm<sup>2</sup>-Leck als auch bei dem 490 mm<sup>2</sup>-Leck nicht die gesamte Menge an ausgetretenem Thionylchlorid.

Das noch vorhandene Thionylchlorid wird für die Schadstoffwolke nicht betrachtet. Durch die sofortige Reaktion mit Wasser entstehen die beiden Schadstoffe HCl und SO<sub>2</sub>.

Die beiden Schadstoffe stellen aufgrund ihres Molekulargewichtes (HCl = 36,5 kg/kmol; SO<sub>2</sub> = 64,1 kg/kmol) jeweils ein Schwergas dar. Dennoch ist bei der Verdunstung aus einer nicht-siedenden Lache in der Regel nicht damit zu rechnen, dass die entstehende Schadstoffwolke ein ausgeprägtes Schwergasverhalten aufweist. Die Lachenverdunstung setzt eine intensive Vermischung mit der Umgebungsluft voraus, so dass daraus eine erhebliche Verdünnung der gasförmigen Schadstoffe während des Stoffübertritts in die Atmosphäre resultiert.

Bei der Verdunstung reagieren die Schadstoffe mit der Luftfeuchtigkeit und bilden Aerosole aus Schadgasen und flüssigen Tröpfchen aus Salzsäure und schwefliger Säure. Die Aerosole weisen einen Schwergascharakter auf, wobei ein Teil der Flüssigkeitstropfen in Ausbreitungsrichtung wieder zu Boden sinkt. (→ Deposition).

Die Auswirkungen der weiteren Ausbreitung der Schadstoffwolke werden anhand von Ausbreitungsrechnungen mit Hilfe des Modells nach VDI 3783-1 [25] (passive Neutralgas-Ausbreitung) ermittelt. In Tabelle 13 sind alle für die Ausbreitungsrechnung verwendeten Parameter zusammengestellt.

Tabelle 18: Parameter für die Ausbreitungsrechnung nach VDI 3783-1 – Thionylchlorid-Freisetzung bei mittlerer Ausbreitungssituation

Parameter	Werte		Bemerkung
Leckstelle	WHG-Fläche an der Probenahmerinne S 18		50 % Umsetzung mit Wasser
Leckgröße	80 mm <sup>2</sup>	490 mm <sup>2</sup>	
Emissionsmassenstrom	0,13 kg/s	0,19 kg/s	siehe Tabelle 16

Aufgabe: Einzelfallbetrachtung im Sinne von § 50 BImSchG auf Basis des KAS-18-Leitfadens  
 Auftraggeber: GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH  
 Auftragsnummer: TPA I.04/17/7105/3224/03

Parameter	Werte	Bemerkung
Emissionsdauer in s	600 s	
Quellhöhe	0 m	
Ausbreitungsklasse (TA Luft)	III/1 / III/2 (indifferent)	KAS-18 Konvention
Windgeschwindigkeit	3,0 m/s	KAS-18 Konvention
Inversion	nein	-
Rauhigkeitsklasse / Rauhigkeitslänge $z_0$	5 / 1,2 m	urbanes, bebautes Gelände
Aufpunkthöhe	1,5 m	-

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung und deren Bewertung werden im nachfolgenden Abschnitt 2.4.3.3 dargestellt.

### 2.4.3.3 Immissionsituation

Bild 5 zeigt die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen in Abhängigkeit von der Entfernung zwischen Freisetzungsort und Aufpunkt in Ausbreitungsrichtung im Freien.

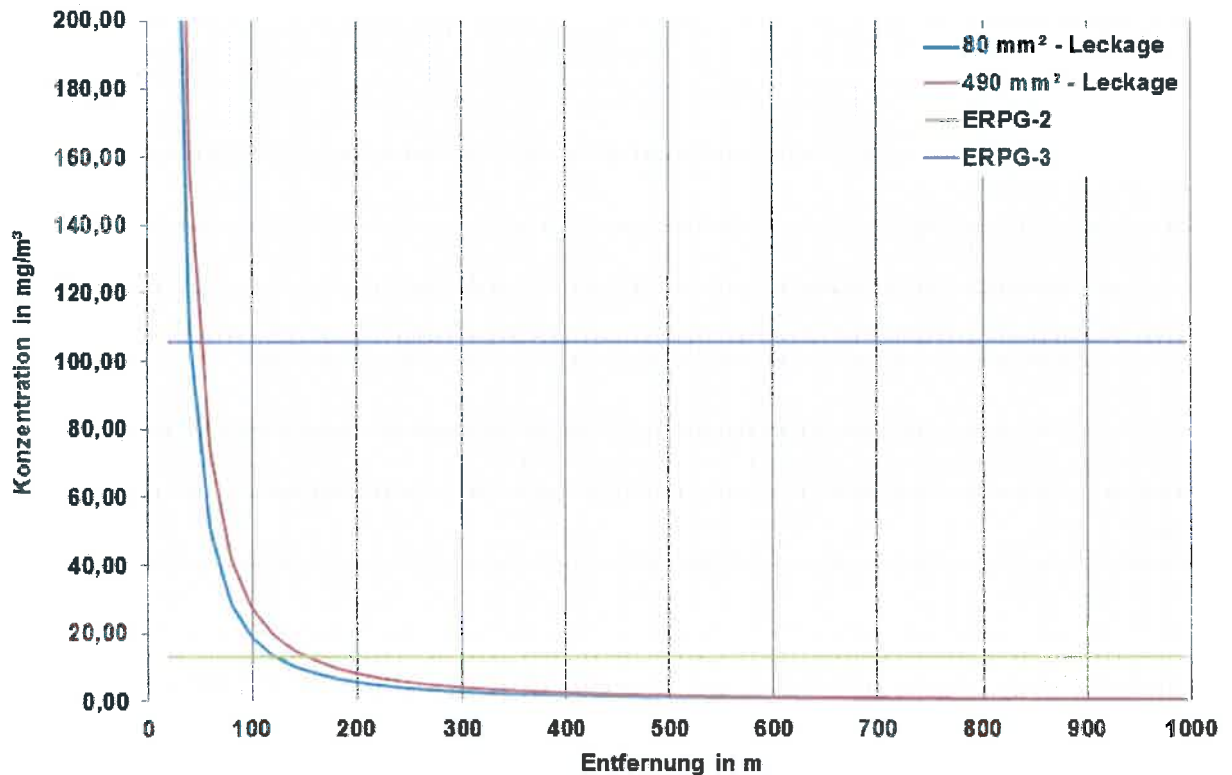


Bild 5: Konzentration des Schadstoff-Gemisches aus Schwefeldioxid und Chlorwasserstoff in Abhängigkeit von der Entfernung (Freisetzung aus 80 mm<sup>2</sup>-Leck bzw. 490 mm<sup>2</sup> mit 50 % Umsetzung mit Wasser), Berechnung auf Basis der VDI 3783 mit Hilfe des Programmes Pronuss [20]

Aus Bild 5 lassen sich folgende Schlüsse ableiten:

- Je nach der Größe des angenommenen Lecks ergibt sich Gefährdungsradius in Bezug auf eine Gesundheitsgefährdung zwischen 130 m und 160 m (→ Unterschreitung des ERPG-2-Wertes für das Schadstoff-Gemisch).
- Je nach Größe des angenommenen Lecks ergibt sich ein Abstand für eine letale Konzentrationen (→ Überschreitung des ERPG-3-Wertes für das Schadstoff-Gemisch) zwischen 50 m und 60 m.

Als angemessener Mindestabstand im Sinne von § 50 BImSchG werden konservativ 160 m für zukünftige raumplanerische Bauvorhaben abgeleitet.



### 3 Zusammenfassung

Die Analyse der stofflichen Gefahrenpotenziale des Betriebsbereichs am Standort in Baar-Ebenhausen ergibt, dass das raumplanungsrelevante Störfallpotenzial durch den Einsatz der Stoffe Thionylchlorid und Phosphortrichlorid repräsentiert bzw. charakterisiert wird. Im Einzelnen werden nachfolgende „Dennoch“-Szenarien als repräsentativ und gefahrenabdeckend erachtet, siehe Ausführungen und Tabelle 8 in Abschnitt 2.2:

- Freisetzung von Phosphortrichlorid aus einem 490 mm<sup>2</sup>-Leck eines IBC's auf einer Bereitstellungsfläche. Es bildet sich eine begrenzte Lache im Freien aus und das aus der Lache verdunstende Phosphortrichlorid breitet sich als luftgetragene Schadstoff-Wolke aus, siehe Abschnitt 2.3.
- Freisetzung von Thionylchlorid aus einem 80 mm<sup>2</sup>- bzw. 490 mm<sup>2</sup>-Leck an der Probenahmerinne S 18. Es bildet sich eine begrenzte Lache im Freien aus, die mit Wasser in Kontakt kommt. Die entstehenden Gase HCl und SO<sub>2</sub> breiten sich als luftgetragene Schadstoff-Wolke aus, siehe Abschnitt 2.4.

Tabelle 19 fasst die ermittelten angemessenen Sicherheitsabstände im Sinne von § 3 Abs. 5c BImSchG zu den betrachteten Anlagen bzw. zum Freisetzungsort zusammen, die aus der Betrachtung der Szenarien bei einer mittleren Ausbreitungssituation resultieren. Im Anhang V sind die Gefährdungsbereiche der LUP-relevanten Szenarien zusätzlich in Luftaufnahmen dargestellt.

Tabelle 19: Angemessene Sicherheitsabstände im Sinne von § 3 Abs. 5c BImSchG, die aus den betrachteten „Dennoch“-Szenarien resultieren

Szenario / Anlage	Gefährdungsart	Angemessener Abstand im Sinne von § 3 Abs. 5c BImSchG	Bemerkung
Freisetzung von Phosphortrichlorid an der Bereitstellungsfläche vor S 25	toxische Einwirkung	230 m	gemessen von der Leckstelle
Freisetzung von Thionylchlorid an der Probenahmerinne S 18	toxische Einwirkung	160 m	gemessen von der Leckstelle

Aus Tabelle 19 sowie aufgrund der räumlichen Situation lässt sich schlussfolgern, dass für den Standort in Baar-Ebenhausen das Dennoch-Szenario mit 230 m abstandsbestimmend ist.

Es ergeben sich aufgrund der geplanten Lagerflächen für leicht flüchtige giftige Stoffe (L 21 und S 29) geringfügige Änderungen zwischen dem IST- und dem PLAN-Zustand.

Aufgrund der Lagerung von leicht flüchtigen giftigen Stoffen im Lager L 21 ergibt sich eine Erweiterung gegenüber dem IST-Zustand von ca. 110 m in südlicher Richtung.

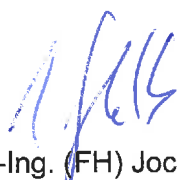
Aufgrund der Lagerung von leicht flüchtigen giftigen Stoffen im Lager S 29 ergibt sich eine Erweiterung gegenüber dem IST-Zustand von ca. 40 m in östlicher Richtung.

Im Anhang VI ist der gesamte angemessene Abstandsbereich im Sinne von § 3 Abs. 5c BImSchG für den Standort in einer Luftaufnahme dargestellt.

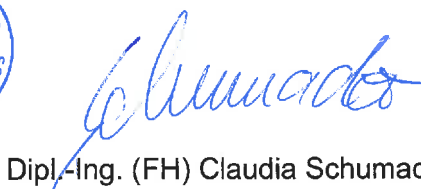
In dem angemessenen Abstandsbereich befinden sich weder im IST- noch im PLAN-Zustand keine schutzbedürftigen Gebiete und Objekte im Sinne des § 50 BImSchG.

Das nächste schutzbedürftige Objekt ist eine Wohnbebauung, die sich ca. 400 m entfernt von der Werksgrenze befindet.

Ludwigshafen, den 29. März 2018



Dipl.-Ing. (FH) Jochen Schelb  
(Sachverständiger nach § 29b BImSchG)



Dipl.-Ing. (FH) Claudia Schumacher  
(Sachverständige nach § 29b BImSchG)

## Anhang I – Abkürzungen

AEGL	: Acute Exposure Guideline Level
AGW	: Arbeitsplatzgrenzwert
AK	: Abstandsklasse
BImSchG	: Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMAS	: Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMK	: Bauministerkonferenz
BMUB	: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (vormals: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)
BMVI	: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (vormals: BMVBS - Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung)
CAS	: Chemical Abstracts Service
EPA	: Environmental Protection Agency (USA)
ERPG	: Emergency Response Planning Guideline
EU	: Europäische Union
GHS	: Globally Harmonized System
GI	: Gefährdungsindex, nach Nr. 3 im Anhang 1 im KAS-18-Leitfaden [16], Einheit: bar/ppm
GZM	: Größte Zusammenhängende Masse (Menge)
IBC	: Intermediate Bulk Container
KAS	: Kommission für Anlagensicherheit
LUP	: Land-use Planning
n. b.	: nicht bestimmt
SFK	: Störfallkommission
SRA	: sicherheitsrelevantes Anlageteil
SRB	: sicherheitsrelevanter Teil des Betriebsbereichs
StörfallV	: Störfall-Verordnung
TAA	: Technischer Ausschuss Anlagensicherheit
TKW	: Tankkraftwagen
UBA	: Umweltbundesamt
VDI	: Verein Deutscher Ingenieure
VdTÜV	: Verband der Technischen Überwachungsvereine
WGK	: Wassergefährdungsklasse
WHG	: Wasserhaushaltsgesetz

---

## Anhang II - Quellen / Unterlagen

- [1] SIB Sicherheitsbericht gemäß § 9 Störfallverordnung für den Betriebsbereich Sonderabfallentsorgungsbetrieb Ebenhausen der GSB SONDERABFALL-ENTSORGUNG BAYERN GmbH, Stand: Juli 2017, Rev. 1.0
- [2] AIHA Current ERPG® Values (2016), AIHA Guideline Foundation, <http://www.aiha.org>, 2016
- [3] BMAS TRGS 900 - Arbeitsplatzgrenzwerte, Ausgabe: Januar 2006 (BArBl Heft 1/2006 S. 41-55), zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2016 S. 886-889 [Nr. 45] (v. 4.11.2016)
- [4] BMK Berücksichtigung des Art. 12 Seveso-II-Richtlinie im baurechtlichen Genehmigungsverfahren in der Umgebung von unter die Richtlinie fallenden Betrieben, Arbeitshilfe der Fachkommission Städtebau der Bauministerkonferenz, März 2015
- [5] BMUB 12. BImSchV: Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung) in der Fassung der Bekanntmachung vom 9. Januar 2017
- [6] BMUB 12. BImSchV: Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung) in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. Juni 2005
- [6] BMUB Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 30. November 2016 (BGBl. I S. 2749) geändert worden ist
- [7] BMUB Vollzugshilfe zur Störfall-Verordnung vom März 2004
- [8] BMVI Anlage zur Bekanntmachung der Neufassung der Anlagen A und B des Europäischen Übereinkommens vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR), in der ab dem 1. Januar 2015 geltenden Fassung
- [9] DECHEMA Quelltermberechnung bei störungsbedingten Stoff- und Energiefreisetzungen in der Prozessindustrie - Methodenübersicht und industrielle Anwendung, Statuspapier, ProcessNet, 2. Auflage, Juni 2014
- [10] EU Richtlinie 2003/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2003 zur Änderung der Richtlinie 96/82/EG des Rates zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen
- [11] EU Richtlinie 2012/18/EU (Seveso III-Richtlinie) des europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, EU-Amtsblatt L 197/1-37, 24.7.2012

- 
- [12] EU Richtlinie 96/82/EG (Seveso II-Richtlinie) vom 9. Dezember 1996 zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen, EU-Amtsblatt Nr. L 10/13, 14.1.97, aufgehoben / ersetzt durch Richtlinie 2012/18/EU
- [13] EU Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen
- [14] IFA GESTIS - Gefahrstoffinformationssystem, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Online-Nutzung
- [15] KAS KAS-1 Richtwerte für sicherheitsrelevante Anlagenteile (SRA) und sicherheitsrelevante Teile eines Betriebsbereiches (SRB), November 2006
- [16] KAS KAS-18: Leitfaden - Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG, Kommission für Anlagensicherheit, November 2010
- [17] KAS KAS-32: Arbeitshilfe - Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18, 2. überarbeitete Fassung, im November 2015 von der KAS verabschiedet
- [18] PTB Safety Characteristic Data - Volume 1: Flammable Liquids and Gases, 2nd, ext. edition, Wirtschaftsverlag NW, 2008
- [19] PTB Sicherheitstechnische Kenngrößen, Band 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase, Wirtschaftsverlag NW, 2003
- [20] Schalau ProNuSs 9.14 - Programm zur Numerischen Störfallsimulation, Sachverständigenbüro für Anlagensicherheit - Dr.-Ing. Schalau, Mai 2017
- [21] SFK SFK-Leitfaden SFK-GS-26: Abschlussbericht "Schadensbegrenzung bei Dennoch-Störfällen - Empfehlungen für Kriterien zur Abgrenzung von Dennoch-Störfällen und für Vorkehrungen zur Begrenzung ihrer Auswirkungen", Störfall-Kommission beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (SFK), Stand Oktober 1999
- [22] SFK/TAA SFK/TAA-GS-1: Leitfaden - Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG der SFK/TAA-Arbeitsgruppe "Überwachung der Ansiedlung", 2005 (ersetzt durch KAS-18)
- [23] UBA Ermittlung und Berechnung von Störfallablaufszszenarien nach Maßgabe der 3. Störfallverwaltungsvorschrift, Band 1 und 2, Berlin, Forschungsbericht 297 48 428, Juni 2000

- 
- [24] VDI VDI – Wärmeatlas: Recherchieren - Berechnen - Konstruieren, Wärmeübergang und Strömung in Verfahrenstechnik und Chemie, Herausgeber: VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (VDI-GVC), 8. Auflage, Springer-Verlag, 1997
- [25] VDI VDI 3783, Blatt 1: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre - Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen – Sicherheitsanalyse, Mai 1987
- [26] VDI VDI 3783, Blatt 2: Umweltmeteorologie- Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen schwerer Gase - Sicherheitsanalyse, Juli 1990
- [27] EPA Access Acute Exposure Guideline Levels (AEGs) Values, EPA United States Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/aegl/>, 2016
- [28] VdTÜV AD 2000-Merkblatt A 1: Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung - Berstsicherungen, Ausgabe Oktober 2006
- [29] Ullmann Sulfur Halides, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Online Edition - DOI: 10.1002/14356007.a25 623, 2005
- [30] BMAS TRGS 402: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition, Ausgabe: Januar 2010, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2016 S. 843-846 vom 21.10.2016 [Nr. 43]
- [31] GSB Arbeitsanweisung: Anlagenbereich – Annahme, Vertrieb; Tätigkeit Ermittlung des MHI-Wertes, Revision 0, Stand: Januar 2010

---

**Anhang III – Standort der GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH –  
Räumliche Situation / Achtungsabstände**



---

## **Anhang IV – Freisetzungsorte der Leitstoffe**

---

**Anhang V - Gefährdungsbereiche/-radien der Störfallszenarien des Einzelfalls mit  
Detailkenntnissen**

---

**Anhang VI - Angemessene Sicherheitsabstände im Sinne von § 3, Abs. 5c  
BlmSchG für den Betriebsbereich der GSB am Standort in Baar-Ebenhausen**