

KAS

**KOMMISSION FÜR
ANLAGENSICHERHEIT**

beim

Bundesministerium für

Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Arbeitshilfe

Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18

[2. überarbeitete Fassung](#)

KAS-32

Kommission für Anlagensicherheit (KAS)

Arbeitshilfe

Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18

2. überarbeitete Fassung

In dieser Version sind die vorgenommenen Änderungen im Vergleich zur ersten Version von 2014 im Änderungsmodus kenntlich gemacht.

im November 2014-2015 von der KAS verabschiedet

KAS-32

Die Kommission für Anlagensicherheit (KAS) ist ein nach § 51a Bundes-Immissionsschutzgesetz beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit gebildetes Gremium.

Ihre Geschäftsstelle ist bei der GFI Umwelt - Gesellschaft für Infrastruktur und Umwelt mbH in Bonn eingerichtet.

Anmerkung:

Dieses Werk wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernehmen Verfasser und Auftraggeber keine Haftung für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler. Aus etwaigen Folgen können daher keine Ansprüche gegenüber Verfasser und/oder Auftraggeber gemacht werden.

Dieses Werk darf für nichtkommerzielle Zwecke vervielfältigt werden. Auftraggeber und Verfasser übernehmen keine Haftung für Schäden im Zusammenhang mit der Vervielfältigung oder mit Reproduktionsexemplaren.

Inhalt

Aufgabenstellung	1
Einleitung	1
1 Biogasanlagen	3
1.1 Problemstellung	3
1.2 Randbedingungen (Stoffeigenschaften und Beurteilungswerte)	3
1.3 Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)	4
1.3.1 Annahme für Gaszusammensetzung	4
1.3.2 Bestimmung einer äquivalenten Leckfläche	4
1.3.3 Ermittlung des Achtungsabstands	5
1.4 Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)	6
1.4.1 Annahme für Gaszusammensetzung	6
1.4.2 Ermittlung eines angemessenen Abstands	7
2 Anlagen mit wasserreaktiven Stoffen, die giftige Gase bilden	8
2.1 Problemstellung	8
2.2 Randbedingungen	8
2.3 Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)	9
2.4 Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)	9
3 Oberflächenbehandlungsanlagen (Galvaniken)	10
3.1 Problemstellung	10
3.2 Randbedingungen	10
3.3 Bauleitung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)	10
3.4 Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)	11
4 Brände in Tanklagern für brennbare Flüssigkeiten	13
4.1 Problemstellung	13
4.2 Randbedingungen	13
4.3 Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)	14
4.4 Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)	14
5 Aerosolpackungen mit brennbaren Treibgasen und / oder Inhaltsstoffen	15

5.1	Problemstellung	15
5.2	Randbedingungen	15
5.3	Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)	15
5.4	Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)	15
6	Kein Abstandswert aufgrund luftgetragener Schadstoffe oder Brand- und Explosionsgefahren	16
6.1	Problemstellung	16
6.2	Randbedingungen	16
6.3	Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)	16
6.4	Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)	17
<u>6.7</u>	Stofflich (für eine Berechnung nach KAS-18) nicht hinreichend bestimmte Genehmigungen	18
<u>6.1 7.1</u>	<u>Problemstellung</u>	<u>18</u>
<u>6.2 7.2</u>	<u>Randbedingungen</u>	<u>18</u>
<u>6.3 7.3</u>	<u>Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)</u>	<u>18</u>
<u>6.4 7.4</u>	<u>Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)</u>	<u>18</u>
<u>7</u>	<u>Literatur</u>	<u>20</u>
<u>Anhang 1</u>		<u>22</u>

Aufgabenstellung

Der Ausschuss „Seveso-Richtlinie“ (AS-Seveso) hat eine Arbeitsgruppe (AG) eingerichtet, die sich mit „Szenarienspezifischen Fragestellungen im Rahmen des Leitfadens KAS-18“ befasst. Der Arbeitsauftrag der AG lautet: „Die Arbeitsgruppe greift die im Zuge der Anwendung des Leitfadens KAS-18 aufgeworfenen Fragestellungen im Zusammenhang mit den im Rahmen der Ermittlung angemessener Abstände zu betrachtenden Szenarien auf und erarbeitet entsprechende Lösungsvorschläge. Dabei ist eine enge Abstimmung mit den Arbeiten der anderen Arbeitskreise der KAS zu gewährleisten. Grundlage der Arbeit soll eine gezielte Abfrage der Erfahrungen mit der Anwendung des Leitfadens KAS-18 sein. Die Lösungsvorschläge können nach Beschluss durch die KAS als ergänzende Empfehlung zum Leitfaden veröffentlicht werden“.

Die folgenden, spezifischen Fragestellungen werden im Rahmen dieses Dokuments bearbeitet:

- Wie sind Biogasanlagen zu bewerten?
- Welche Randbedingungen sollen bei wasserreaktiven Stoffen gelten?
- Wie sind Galvaniken zu bewerten?
- Tanklagerbrand
- Aerosoldosen
- ~~Wie gehen wir mit den Situationen um, bei denen keine luftgetragene Stoffe, wesentliche Wärmestrahlung oder Explosionsüberdrücke unter den Randbedingungen des Leitfadens KAS-18 zu erwarten sind?~~
- Wie wird ausgewählt, wenn bei Anlagen, insbesondere Läger, nur generische Stoffkategorien genehmigt sind?

Für jede dieser Fragestellungen findet sich im Anschluss der entsprechende Lösungsvorschlag.

Einleitung

Beim Leitfaden KAS-18¹ standen bei der Festlegung von Abstandsempfehlungen für die Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse überwiegend Prozessanlagen im Fokus, wie auch aus den Annahmen zu den Szenarien in Kap. 2 des Leitfadens zu entnehmen ist. Die Festlegungen des Leitfadens KAS-18 sind bei bestimmten Anlagentypen nur eingeschränkt übertragbar. Diese Arbeitshilfe soll bei der Anwendung des Leitfadens in diesen Fällen unterstützen. [Daraus folgt, dass sie sich mit Ausnahme explizit begründeter Abweichungen innerhalb der Konventionen des Leitfadens KAS-18 bewegt. Hierzu zählen u.a. die Festlegungen, dass die Auswirkungen von Brandgasen und Trümmerwurf im Rahmen des Leitfadens KAS-18 i.d.R. nicht betrachtet werden. Die Kenntnis des Leitfadens KAS-18 ist zudem Voraussetzung für die Anwendung dieser Arbeitshilfe.](#)

Die Abstandsempfehlungen des Leitfadens KAS-18 beziehen sich nur auf den Menschen bzw. dessen Leben und körperliche Unversehrtheit als zu schützende Rechtsgüter. Für an-

¹ KAS-18 (2010). Leitfaden – Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG, http://kas-bmu.de/publikationen/kas/KAS_18.pdf

dere nach § 50 Satz 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)² schutzbedürftige Gebiete, die beispielsweise der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG)³, der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG)⁴ oder nationalen Landschaftsschutzgebietsregelungen unterliegen, wie auch Gewässer, die unter die Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG)⁵ fallen, sind gesonderte Betrachtungen, insbesondere nach den entsprechenden deutschen Vorschriften vorzunehmen.

Es wird darauf hingewiesen, dass eventuell normalbetriebliche Emissionen (Lärm, Geruch, ...), sonstige, allgemeine Immissionsschutzbelange, Belange der allgemeinen Risikovor-sorge und Gefahrenabwehr (Brandschutz, Zugänglichkeit, ...) oder Anforderungen anderer Rechtsgebiete (beispielsweise Baurecht, Recht der überwachungsbedürftigen Anlagen) andere – auch größere – Abstände zur Nachbarschaft erfordern können.

[Andere als die im Rahmen des KAS-18 betrachteten Gefährdungen durch Brände und Explosionen, wie z.B. Brandgase oder Trümmerflug, können ggf. im Zuge von Genehmigungsverfahren in Betriebsbereichen oder bei Inspektionen sowie bei Planungen mit Detailkenntnissen relevant sein und sind dann dort entsprechend zu betrachten.](#)

² Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20. November 2014 (BGBl. I S. 1740) geändert worden ist.

³ Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22.7.1992, S. 7)

⁴ Richtlinie 79/409/EWG des Rates vom 2. April 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Abl. L 103 vom 25.04.1979, S. 1 – 18)

⁵ Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Abl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1)

1 Biogasanlagen

1.1 Problemstellung

Biogasanlagen unterliegen ab einer vorhandenen Gesamtmasse von 10.000 kg des hochentzündlichen Biogases der Störfall-Verordnung (StörfallV)⁶. Kann das Biogas giftig oder sehr giftig sein oder sind weitere giftige oder sehr giftige Stoffe vorhanden, so kann dies ebenfalls zur Anwendung der StörfallV führen. Nach § 50 BImSchG und Leitfaden KAS-18 sind für die planerischen Aspekte der Flächennutzung Betriebsstörungen zu unterstellen, deren Auslöser (Gefahrenquellen) für den Normalbetrieb vernünftigerweise ausgeschlossen werden, weil der Betreiber Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen bereits zu realisieren hat. Versagen diese Maßnahmen oder treten zwei Störungen gleichzeitig auf, liegt ein sogenannter Dennoch-Störfall vor. In dessen Folge sind gefährliche Einflüsse, wie z.B. Wärmestrahlung durch Brände, Druckwirkungen durch Explosionen, Freisetzungen von Gasen mit toxischer Wirkung, wie z.B. bei höheren Konzentrationen von Schwefelwasserstoff (H₂S), Freisetzungen flüssiger umweltgefährlicher Stoffe mit Folgen für die Nachbarschaft nicht auszuschließen.

Wesentliche Unterschiede zu üblichen Prozessanlagen sind bei Biogasanlagen die Verwendung von Folien und Membranen als Umschließung für das Biogas sowie der geringe Innendruck in den Anlagenteilen zur Biogasherstellung, wie Fermentern und Gärrestlagern. Aufgrund von Konstruktion, Auslegung, Materialeigenschaften, insbesondere der wesentlich geringeren Festigkeit gegenüber Anlagenauslegungen in Chemieanlagen, resultieren größere Austrittsflächen und in Folge dessen andere Gasausbreitungen. Daher ist eine separate Bewertung dieses Anlagentyps analog der Vorgehensweise im Leitfaden KAS-18 erforderlich.

1.2 Randbedingungen (Stoffeigenschaften und Beurteilungswerte)

Neben den Hauptbestandteilen Methan und Kohlendioxid enthält Biogas weitere Gase, von denen Schwefelwasserstoff aufgrund seiner Toxizität und den geringen Beurteilungswerten für störungsbedingte Immissionen relevant ist. Die Konzentration von Schwefelwasserstoff ist im Wesentlichen insbesondere vom eingesetzten Substrat abhängig und dem entsprechend variieren die Literaturangaben im Bereich von 0,02 bis 2 Vol.-% H₂S⁷. Nach dem Leitfaden KAS-18 ist für die Bewertung von toxischen Gefährdungen der ERPG-2-Wert⁸ heranzuziehen. Für Schwefelwasserstoff beträgt der ERPG-2-Wert 30 ppm.

Die untere und obere Explosionsgrenzen des Biogases sind vorrangig von der Methankonzentration abhängig. Wird konservativ die größte in der Literatur angegebene Methan-Konzentration von 75 Vol.-% angenommen, so sind dem Leitfaden KAS-12 eine untere Explosionsgrenze für Biogas von 6 Vol.-% und eine obere Explosionsgrenze von 18 Vol.-% zu entnehmen.

Die Freisetzung von Substrat und Gärresten kann für die Flächenzuordnung gemäß § 50 BImSchG ebenfalls relevant sein. Sie wird für die Festlegung von Abstandsempfehlungen für die Bauleitplanung im Rahmen dieses Leitfadens jedoch nicht betrachtet, da es sich hier bei um eine Gefährdung von Grund- und Oberflächenwasser Wasser— bzw. der

⁶ Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzes (Störfall-Verordnung) – 12. BImSchV; Fassung vom 8. Juni 2005 (BGBl. I S. 1598), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3230) geändert worden ist

⁷ Bei chemischen Reaktionen von schwefelhaltigen Verbindungen mit sauren Substraten können auch höhere Konzentrationen an H₂S möglich sein. Diese werden im Rahmen dieser Arbeitshilfe allerdings nicht betrachtet.

⁸ ERPG - Emergency Response Planning Guidelines; Störfall-Konzentrationsleitwerte (s. Leitfaden KAS-18 Anhang 4)

Umweltgefährdung handelt oder Sachschäden entstehen können und diese nicht unter den Anwendungsbereich des Leitfadens KAS-18 fallen.

~~Aus Ereignissen ist bekannt, dass es zum Abbrand schwefelbeladener Aktivkohle beim Aktivkohlewechsel eines Absorbers gekommen ist. Eine Abschätzung der dabei auftretenden Schwefeldioxidkonzentration anhand der zu erwartenden Abbrandrate ergibt unter konservativen Annahmen, dass dieser Fall nicht abstandsbestimmend ist.~~

1.3 Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)

Die Bemessung des Achtungsabstands erfolgt auf der Basis einer angenommenen Freisetzung von Biogas durch das Versagen eines Foliensystems auf einem Fermenter oder Gärrestlagerbehälter.

1.3.1 Annahme für Gaszusammensetzung

Für eine Festlegung einer Abstandsempfehlung für die Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse liegt keine Information über die zu erwartenden Methan- und Schwefelwasserstoff- Konzentration einer speziellen Biogasanlage vor. Aus dem Vorsorgegedanken heraus wird daher eine nicht auszuschließende Biogaszusammensetzung von 75 Vol.-% Methan, 2 Vol.-% Schwefelwasserstoff und 23 Vol.-% Kohlendioxid angenommen.

1.3.2 Bestimmung einer äquivalenten Leckfläche

Das für die Bauleitplanung verwendete Szenario soll ein Dennoch-Szenario sein, in dem ein größerer Massenstrom freisetzt wird, als dies bei einem vernünftigerweise nicht auszuschließendem Szenario wie z. B. einer Flanschleckage oder dem Ansprechen einer Druckentlastungseinrichtung der Fall ist. Weiterhin soll das Szenario nicht die Freisetzung der gesamten zusammenhängenden Masse innerhalb kurzer Zeit unterstellen, da solche Szenarien für die externe Notfallplanung verwendet werden.

Bei heute üblichen größeren Behälterdurchmessern der Fermenter und Gärrestlager erscheinen Risse in Foliensystemen in Längen von mehreren Metern plausibel. In der folgenden Tabelle sind für einige Leckflächen die berechneten Massenströme zusammengestellt. Hierbei wurden ein Betriebsüberdruck von 5 mbar und eine Temperatur von 20 °C vorausgesetzt. Im Leitfaden KAS-18 wird für die Ausflussziffer ein scharfkantiges Leck mit einem Wert von 0,62 angesetzt. Da keine Angaben über die Ausflussziffer bei einem Leck in einer Folie vorliegen, wird konservativ ein Wert von 1 für die Berechnungen verwendet.

Leckabmessung	Leckfläche	Massenstrom
Länge: 1 m; mittlere Breite: 0,1 m	0,1 m ²	3,1 kg/s
Länge: 2 m; mittlere Breite: 0,15 m	0,3 m ²	9,3 kg/s
Länge: 3 m; mittlere Breite: 0,2 m	0,6 m ²	18,6 kg/s
Länge: 4 m; mittlere Breite: 0,25 m	1,0 m ²	30,9 kg/s

Im Leitfaden KAS-18 wird eine Freisetzungsdauer von 10 Minuten vorausgesetzt. Die Gas-mengen im Fermenter und im Gärrückstandslager liegen typischerweise im Bereich von 3.000 kg bis 8.000 kg. Unter der Annahme, dass die Gesamtmenge eines Behälters inner-halb von 10 Minuten freigesetzt wird, ergeben sich damit Massenströme zwischen 5 kg/s bis 13 kg/s. Aus Schadensereignissen ist aber auch bekannt, dass sich die Folienabdeckung auch über größere Bereiche von den Behältern lösen kann, z. B. durch Versagen des Klemmschlauchs.

Sofern bekannt ist, dass die Befestigung der Folie mit Hilfe der Klemmschlauchtechnik erfolgt oder nicht ausgeschlossen werden soll, wird abweichend von der nachfolgenden Konvention eine Leckgröße von 1 m² und daraus resultierend ein Achtungsabstand von 250 m empfohlen.

~~Daher~~ Es wird für die weitere Betrachtung als Leckfläche für Biogasanlagen 0,6 m² (Risslänge: 3 m; mittlere Breite: 0,2 m) festgelegt.

Die daraus resultierende Freisetzungsrate liegt auch in der Größenordnung, wie sie für Stoffe, für die die Standardleckfläche von 490 mm² festgelegt worden ist (Ausnahme gasförmiges Fluor), ermittelt wurde (4,3 kg/s und 25 kg/s).

1.3.3 Ermittlung des Achtungsabstands

Für die Berechnung des Achtungsabstandes werden folgende Randbedingungen berücksichtig:

Freisetzungsbedingungen:

Temperatur:	20 °C
Betriebsüberdruck:	5 mbar
Ausflussziffer	1
Freisetzungsdauer	10 Minuten
Freisetzungsort	Gasförmig

Gasausbreitung

Gasausbreitung nach VDI 3783 Blatt 1	Biogas wird als dichteneutrales Gas betrachtet
Windgeschwindigkeit:	3 m/s
Temperaturschichtung	indifferent, keine Inversion
Quellgeometrie	Waagerechte Linienquelle entsprechend der Risslänge
Freisetzungshöhe:	6 m
Höhe des Aufschlagpunktes:	2 m
Bodenrauigkeit:	0,5 m (wenig rau: relativ ebenes Gelände, nur wenige Gebäude und mäßiger Bewuchs in weiterem Umkreis)

Die Ergebnisse einer Vergleichsrechnung für unterschiedliche Massenströme sind im Anhang dokumentiert.

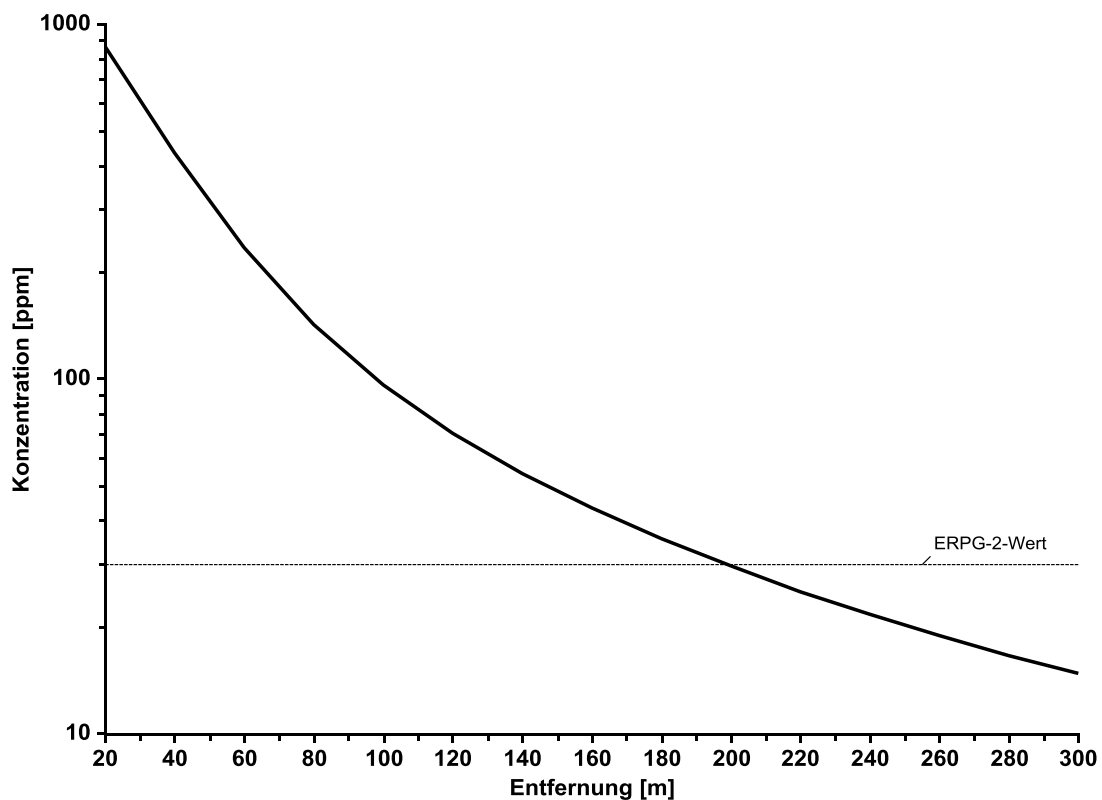


Bild 1: Schwefelwasserstoff-Konzentration bei der Freisetzung von 18,6 kg/s Biogas

Der ERPG-2-Wert von Schwefelwasserstoff von 30 ppm wird in einer Entfernung von ca. 200 m unterschritten. Somit beträgt der Achtungsabstand 200 m (Abstandsklasse I). Mit diesem Abstand sind auch mögliche Einwirkungen durch Brände und Explosionen abgedeckt.

1.4 Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)

1.4.1 Annahme für Gaszusammensetzung

Liegen keine Detailkenntnisse zur Biogaszusammensetzung vor, sind zur Beurteilung der toxischen Wirkung durch den Schwefelwasserstoffgehalt im freigesetzten Biogas

- für Anlagen, die mit nachwachsenden Rohstoffen betrieben werden (NaWaRo-Anlagen) mindestens 0,5 Volumenprozent H₂S,
- für Anlagen mit Kofermenten mindestens 2 Volumenprozent H₂S

für die Berechnung anzunehmen.

Zur Beurteilung der Gefährdung durch Brand und Explosion ist der im Mittel vorliegende Methan-Gehalt des Biogases in der Anlage heranzuziehen.

Nur bei Vorliegen spezieller Kenntnisse zur verwendeten Technik und zum H₂S-Gehalt des konkreten Anlagen- und Substrattyps, können diese Konzentrationen verändert werden. Diese Abweichungen von den o.g. Maßgaben sind herzuleiten; Nachweise sind anzugeben und Annahmen plausibel zu begründen.

1.4.2 Ermittlung eines angemessenen Abstands

Für die Durchführung der Einzelfallbetrachtung werden folgende Empfehlungen ausgesprochen:

Parameter für die Berechnung der Ausbreitung von H₂S-haltigem Biogas:

- Es wird von einer Leckfläche von 0,6 m² ausgegangen.⁹
- Der Massenstrom ist entsprechend den Betriebsbedingungen und der oben beschriebenen Biogaszusammensetzung zu berechnen, wobei eine Ausflussziffer von 1 zu verwenden ist.
- Für die Auswirkungsbetrachtungen gilt:
 - Die Umgebungstemperatur ist mit 20 °C anzusetzen.
 - Es ist eine mittlere Wetterlage nach VDI-Richtlinie 3783 mit einer indifferenten Temperaturschichtung und ohne Inversion zu betrachten. Es ist für den Betriebsbereich die häufigste Windgeschwindigkeit für eine indifferente Temperaturschichtung zu ermitteln (z.B. Deutscher Wetterdienst) und für die Berechnungen zu verwenden.
 - Als Beurteilungswert ist für die toxische Gefährdung der ERPG-2-Wert heranzuziehen.
- Bei der Bestimmung der Gefährdungsbereiche aufgrund von Bränden und Explosionen sind mit geeigneten Modellen der mögliche Bereich von gefährlicher, explosionsfähiger Atmosphären, die explosionsfähige Masse und die Bestrahlungsstärke in der Umgebung infolge der Freistrahlf Flamme zu berechnen. Der Explosionsdruck ist mit dem Multi-Energy-Modell zu ermitteln, wobei die örtlichen Gegebenheiten in Bezug auf die Verdämmung und/oder Verblockung der Gaswolke zu berücksichtigen sind.
- Die akut toxischen Auswirkungen des Abbrands eines Foliendaches brauchen nicht betrachtet zu werden, da entweder aufgrund der Wärmefreisetzung eine deutliche Überhöhung der Brandgaswolke und damit geringe Gaskonzentrationen in Bodennähe zu erwarten sind oder die Abbrand- und Gasbildungsrate so gering ist, dass keine für den angemessenen Abstand¹⁰ relevanten Immissionskonzentrationen in Bodennähe auftreten.

⁹ Bei der Festlegung der Leckfläche sind die Hinweise des Kapitels 1.3.2 zu berücksichtigen

¹⁰ Wie bei Bränden unter Beteiligung chlororganischer Verbindungen im Allgemeinen sind im Ereignisfall ggf. Nachsorgemaßnahmen zur Verhinderung von langfristigen Gesundheitsschäden angezeigt.

2 Anlagen mit wasserreaktiven Stoffen, die giftige Gase bilden

2.1 Problemstellung

Bei wasserreaktiven Stoffen ist teilweise nicht der Stoff selbst abstandsbestimmend, sondern die bei möglichen Folgereaktionen mit Wasser freiwerdenden, giftigen Gase. Typische Vertreter dieser Stoffgruppen sind z.B.: Thionylchlorid, Siliciumtetrachlorid oder Phosphide.

Für die Bestimmung des angemessenen Abstandes insgesamt ist es daher notwendig,

- 1. neben dem, nach dem Leitfaden KAS-18 ermittelten angemessenen Abstand für den Stoff selbst
- 2. ergänzend auch den angemessenen Abstand für dessen Reaktionsprodukte

zu bestimmen.

Für [Punkt 2 Letzteren](#) ist festzustellen, ob überhaupt eine Reaktion mit Wasser stattfinden kann und wenn ja, welcher Umsetzungsgrad unterstellt werden soll.

Stoffe, die bei Kontakt mit Wasser brennbare Gase bilden, werden hier unter dem Aspekt Brand und Explosion nicht betrachtet.

2.2 Randbedingungen

Wesentlichen Einfluss auf die Menge der bei einer Reaktion mit Wasser gebildeten Gase und auf deren Ausbreitung haben insbesondere das Angebot an Wasser und die Mischbarkeit des jeweiligen Ausgangsstoffes (u.a. dessen Löslichkeit, Dichte und Aggregatzustand [und die Löslichkeit der gebildeten Gase in Wasser](#)):

- Für eine Reaktion ist eine ausreichende Durchmischung notwendig.
- Für eine vollständige Umsetzung muss eine ausreichende Wassermenge vorliegen.
- Wasser darf, um eine vollständige Freisetzung der gebildeten Gase in die Atmosphäre zu ermöglichen, nicht in starkem Überschuss vorliegen. Denn in diesem Fall würde ein Teil der gebildeten, i.d.R. wasserlöslichen Schadgase gelöst in dem überschüssigen Wasser als entsprechende Säure verbleiben.
- Bei (stärkeren) Niederschlägen könnte zwar eine (annähernd) vollständige Umsetzung erzielt werden, jedoch würde ein mehr oder minder großer Anteil der gebildeten Gase durch den Regen in Form der entsprechenden Säuren ausgewaschen.
- Erfolgt eine Reaktion ausschließlich mit der Feuchtigkeit der Luft, ist diese durch die Geschwindigkeit des Stofftransports - in den meisten Fällen aus der flüssigen Phase in Form einer Lache - in die Gasphase der Luft durch Verdunstung begrenzt.

Die vorgenannten Faktoren sind nicht solide vorhersagbar, so dass die Festlegung von Konventionen zur Berechnung des Achtungs- und des angemessenen Abstandes notwendig ist. Für die Betrachtung im Rahmen der Flächennutzungsplanung wird nicht unterstellt, dass sämtliche vorgenannte Faktoren gleichzeitig zutreffen und zu einer 100%igen Umsetzung zu den genannten Schadgasen führen. [Unter Berücksichtigung der vorliegenden Literatur wird eine 50%ige Umsetzung im Rahmen einer Konvention als ausreichend konservativ angesehen.](#)

2.3 Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)

Unter den Randbedingungen des Leitfadens KAS-18, Abschnitt 3.1 und Anhang 1 (u.a. Leckage DN 25¹¹, 2 bar Überdruck) und nachstehend beschriebenen Konvention einer 50%igen Umsetzung, bestimmt sich für das – hinsichtlich der Menge und Gefährlichkeit der entstehenden Schadgase abdeckende – Thionylchlorid ein Achtungsabstand von 837 Metern; damit wird den wasserreaktiven Stoffen die Abstandsklasse III (900 Meter) zugeordnet.

Hierbei wurden vereinfacht die Immissionskonzentrationen von Schwefeldioxid und Chlorwasserstoff – gewichtet anhand des ERPG-2-Werts – addiert¹².

Die bloße Freisetzung und Verdunstung von Thionylchlorid [nach den Konventionen des Kapitels 3.2 des Leitfadens KAS-18](#) – unter Außerachtlassung der Reaktion mit Wasser – ergäbe nur einen Abstandswert von bis zu 500 Metern.

2.4 Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)

Für die Freisetzung und Reaktion von Flüssigkeiten werden [im Falle der Bildung wasserlöslicher Gase](#) folgende Konventionen und zu unterscheidende Fälle vorgeschlagen:

1	2	3
Vorkehrungen gegen Vorhandensein von Wasser im Umfeld der Anlagenteile	Konvention	Bemerkung
(1) Keine	50%ige Umsetzung der Freisetzungsmenge ¹³ zu den Reaktionsprodukten	Die 50%ige Umsetzung ¹⁴ berücksichtigt pauschal die unter 2.2. genannten Faktoren
(2) Technische <u>oder</u> organisatorische Maßnahmen, so dass Wasser nur selten und dann nur kurzzeitig vorhanden ist	Vollständige Umsetzung einer Stoffmenge ¹³ , die im Zuge der Reaktion 50 Liter Wasser benötigt, zu den Reaktionsprodukten in der für die Freisetzung dieser Menge notwendigen Zeit ¹³	Der Ansatz einer „Restwassermenge“ berücksichtigt, dass unter den in Spalte 1 genannten Bedingungen eine vollständige Wasserfreiheit kaum erzielbar ist (beispielsweise in einem Pumpensumpf verbleibende Menge)
(3) Technische <u>und</u> organisatorische Maßnahmen, so dass flüssiges Wasser vernünftigerweise auszuschließen ist	Freisetzung, Verdunstung aus der sich ausbildenden Lache und Ausbreitung ausschließlich des Ausgangsstoffes analog Leitfaden KAS-18, Abschnitt 3.2 und Anhang 1	

Für das Ausbreitungsverhalten der Reaktionsprodukte wird – aufgrund der Wärmetönung der Reaktion – in der Regel Neutralgasverhalten anzusetzen sein.

¹¹ Äquivalentdurchmesser 25 mm (s. Leitfaden KAS-18 Anhang 1)

¹² analog der Beurteilung von Stoffgemischen am Arbeitsplatz entsprechend TRGS 402 (Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition), Abschnitt 5.2.1 (2)

¹³ Menge, Mengenstrom und Freisetzungszeit nach Leitfaden KAS-18, Abschnitt 3.2 und Anhang 1

¹⁴ Soweit belastbare weitergehende Informationen beispielsweise zur Umsatzrate oder -geschwindigkeit vorliegen, sind diese bevorzugt zugrunde zu legen.

Im Fall (1) sind zusätzlich die Fälle (2) und (3) und im Fall (2) ist zusätzlich der Fall (3) zu berechnen; der größte der ermittelten Abstandswerte bestimmt den angemessenen Abstand.

Bei Feststoffen oder dem Entstehen schwer löslicher Gase ist eine Einzelfallbetrachtung hinsichtlich des Ausfluss- und Ausbreitungsverhaltens des Feststoffes seiner Reaktionsgeschwindigkeit mit Wasser und dessen Möglichkeiten des Kontakts mit Wasser notwendig.

3 Oberflächenbehandlungsanlagen (Galvaniken)

3.1 Problemstellung

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

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

3.2 Randbedingungen

Das Zusammentreffen insbesondere folgender Stoffe führt zur Bildung und Freisetzung toxischer Verbindungen:

- Cyanide und Säuren (>> Entstehung von Cyanwasserstoff),
- Chlorbleichlauge (Natriumhypochloritlösung) und Säuren (>> Entstehung von Chlor),
- Salpetersäure und oxidationsempfindliche Materialien (>> Entstehung von Stickoxiden).

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

3.3 Bauleitung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)

Die im Leitfaden KAS-18 tabellierten Achtungsabstände für die o. g., möglicherweise entstehenden Stoffe betragen bis zu 1.500 Meter (Chlor), wobei aber die Freisetzung der druckverflüssigten Stoffe als Flüssigkeit mit unmittelbarer teilweiser Flash-Verdampfung vorausgesetzt wird.

Da die entsprechenden Stoffe in Galvaniken als Gas entstehen, werden – abweichend von der generellen Methode des Leitfadens – die Achtungsabstände für eine rein gasförmige Freisetzung dieser Stoffe, unter den geltenden Bedingungen des Leitfadens KAS-18¹⁵, bestimmt.

Die entsprechenden Achtungsabstände betragen für die in Galvaniken möglicherweise entstehende Stoffe

- Cyanwasserstoff: 162 Meter: Abstandsklasse I, Achtungsabstand 200 Meter,
- Chlor: 262 Meter: Abstandsklasse II, Achtungsabstand 500 Meter,
- Nitrose Gase (als NO₂): 117 Meter: Abstandsklasse I, Achtungsabstand 200 Meter.

Daraus ergibt sich ein Achtungsabstand von 500 m.

¹⁵ Ursachenunabhängige, ohne Annahme einer fehlerhaften Vermischung und Reaktion stattfindende Freisetzung der reinen Gase aus einer Leckage DN 25 (Ausflusszahl 0,62); wirksamer Druck 2 bar, Freisetzungszeit 600 Sekunden, Berechnung als Neutralgas nach VDI 3783 wie bei den sonstigen Fällen des Leitfadens KAS-18.

3.4 Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)

Die angemessenen Abstände für den jeweiligen Betrieb müssen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Verhältnisse auf Basis eines ursachenunabhängigen Freisetzungereignisses ermittelt werden. Die Ausbreitungsberechnungen erfolgen dann, wie in den anderen Fällen des Leitfadens KAS-18 mittels der Richtlinie VDI 3783, Teil 1. Folgende Szenarien werden in Bezug auf die Bildung gefährlicher Stoffe angenommen:

Freisetzung von Cyanwasserstoff infolge Vermischung von Cyaniden mit Säuren:

In der Mehrzahl der Galvaniken erfolgt die Zugabe der jeweiligen Stoffe beim „Aufstärken der Bäder“ manuell oder mittels mobiler (Fass-)pumpen. Es sind daher folgende Szenarien zu untersuchen:

- Zugabe der größten, nach den örtlichen Betriebsbedingungen zu erwartenden Dosiermenge an Cyaniden in ein Bad, das Säure enthält und – als separater Fall zu betrachten – umgekehrt
- UND Ausfall einer eventuell vorhandenen, nicht speziell für den Einsatz bei Betriebsstörungen ausgelegten, für Cyanwasserstoff wirksamen (alkalischen) Abgasreinigung.
- Soweit eine ausreichende Menge des Reaktionspartners vorliegt, wird die vollständige Umsetzung des Cyanids zu Cyanwasserstoff und dessen Freisetzung innerhalb der Dosierzeit, wenigstens aber einer Misch- und Reaktionszeit von drei Minuten über die Abluft der Bäder unterstellt. Dieser Wert basiert auf Abschätzungen einer größeren Zahl von Betreibern unter Berücksichtigung der üblichen Methoden der Stoffzugabe (ohne mechanische Vermischung) sowie der vorhandenen Pufferkapazitäten durch weitere Bestandteile der galvanischen Bäder; in der Praxis kommt es am ehesten zu einer verzögerten Freisetzung und es verbleibt ein Teil des entstehenden Gases in Wasser gelöst. Damit ist der Ansatz dieser festen Freisetzungszeit hinreichend konservativ.

Inwieweit bei diesem Szenario für die Abgasreinigung – bei Ausfall des Wäscherkreises, aber Weiterbetrieb der Badrandabsaugung – noch eine Restabscheidewirkung angesetzt werden bzw. – bei Ausfall oder unzureichender Funktion der Badrandabsaugung – noch eine Rückhaltungswirkung des Gebäudes angesetzt werden kann, ist anhand der tatsächlichen, örtlichen und technischen Situation zu bewerten.

- Bei nicht manueller Dosierung der zuzugebenden Stoffe, bspw. bei Vorhaltung der entsprechenden Lösungen in Behältern außerhalb des eigentlichen Produktionsprozesses und geregelter Zuförderung mittels Pumpen sind analoge Szenarien anhand der tatsächlichen, örtlichen und technischen (beispielweise feste oder flexible Verrohrung) Gegebenheiten sowie Vorkehrungen zur Vermeidung oder Erkennung (bspw. Gaswarnanlagen) entsprechender Fehler festzulegen.
- Analoge Überlegungen sind zudem, soweit vorhanden, auch für die fehlerhafte Vermischung von cyanidischen mit sauren Abwässern und Hilfsstoffen in der Abwasserbehandlungsanlage der Galvanik durchzuführen.

Freisetzung von Chlor infolge Vermischung von Chlorbleichlauge mit Säuren

Unterstellt wird die Mischung von Chlorbleichlauge und Säure über einen Zeitraum bis zur sicheren Fehlererkennung und Unterbrechung der Förderung mit der betriebsüblich größten

Menge und die Freisetzung des dadurch entstehenden Chlors in stöchiometrischer Menge über die Belüftung des Behälters. Die Freisetzung erfolgt je nach Behälterstandort über Dach, in den Aufstellungsraum, etc.

Freisetzung von Stickoxiden infolge Kontakts von Salpetersäure mit oxidationsempfindlichen Materialien

Soweit über das Reaktionsverhalten, insbesondere die Reaktionsgeschwindigkeit und damit die Stickoxidbildungsrate keine genaueren Erkenntnisse vorliegen, ergibt sich bei Ansatz einer konservativen Abschätzung

- der Metalloberfläche von 100 m²
- sowie der Abtragsrate (für sehr unbeständige Eisenwerkstoffe von 1,8 kg/m² h in der aggressivsten Salpetersäurekonzentration entsprechend den Angaben in den DECHEMA-Werkstoffblättern) und damit der Stickoxidbildungsrate

ein angemessener Abstand von 50 m.

Flusssäure über 60 Gew%

Die Berechnungen sollten analog dem Leitfaden KAS-18, Abschnitt 3.2 erfolgen.

Sonstige allgemeine Gefahrenpotentiale, wie

1. Wasserstoffbildung in galvanischen Bädern und dessen Zündung,
 2. Brand unter Beteiligung von Cyaniden und
 3. Brand allgemeiner Art
- sind nach Auswertung des Unfallgeschehens nicht abstandsbestimmend.

Wasserstoffbildung in galvanischen Bädern und dessen Ansammlung und Zündung ist nach Auswertung des Unfallgeschehens durch die Arbeitsgruppe nicht abstandsbestimmend. Die Wirkungen aufgetretener Verpuffungen sind auf den Nahbereich beschränkt, da durch die offene Betriebsweise der durchweg abgesaugten Bäder und deren Aufstellung in belüfteten Räumen sowie durch die nur geringe Wasserstoffbildungsrate eine Ansammlung von Wasserstoff in größeren Mengen nicht auftritt.

Auch ein - im Rahmen dieser Arbeitshilfe aufgrund der eingangs erwähnten Beschränkung des Leitfadens KAS-18 nicht betrachteter - Brand unter Beteiligung von Cyaniden oder ein Brand allgemeiner Art sind nach Auswertung des Unfallgeschehens durch die Arbeitsgruppe nicht abstandsbestimmend.

4 Brände in Tanklagern für brennbare Flüssigkeiten

4.1 Problemstellung

Tanklager für brennbare Flüssigkeiten sind im Leitfaden KAS-18 nicht ausdrücklich behandelt. Diesbezüglich ergeben sich aus der Praxis zu zwei Aspekten Zweifelsfragen:

- (1) Das von diesen Tanklagern ausgehende typische Gefahrenpotential „Brand“ ist im Leitfaden KAS 18 durch die Stoffe Methanol und Benzol (Brand) repräsentiert, denen jeweils ein Achtungsabstand von 200 Meter zugewiesen ist. Das Gefahrenpotential „Explosion“ wird derzeit für diese Tanklager aus den in Anhang 3, Abschnitt 2.1, Absatz 2 genannten Gründen nicht betrachtet. Demgegenüber kam es mehrfach, insbesondere in einem viel beachteten Brandereignis¹⁶ sehr wohl zu „Vapor cloud explosions“ mit großräumigen Folgeschäden einschließlich des Brandes mehrerer Tanks gleichzeitig (multiple Tankbrände).
- (2) Die Methoden zur Berechnung des angemessenen Abstand für das Gefahrenpotential „Brand“ sind im Leitfaden KAS-18 Anhang 3, Abschnitt 3 so dargestellt, dass der Rechengang („von Quellrate zu Wärmestrahlung“) nicht ohne Weiteres in Gänze eindeutig nachvollziehbar ist; hierdurch ergeben sich Unsicherheiten bei der Ermittlung des angemessenen Abstands.

4.2 Randbedingungen

Je nach Flammpunkt der gelagerten Stoffe weisen Tanklager für Mineralölprodukte sowohl das Gefahrenpotential „Brand“ als auch das Gefahrenpotential „Explosion“ auf. Die praktische Erfahrung zeigt, dass auch bei Mineralölprodukten die unterhalb des Flammpunktes gelagert werden, Brände nicht ausgeschlossen werden können. Umweltauswirkungen vor allem in Folge austretender Produkte oder Löschwasser werden hier nicht betrachtet (s. „Aufgabenstellung“ S. 4). Die akut toxischen Auswirkungen eines Tankbrandes brauchen nicht genauer betrachtet zu werden, da aufgrund der Wärmefreisetzung eine deutliche Überhöhung der Brandgaswolke und damit geringe Immissionskonzentrationen in Bodennähe zu erwarten sind.

Allerdings wird bei den zu betrachtenden Anlagen davon ausgegangen, dass diese generell dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen und dem zufolge ein hohes Sicherheitsniveau aufweisen, so dass u. a. auch die in dem Abschlussbericht KAS-13¹⁴ aufgeführten Maßnahmen in Gänze umgesetzt sind.

Das Gefahrenpotential „Explosion“ ist aufgrund des Unfallgeschehens in Deutschland hinreichend unwahrscheinlich und daher im Rahmen der Bauleitplanung für diese Tanklager weiterhin nicht zu berücksichtigen. Da der zeitgleiche Start von mehreren Tankbränden erfahrungsgemäß eine Vapor-Cloud-Explosion voraussetzt und diese hierzulande durch entsprechende Gegenmaßnahmen verhindert wird, sind multiple Tankbrände für die Flächennutzungsplanung gleichfalls nicht zu betrachten. Zeitversetztes Inbrandgeraten mehrerer Tanks gestattet ein sicheres Verlassen des Gefahrenbereichs und ist demzufolge ebenfalls für die Flächennutzungsplanung ohne Bedeutung.

¹⁶ siehe KAS-13 (2009). Bewertung des Tanklagerbrands von Buncefield/GB vom 11.12.2005 und daraus für deutsche Großtanklager für Ottokraftstoff abgeleitete Empfehlungen, http://kas-bmu.de/publikationen/kas/KAS_13.pdf

4.3 Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)

Es verbleibt bei dem im Leitfaden KAS-18 genannten Achtungsabstand von 200 Metern.

4.4 Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)

Die angemessenen Abstände für das jeweilige Tanklager müssen unter Berücksichtigung der entsprechenden tatsächlichen Verhältnisse auf Basis eines ursachenunabhängigen, Freisetzungereignisses ermittelt werden. Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass die Stofffreisetzung nicht nur im Bereich eines Lagertanks, sondern auch im Bereich des Rohrleitungssystems auftreten kann. Grundlagen der Betrachtung sind:

- Freisetzung aus einer Leckfläche von i.d.R. 1963 mm² mit einer Ausflusszahl von 0,62.
- Maximaler Betriebsüberdruck (z. B. Pumpendruck) und einer Betriebstemperatur von 20°C.
- Ausbreitung als kreisförmige Lache.
- Sofortige Zündung und Bildung einer brennenden Lache mit dem maximalen Durchmesser. Dies bedeutet, dass die Abbrandrate gleich der Freisetzungsrate ist und somit eine ausreichend lange Branddauer vorausgesetzt werden kann.

$$d[\text{m}] = \sqrt{\frac{4 \dot{m}_f}{\pi v_a \rho_f}} \quad \text{mit}$$

\dot{m}_f [kg / s]: freigesetzter Massenstrom

v_a [m / s]: Abbrandgeschwindigkeit

ρ_f [kg / m³]: Flüssigkeitsdichte

- Ausstrahlung der Flamme: 100 kW/m²
- Flammenhöhe: Modell von Thomas und Moorhouse gemäß KAS-18 soweit kein besser geeignetes Modell vorliegt (siehe z.B. ¹⁷)
- Die Flammenneigung infolge Wind ist vernachlässigbar wird vernachlässigt(s. Anhang).
Berechnung der Einstrahlzahl gemäß KAS-18 oder für einen stehenden, zylindrischen Strahler (siehe z.B. ^{15, 17}).

Der ermittelte Abstandswert für eine Strahlungsintensität von 1,6 kW/m² wird als angemessener Abstand festgelegt.

¹⁷ Statuspapier: Quelltermberechnung bei störungsbedingten Stoff- und Energiefreisetzen in der Prozessindustrie – Methodenübersicht und industrielle Anwendung. DECHEMA – Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. ISBN: 978-3-89746-135-2 (2012)

5 Aerosolpackungen mit brennbaren Treibgasen und / oder Inhaltsstoffen

5.1 Problemstellung

Aerosolpackungen (Druckgaspackungen, „Spraydosen“) sind im Leitfaden KAS-18 nicht ausdrücklich behandelt.

Setzt man die Konventionen des Leitfadens für die Ermittlung des angemessenen Abstands hinsichtlich der Gefahrenpotentiale „Brand“ und „Explosion“ an, insbesondere die Freisetzung des Inhalts (nur) eines Behälters, ergeben sich, sehr kleine Abstände. Dies entspricht nicht dem tatsächlichen Gefahrenpotential.

5.2 Randbedingungen

Im Falle eines Brandereignisses in einem Lager für Aerosolpackungen kommt es in vergleichsweise kurzer Zeit zur Beteiligung einer großen Zahl von Aerosolpackungen und im Zuge dessen zur (nahezu) zeitgleichen Freisetzung des Stoffinhalts einer Vielzahl von Gebinden.

Dadurch werden größere, ausgedehnte Brände hervorgerufen. Dagegen können sich Wolken explosionsfähiger Dämpfe in kritischer Größe bei Einhaltung des Standes der Technik (u.a. Leckagededektion, Sicherstellung einer Luftwechselrate, Rauch- und Wärmeabzugsanlage) nicht bilden.

5.3 Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)

Der im Leitfaden KAS-18 genannten Achtungsabstand von 200 Metern – für den Leitstoff Propan – und damit die Abstandsklasse I kann für Läger von Aerosolpackungen beibehalten werden.

5.4 Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)

Die angemessenen Abstände für Läger für Aerosolpackungen müssen unter Berücksichtigung der entsprechenden tatsächlichen Verhältnisse auf Basis eines ursachenunabhängigen Freisetzungseignisses für das Gefahrenpotential Brand ermittelt werden.

Die Ausweisung eines separaten Achtungs- oder angemessenen Abstands für das Szenario „Trümmerflug“ ist im Rahmen der Zielsetzung des Leitfadens KAS-18 nicht notwendig, siehe KAS-18 Anhang 1, Nr. 2.3 b.

Für Aerosolpackungen bestehen bei einer dem Stand der Technik entsprechenden Ausführung des Lagers im Übrigen auch praktisch keinerlei realistische Möglichkeiten, infolge Trümmerflugs eine Gefährdung außerhalb des umschlossenen Lagerbereichs hervorzurufen, da der Impuls der einzelnen Aerosolpackungen zu gering ist, um die Gebäudestrukturen zu durchschlagen.

6 ~~Kein Abstandswert aufgrund luftgetragener Schadstoffe oder Brand- und Explosionsgefahren~~

6.1 ~~Problemstellung~~

~~Hin und wieder sind in Betriebsbereichen keine „Störfallstoffe“ vorhandenen, die aufgrund ihrer Eigenschaften und Mengen bei einer Freisetzung gefährliche Fernwirkungen außerhalb des Betriebsgeländes hervorrufen können. Relevante Außenwirkungen können in diesen Fällen zumeist allenfalls von den vorhandenen Brandlasten (Propan in Einzelflaschen, Heizöl, Erdgas zur Gebäudeheizung) oder Kleinmengen gewerbeüblicher Hilfsstoffe (Schweißgas, Reinigungsmittel), die nur teilweise „Störfallstoffe“ sind, ausgehen. Das entsprechende Gefahrenpotential entspricht dem anderer, allerorten vorhandener Gewerbebetriebe.~~

~~Ein Mindestabstand zwischen Betriebsbereichen und schutzbedürftigen Nutzungen wird allerdings im Allgemeinen durch die Vollzugsbehörden mit Verweis auf Abstandsforderungen aus anderen Regelungsbereichen sowie die nicht „Null“ betragende Gefährdung durch die gewerbeüblichen Brandlasten und Hilfsstoffe, teils auch aus formalen Gründen, gefordert.~~

6.2 ~~Randbedingungen~~

~~Die nachstehenden Überlegungen gelten unter folgenden Bedingungen:~~

- ~~— Im Betriebsbereich liegen in relevanten Mengen keine oder nur feste oder schwer flüchtige flüssige giftige Stoffe unter solchen Bedingungen vor, dass diese allenfalls arbeitsschutzrelevante Gefährdungen im Nahbereich hervorrufen können. Als Indiz hierfür kann die Möglichkeit der offenen Handhabung unter alleiniger Verwendung persönlicher Schutzausrüstungen mit Ausnahme von Atemschutzmasken für Gase/Dämpfe dienen.~~
- ~~— Brennbare Stoffe (einschließlich brennbaren Gasen) liegen nur in solchen Mengen und unter solchen Bedingungen (Gebindegrößen, Drücke etc.) vor, wie sie allerorten vorkommen bspw.
 - ~~○ Erdgas in Niederdruckleitungen des örtlichen Versorgers,~~
 - ~~○ Heizöl zur Gebäudeheizung,~~
 - ~~○ Flüssiggasbehälter mit einer Lagermenge unter 3 t soweit das Flüssiggas ausschließlich zu Heiz- oder Antriebszwecken eingesetzt wird und im Ereignisfall keine Wechselwirkungen zwischen dem Lagerbehälter und dem Bereich mit dem wesentlichen Störfallstoffen des Betriebsbereichs zu befürchten sind,~~
 - ~~○ Reinigungsmittel, Schweißgase, Flüssiggase, Schmiermittel und vergleichbare Stoffe in Gebinden und Gesamtmengen wie sie durch jedermann im Einzelhandel jederzeit frei erwerbbar sind. In diesen Fällen ist auch nicht mit relevanten Fernwirkungen durch toxische Brandprodukte zu rechnen.~~~~

6.3 ~~Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)~~

~~Für dieses Kapitel nicht relevant, da die Erfüllung der vorstehenden Randbedingungen nur bei bestehenden oder geplanten Anlagen („mit Detailkenntnissen“) überprüfbar ist.~~

6.4 — Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)

Ein angemessener Abstand i.S. des Art. 12 Seveso-II-Richtlinie¹⁸ für das Schutzgut Mensch ist in den vorgenannten Fällen nicht auszuweisen.

Es ist allerdings nochmals darauf hinzuweisen (siehe Einleitung S. 2), dass eventuell normalbetriebliche Emissionen (Lärm, Geruch, ...), sonstige, allgemeine Immissionsschutzbelange, Belange der allgemeinen Risikovorsorge und Gefahrenabwehr (Brandschutz, Zugänglichkeit, ...) oder Anforderungen anderer Rechtsgebiete (beispielsweise Baurecht, Recht der Überwachungsbedürftigen Anlage) andere — auch größere — Abstände zur Nachbarschaft erfordern können.

Diese Abstandsvorgaben bestimmen damit den letztlich gegenüber schutzbedürftigen Nutzungen anzustrebenden angemessenen Abstand.

¹⁸ Richtlinie 96/82/EG des Rates zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen vom 9. Dezember 1996 (Seveso-II-Richtlinie), ABl. EG Nr. L 10 vom 14. Januar 1997, S. 13, geändert durch Richtlinie RL 2003/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2003, ABl. EG Nr. L 345 vom 31. Dezember 2003, S. 97.

76 Stofflich (für eine Berechnung nach KAS-18) nicht hinreichend bestimmte Genehmigungen

6.1 Problemstellung

Für einige Betriebsbereiche, insbesondere für Lageranlagen oder Produktionsanlagen, liegen behördliche Genehmigungen vor, die hinsichtlich der zugelassenen Stoffpalette unbestimmt sind. So werden in den Genehmigungen lediglich Stoffkategorien wie „giftige Stoffe“ oder ähnliches verwendet, ohne diese Kategorien anhand von Stoffdaten zu konkretisieren.

In diesen Fällen sind diejenigen Stoffe, die hinsichtlich der luftgetragenen Ausbreitung bei störfallbedingter Freisetzung die größten Auswirkungen auf die Umgebung haben, nicht eindeutig festgelegt. Auf dieser Basis ist eine Berechnung des angemessenen Abstands nach Leitfaden KAS-18 nicht möglich, da diesen Berechnungen stets konkrete, in ihren relevanten Eigenschaften bekannte Stoffe zugrunde liegen müssen.

6.2 Randbedingungen

Zu berücksichtigende Einschränkungen der im Betriebsbereich eingesetzten Stoffpalette können sich ausschließlich aus rechtlichen Vorgaben ergeben.

Die rechtliche Einschränkung ergibt sich in erster Linie aus den Festlegungen in den Genehmigungen und den dazugehörigen Antragsunterlagen.

Beispielsweise:

- Ausschluss bestimmter Stoffe oder Stoffgruppen (z.B. Gase, Sprengstoffe),
- wenn ein Reaktor nicht für bestimmte Reaktionstypen ausgelegt ist,
- Gebindegrößenbeschränkung,
- keine drucklose Lagerung leicht flüchtiger oder giftiger organischer Flüssigkeiten in zur Atmosphäre beatmeten Tanks.

6.3 Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse (Achtungsabstand)

~~Die hier betrachteten stofflich nicht hinreichend bestimmten Genehmigungen entsprechen zwar nicht mehr der heutigen Genehmigungspraxis. Die entsprechenden, heute erteilten Genehmigungen, können dennoch weiterhin Stoffe jedweden Gefahrenpotentials umfassen, wobei~~

- ~~— die Gesamtheit der genehmigten Stoffe allerdings in einer endlichen Auflistung oder mit auf Stoffeigenschaften bezogenen Grenzen limitiert sein sollte und/oder~~
- ~~— für bestimmte Stoffe / Stoffgruppen spezielle Anforderungen gestellt werden sollten.~~

~~Für diesen Fall ist ein Achtungsabstand von 1.500 Metern festzulegen.~~

~~Für dieses Kapitel nicht relevant, da bei Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse noch keine Genehmigung vorliegt. Es gilt der Leitfaden KAS-18.~~

6.4 Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen (angemessener Abstand)

Ergeben sich aufgrund der Vorprüfung keine rechtlichen und/oder technischen Einschränkungen der Stoffpalette, so ist wie folgt weiter vorzugehen:

Zur Bestimmung eines angemessenen Abstands ist die Festlegung eines Referenzstoffs notwendig, der den Berechnungen nach Leitfaden KAS-18 zugrunde zu legen ist.

Für die Berechnung des angemessenen Abstands sind in der Regel als Referenzstoffe

- für Flüssigkeiten: Acrolein
- für Gase: Chlor

zugrunde zu legen.

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

Falls die Referenzstoffe aufgrund von rechtlichen Beschränkungen ausgeschlossen sind, ist im Einzelfall ein anderer Referenzstoff festzulegen. Nach derzeitigem Kenntnisstand wird als pragmatische Vorgehensweise vorgeschlagen, den Referenzstoff anhand des Gefahrenindex (Verhältnis von Dampfdruck (bar) zu Beurteilungswert (ppm)) aus der Gesamtheit aller in der ERPG-Liste genannten Stoffe zu ermitteln. Der Referenzstoff wird anhand des Gefahrenindex (Verhältnis von Dampfdruck (bar) zu Beurteilungswert (ppm)) aus der Gesamtheit aller in der ERPG-Liste genannten Stoffe ermittelt. Es ist jeweils der Stoff mit dem höchsten Gefahrenindex getrennt für Gase und Flüssigkeiten auszuwählen. ~~Stoffe mit einem Gefahrenindex über dem von Chlor und Acrolein bleiben unberücksichtigt, da sie erfahrungsgemäß keine praktische Bedeutung haben.~~

~~Nur soweit Anlagen des Betriebsbereichs ausdrücklich für andere Stoffe, die einen größeren angemessenen Abstand ergeben könnten, genehmigt und ausgelegt sind, so sind abweichend vom oben genannten Grundsatz diese Stoffe zugrunde zu legen.~~

(1) Gebindeläger

Bei Gebindelägern ist die genehmigungsrechtlich zulässige maximale Gebindegröße anzusetzen, die sich z.B. aus den Abmessungen oder der Tragfähigkeit der Lagereinrichtung ergeben kann. Bei solchen Gebindelägern ist mit der vollständigen Freisetzung des Inhalts eines Gebindes (z. B. Flasche oder Fass) unter Berücksichtigung der im Leitfaden KAS-18 vorgegeben Randbedingungen zu rechnen. Bei ausschließlicher Handhabung (Be- und Entladung und Lagerung) im Gebäude ist der Rückhalteeffekt des Gebäudes zu berücksichtigen.

(2) Produktionsanlagen und Tankläger

Bei Produktionsanlagen und Tanklagern wird davon ausgegangen, dass es zu Stoffaustritten aus vorhandenen Apparaten (z. B. Reaktoren oder Tanks), Rohrleitungen oder Sicherheitseinrichtungen kommen kann. Die Vorgaben des Leitfadens KAS-18 sind zu berücksichtigen.

7 **Literatur**

Zu Kap. 2 Anlagen mit wasserreaktiven Stoffen, die giftige Gase bilden

Modelling spills of water-reactive chemicals

Process Safety and Environmental Protection 8 9 (2011) 415–423

Helen A. Cruse, Jonathan E.H. Buston, Luc N. Véchet, Graham A. Tickle, Ralph Rowlands: Modelling spills of water-reactive chemicals, Process Safety and Environmental Protection 8 9 (2011) 415–423, doi:10.1016/j.psep.2011.09.001

Kapias, T., Griffiths, R.F., 2001b. Spill behaviour using REACTPOOL: Part I. Results for accidental releases of chlorosulphonic acid (HSO₃Cl). J. Hazard. Mater. 81, 19–30.

Kapias, T., Griffiths, R.F., 2001c. Spill behaviour using REACTPOOL: Part II. Results for accidental releases of silicon tetrachloride (SiCl₄). J. Hazard. Mater. 81, 209–222.

Kapias, T., Griffiths, R.F., 2001d. Spill behaviour using REACTPOOL: Part III. Results for accidental releases of phosphorus trichloride (PCl₃). J. Hazard. Mater. 81, 223–249.

Kapias, T., Griffiths, R.F., 2005. Accidental releases of titanium tetrachloride (TiCl₄) in the context of major hazards – spill behaviour using REACTPOOL. J. Hazard. Mater. 119, 41–52.

Kapias, T., Griffiths, R.F., Stefanidis, C., 2001. REACTPOOL: a code implementing a new multi-compound pool model that accounts for chemical reactions and changing composition for spills of water reactive chemicals. J. Hazard. Mater. 81, 1–18.

Zu Kap. 3 Oberflächenbehandlungsanlagen (Galvaniken)

DECHEMA e.V.: Korrosionsverhalten von Werkstoffen, DECHEMA-Werkstofftabelle, Loseblattsammlung, Frankfurt, <http://www.dechema.de/dwt.html>

Zu Kap. 4 Tanklager für brennbare Flüssigkeiten

Schälike, S., Mishra, K., Wehrstedt, K.-D., Schönbacher, A.: Limiting Distances for Flame Merging of Multiple n-Heptane and Di-tert-Butyl Peroxide Pool Fires, Chemical Engineering Transactions, 32, 2013, 121-126 DOI: 10.3303/CET1332021

S. Vasanth, S.M. Tauseef, Tasneem Abbasi, S.A. Abbasi: Multiple pool fires: Occurrence, simulation, modeling and management, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 29, May 2014, Pages 103-121, ISSN 0950-4230, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2014.01.005>

S. Vasanth, S.M. Tauseef, Tasneem Abbasi, A.S. Rangwala, S.A. Abbasi: Assessment of the effect of pool size on burning rates of multiple pool fires using CFD, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 30, July 2014, Pages 86-94, ISSN 0950-4230, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2014.04.011>

Zu Kap. 5 Aerosolpackungen mit brennbaren Treibgasen und/oder Inhaltsstoffen

HSE (2012) Risk assessment for VCE scenario in an aerosol warehouse,
<http://www.hse.gov.uk/research/rrhtm/rr916.htm>

ARIA Fire and explosions at an aerosol storage warehouse http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/43344_en/?lang=en

Rudolph, R.: Einschätzung des Gefahrenpotentials von Aerosoldosen im Brand- und Explosionsfall, Technische Überwachung (32) 2008, Nr. 11/12, S. 10-15

Zu Kap. 6 Stofflich (für eine Berechnung nach KAS-18) nicht hinreichend bestimmte Genehmigungen

Schütz, M.: Genehmigungsfähiger Stoffrahmen bei Vielstofflagern, Technische Sicherheit (2) 2012, Nr. 5, S. 20-23

Anhang 1

Auswirkungsberechnungen für Biogas für verschiedene Leckflächen

In der folgenden Tabelle sind die Berechnungsergebnisse zusammengefasst. Grundlage sind ein H₂S-Gehalt von 2 Vol% und der ERPG-2-Wert von 30 ppm.

<u>Leckfläche</u> <u>in m²</u>	<u>Quellstärke</u> <u>in kg/s</u>	<u>H₂S Quellstärke</u> <u>in kg/s</u>	<u>Unterschreitung</u> <u>des ERPG-2-</u> <u>Wertes in m</u>
<u>0,1</u>	<u>3,1</u>	<u>0,081</u>	<u>66,2</u>
<u>0,3</u>	<u>9,3</u>	<u>0,24</u>	<u>122,1</u>
<u>0,6</u>	<u>18,6</u>	<u>0,486</u>	<u>184,4</u>
<u>1,0</u>	<u>30,9</u>	<u>0,808</u>	<u>247,4</u>

Ergänzende Information: Die spontane Freisetzung eines üblichen Inventars von ca. 8.000 kg Biogas würde zu einer Unterschreitung des ERPG-2-Wertes in einer Entfernung von 365 m führen („Wegdenken der Folie“, angenommene Freisetzung der Gesamtmenge innerhalb 1 Sekunde). Dieser Fall stellt den theoretisch maximal möglichen dar, der im Rahmen einer KAS-18-Betrachtung jedoch nicht unterstellt wird.

Einfluss der Flammenneigung auf die emittierte Wärmestrahlung

In der nachfolgenden Tabelle ist der Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Flammenneigung eines Poolfires und der daraus resultierende Einfluss auf die am relevanten Aufpunkt auftreffende Wärmestrahlung dargestellt.

<u>Windgeschwindigkeit in m/s</u>	<u>Flammenneigung in °</u>	<u>Wärmestrahlung in kW/m²</u>
<u>0,1</u>	<u>0</u>	<u>1,61</u>
<u>3,0</u>	<u>42,3</u>	<u>1,57</u>

GFI Umwelt – Gesellschaft für Infrastruktur und Umwelt mbH

Geschäftsstelle der
Kommission für Anlagensicherheit

Königswinterer Str. 827
D-53227 Bonn

Telefon +49-(0)228-90 87 34-0
Telefax +49-(0)228-90 87 34-9
E-Mail kas@gfi-umwelt.de
<http://www.kas-bmu.de>
