

Thesenpapier:

**Abstandsfestlegungen für Anlagen
und Betriebsbereiche, die dem
Störfallrecht unterliegen –**

Situation, Anforderungen und Möglichkeiten

Auftraggeber: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt,
Energie und Klimaschutz

Erstellt im: März 2016

Erstellt durch Dipl.-Ing. Maik Bäumer,
ISC Inherent Solutions Consult GmbH & Co. KG

Dr.-Ing. Klaus Hermann,
INBUREX Consulting - Gesellschaft für
Explosionsschutz und Anlagensicherheit mbH

Dr. Eberhard Dachwitz,
Dipl.-Ing. Jürgen Farsbotter (Federführung),
Dipl.-Ing. Sibylle Mayer
TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG

Umfang 131 Textseiten

G.-Nr. SEPS-E.20151124.100243



Zusammenfassung

Das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz hat eine Gruppe von Sachverständigen nach § 29b BImSchG unter Federführung der TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG mit der

„Entwicklung und Ausarbeitung eines methodischen Ansatzes zur Ermittlung eines Sicherheitsabstandes, dessen Einhaltung als eine Betreiberpflicht mit drittschützender Wirkung gesetzlich ausgestaltet werden könnte und der Problematik bestehender Gemengelage gerecht würde, auf der Basis der vorhandenen Ermittlungs-, Bewertungs- und Berechnungsmodelle ...“

beauftragt. Ziel war die Ausarbeitung von Handlungsvorschlägen zu Abstandsfestlegungen für Anlagen und Betriebsbereiche, die dem Störfallrecht unterliegen. Hierbei sollte ausgehend von der derzeitigen Praxis der Abstandsfestlegung untersucht werden,

- welche Anforderungen generell an derartige Festlegungen zu stellen sind,
- ob und wie diese derzeit erfüllt werden und
- ob und auf welche Weise diese zukünftig erfüllt werden könnten.

Hintergrund der Untersuchung waren Überlegungen und Tendenzen, dass an die Abstandsfestlegungen – entgegen der bisherigen Praxis - zukünftig womöglich unmittelbare Pflichten für den Betreiber und / oder Dritte nach Einhaltung der festgelegten Abstände zwischen Anlagen resp. Betriebsbereichen nach § 3 (5a) BImSchG und der Umgebung angeknüpft werden könnten.

Traditionelle Basis von Abstandswerten für die in Rede stehenden Anlagen sind insbesondere die Berechnung der luftgetragenen Ausbreitung von störungsbedingt freigesetzten Stoffen und die sich infolgedessen ergebenden Bereiche eventueller Gefährdungen.

Bis dato wurden aus den entsprechenden modellhaften Ermittlungen, Bewertungen und Berechnungen allerdings im Regelfall keine belastenden Konsequenzen für den Betreiber oder - mit ansatzweisen Ausnahmen bei der Bestimmung angemessener (Sicherheits)abstände nach Art. 12 Seveso-II-Richtlinie (jetzt: Art. 13 Seveso-III-Richtlinie) gemäß Leitfaden KAS 18 – für Dritte gezogen. Vielmehr dienten die entsprechenden Darstellungen primär der Illustration des Gefahrenpotentials der Anlage sowie der – nach subjektiver Einschätzung – verbleibenden Möglichkeiten einer eventuellen Gefährdung des Anlagenumfelds. So wurde bereits in einer umfangreichen Untersuchung im Auftrag des Umweltbundesamtes aus dem Jahre 2000 festgestellt, dass „... die

numerischen Ergebnisse als Erwartungswerte mit erheblichen Streuungen interpretiert werden und letzten Endes (ausschließlich) dem Zweck dienen sollen, Einsichten zu vermitteln“.

Entsprechend dieser vergleichsweise geringen Relevanz der Ergebnisse waren und sind die methodischen Festlegungen zu deren Ermittlung – so die ehemalige 3. StörfallVwV und deren unverbindliche Fortführung in der Vollzugshilfe zur StörfallV oder der Abschlussbericht SFK-GS-26 von 1999 – in hohem Maße unbestimmt und extrem offen für Interpretationen. Auch deshalb hat sich bis dato weder in einzelnen Industriezweigen noch in den Bundesländern eine annähernd einheitliche Vorgehensweise im Umgang mit der Thematik etabliert.

Allein der Leitfaden KAS 18 zur Bestimmung angemessener (Sicherheits)abstände nach Art. 12 Seveso-II-Richtlinie (jetzt: Art. 13 Seveso-III-Richtlinie) setzt in diesem Themenfeld nunmehr erste konkretere – wenngleich in Fortführung der traditionellen Herangehensweisen weiterhin unverbindliche und interpretationsfähige – Vorgaben.

Diese generellen Erkenntnisse wurden durch die auftragsgemäß der Bearbeitung zugrunde zu legenden Untersuchungen der beteiligten Sachverständigen zu tatsächlichen Betriebsbereichen und den für diese vorliegenden bzw. gebotenen Ausbreitungsrechnungen bestätigt. Anhand derer sollte ermittelt werden, ob die entsprechenden Betrachtungen hinsichtlich Eingangsdaten, Rechenwegen und Modellen vergleichbar sind, welcher Vertrauensbereich den Ergebnissen zuerkannt werden kann und ob die ermittelten Abstandswerte mit dem Gefahrenpotential des Betriebsbereichs und / oder der tatsächlichen Anlagensicherheit korrelieren.

Im Ergebnis musste konstatiert werden, dass der Vertrauensbereich der Ergebnisse in den konkret betrachteten Fällen durchweg ungenügend ist und die ermittelten Abstandswerte weder mit dem Gefahrenpotential des Betriebsbereichs noch mit der tatsächlichen Anlagensicherheit solide korrelieren.

Damit scheidet eine unmittelbare Anwendung der traditionellen, modellhaften Methoden der Ermittlung, Bewertung und Berechnung von Abstandswerten bei der Festlegung von – für den Anlagenbetreiber oder Dritte – „verpflichtenden“ Abstandswerten weitgehend aus. Wie ausgeführt war und ist der wesentliche Zweck dieses – insoweit auch bewährten – Instrumentariums eben nicht die Festlegung „verpflichtender“ Abstände, sondern die bloße qualitative Darstellung von Situationen.

Dieses negative Ergebnis machte es notwendig, vor einer Beschäftigung mit einem soliden Ansatz zur Abstandsfestlegung die dazu notwendigen grundlegenden Anforderungen zu erarbeiten.

Demnach muss eine solide Abstandsfestlegung wenigstens folgenden Kriterien genügen:

- Die Art der durch eine Abstandsfestlegung zu vermeidenden oder zu mindernden „unerwünschten Ereignisses“ muss eindeutig definiert werden („**Zielbestimmtheit**“).
- Die Abstandsfestlegung muss wenigstens die wesentlichen als für das jeweilige Ereignis relevant bewerteten Eingangsgrößen berücksichtigen („**Vollständigkeit der Eingangsgrößen**“).
- Die Abstandsfestlegung muss naturwissenschaftlich-technische Sachverhalte¹ korrekt erfassen und damit eine sinnvolle Korrelation zwischen Eingangsgrößen und ermitteltem Abstandswert herstellen („**Proportionalität**“).
- Gleiche Eingangsgrößen müssen zu reproduzierbaren, annähernd gleichen Ergebnissen führen („**Konsistenz**“).
- Die Abstandsfestlegung muss für Betroffene im Grundsatz nachvollziehbar sein („**Transparenz**“).

Schon bei dieser grundsätzlichen Betrachtung wurde festgestellt, dass wesentliche Vorarbeiten, um diesen Anforderungen zu genügen, nicht im naturwissenschaftlich-technischen Bereich vorortet sind, sondern rechtlich-staatspolitische Antworten erfordern. So sind insbesondere folgende Fragen zu beantworten:

- An welchem „Ziel“ soll die Abstandsfestlegung orientiert sein, d. h. welchen „Eigenschaften“ der Anlage oder welchen von der Anlage möglicherweise ausgehenden, „unerwünschten Ereignissen“ soll die Abstandsfestlegung Rechnung tragen?
 - o So unterscheidet sich Ansatz und Ergebnis eventuell fundamental, je nachdem
 - ob als „Eigenschaft“ allein das „größte stoffliche Gefahrenpotential“ (und damit als „unerwünschtes Ereignis“ dessen Freisetzung unter bestimmten, ggf. einschränkenden Bedingungen) angesetzt wird²
 - oder ob die Gesamtheit aller möglichen Gefährdungen nach Zahl, Art und Stärke – ggf. oberhalb eines Abschneidekriteriums – abzubilden ist³.

¹ Siehe auch Fußnote 10

² Bisher üblicher deterministischer Ansatz, so im Leitfaden KAS 18

³ Probabilistischer Ansatz

-
- Welches ist die „Höhe des Schutzniveaus“, d. h. wie ist das akzeptable Maß des „unerwünschten Ereignisses“, ab der dieses als unbeachtlich angesehen wird? Im hier vorliegenden Fall der Prognose seltener Ereignisse bedarf es dazu
 - o neben der Festlegung eines die Höhe der tolerablen Belastung beschreibenden Grenzwerts (wie auch im Falle regelmäßiger, bestimmungsgemäßer Immissionen)
 - o zusätzlich wenigstens der Festlegung eines Maßes der Unwahrscheinlichkeit eines Ereignisses⁴, ab der dieses bei der Abstandsfestlegung außen vor bleiben kann.
 - Nur teils naturwissenschaftlich–technisch zu klären ist die Frage: Welche Eingangsgrößen sollen Eingang finden und welche – bspw. weniger relevanten, nicht solide bestimmbar – können außen vor bleiben?
 - Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung ist zudem bereits bei der Abstandsfestlegung folgende ergänzende Frage zu thematisieren: Welches sind Art und Stärke der mit der Abstandsfestlegung verbundenen Folgen für Betroffene?

Im Grunde erst nach Festlegung dieser Grundlagen kann Naturwissenschaft und Technik Empfehlungen bspw. zur „Normierung“ von Eingangsdaten, Rechenwegen und Modellen geben.

Diese Anforderungen wurden mit der derzeitigen Situation verglichen. Wie erwartet, genügt die derzeitige Praxis der Abstandsermittlung mittels Ausbreitungsrechnungen den dargestellten Anforderungen bei weitem nicht, eben da dieser Praxis eine gänzlich andere Zielrichtung als nunmehr möglicherweise intendiert, zugrunde liegt.

Neben dem oben thematisierten Fehlen rechtlich-staatspolitischer Vorgaben liegen fachliche Ursachen in fehlender Normierung und in den (glücklicherweise!) sehr beschränkten naturwissenschaftlich-technischen Erkenntnissen hinsichtlich des Ablaufs der zu modellierenden Störungen und deren tatsächlichen Vielgestaltigkeit, die sich einer Prognose weitgehend entzieht. Dass fehlende Normierung zu einer inakzeptablen Beliebigkeit bei Abstandsbetrachtungen führt, wurde auch durch – über den Auftragsumfang hinaus durchgeführte – Modellrechnungen in einem größeren Kreis von Fachkollegen für zwei präzise vorgegebene Szenarien bestätigt. Diesen Ursachen muss durch Normierung incl. Setzung von Konventionen abgeholfen werden.

⁴ Beim traditionellen deterministischen Ansatz erfolgt diese Festlegung (vereinfacht) indirekt durch die Wahl einer – entsprechend unwahrscheinlichen – Leckgröße bzw. Freisetzungsrates; beim probabilistischen Ansatz sind hierzu komplexe Wahrscheinlichkeitsabschätzungen auf Basis umfassender Datensätze notwendig.

Erste sinnvolle Ansätze einer Lösung durch Schaffung entsprechender Vorgaben sind mit dem Leitfaden KAS 18 geschaffen worden. Allerdings sind hier sowohl aus rechtlicher als auch aus technischer Sicht deutliche Fortentwicklungen angezeigt, insbesondere hinsichtlich weiterer Konkretisierungen durch Konventionen sowie Erhöhung des Grads der Verbindlichkeit.

Zudem kommt jeder Ansatz einer „Normierung“ schon frühzeitig an seine Grenze, wenn die zur Abstandsfestlegung notwendigen Eingangsdaten aufgrund nicht hinreichend präzisierter Genehmigungssituation nicht solide bestimmbar sind – dies ist offensichtlich vielfach der Fall.

Möglichkeiten und Ansätze für Fortentwicklungen sowie damit möglicherweise einhergehende Probleme wurden sodann - aufgrund Restriktionen und Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung nur schlaglichtartig - aufgezeigt.

Dass es nicht Sinn einer einzelnen, nur in kleinem Kreis von Sachverständigen diskutierten Ausarbeitung sein kann, außerordentlich weitreichende Vorgaben abschließend und ohne tiefgreifende Diskussion mit allen betroffenen Interessengruppen in einer quasi technokratischen Art vorzugeben, sei in diesem Zusammenhang ausdrücklich erwähnt.

Ein Schwerpunkt der Betrachtung wurde dabei auf die Möglichkeiten und Grenzen der Normierung von Methoden zur modellhaften Ermittlung, Bewertung und Berechnung von Abständen gelegt. Dabei wurde herausgearbeitet, dass eine weitgehende Normierung zwar zu einer, den obigen Kriterien genügenden Beschreibung des „größten stofflichen Gefahrenpotentials“ mit Hilfe eines Abstandswerts führen kann, dabei aber mit fortschreitender Normierung im Regelfall keine adäquate Beschreibung der tatsächlichen Anlagensicherheit erfolgt. Denn wesentliche Elemente der tatsächlichen Anlagensicherheit entziehen sich regelmäßig einer normierten Beschreibung.

Zudem steigt mit dem Grad der Normierung und damit der Erhöhung der in die Abstandsfestlegung eingehenden nicht fest vorgegebenen Einflussgrößen die Fehler- und Manipulationsanfälligkeit der normierten Methode. Anknüpfend an diese Erkenntnis wurde einstweilen von der Nutzung - gegenüber deterministischen Ansätzen ungleich komplexeren, ein Vielfaches an Eingangsdaten nutzender – probabilistischer Methoden zur Abstandsfindung abgeraten. Die – stets auf Deterministik aufbauende – Probabilistik kann allenfalls nach Bewährung einer noch aufzubauenden soliden deterministischen Methodik zum Zuge kommen.

Ergänzend wurde in einem Exkurs kurz auf andere Möglichkeiten der Abstandsfindung, ohne Rückgriff auf die bisherigen, wesentlich auf Ausbreitungsrechnungen gründenden Methoden eingegangen.

Abschließend wurde kurz beleuchtet, welche Anwendungsbereiche für eine Abstandsfestlegungen offen stünden, wenn diese denn die in den vorangegangenen Abschnitten dargestellten Anforderungen erfüllen würden.

Hier wurde insbesondere dargelegt, dass aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht

- eine gestufte Sichtweise (Zonierung des Abstandsbereichs) angezeigt ist; entsprechende Ansätze wurden dargestellt;
- eine Unterscheidung zwischen Bestands- und Planungssituationen aus diesem Blickwinkel nicht abgeleitet werden kann; auf die aus rechtlich politischer Sicht mögliche deutlich andere Beurteilung wurden hingewiesen.

Über den Auftragsumfang hinaus wurde kurz auf Maßnahmen – auf Seiten der Anlage oder der Nachbarschaft – eingegangen, die eine Minderung eines eventuellen Konflikts aufgrund – wie immer ermittelter – zu geringer Distanz ermöglichen könnten. Hinsichtlich anlagenseitiger Maßnahmen wurde insbesondere auf die sich stellenden Fragen nach dem zu gewährleistenden Sicherheitsniveau – Stand der Technik und Verhältnismäßigkeit – und die Problematik fehlender Deckungsgleichheit von sicherheitstechnischen Verbesserungen einerseits sowie den „normierten“ ermittelten Abstand reduzierenden Maßnahmen andererseits eingegangen. Hinsichtlich Maßnahmen in der Nachbarschaft wurde kurz kritisch auf deren nicht selten beschränkte Eignung, Praktikabilität und Akzeptanz beim Nutzer hingewiesen.

In einem weiteren Exkurs wurde kurz dargestellt, dass aufgrund des tatsächlichen langjährigen Unfallgeschehens hierzulande aus sachverständiger Sicht keine Veranlassung besteht, Abstandsfestlegungen (über die aus anderen bestehenden Regelungsbereichen hinaus) als verpflichtend zum Schutz der Umgebung von Anlagen oder Betriebsbereichen festzulegen. Selbst dort, wo – außerhalb der Bundesrepublik Deutschland – vereinzelt schwerwiegende Folgen von Störfällen außerhalb des Anlagenbereichs aufgetreten sind, wäre diesen meist nicht oder jedenfalls nicht als sinnvollstes und „mildestes“ Mittel mit Abstandsfestlegungen sondern schlicht mit besserer Anlagenüberwachung oder konventionellen (innerbetrieblichen) Sicherheitsmaßnahmen vorzubeugen gewesen.

Zusammenfassend musste festgestellt werden, dass eine solide Abstandsfestlegung für Anlagen und Betriebsbereiche, die dem Störfallrecht unterliegen, mit den derzeitigen Prak-

tiken nicht gegeben ist und auch der Leitfaden KAS 18 allenfalls erste Ansätze hin zu einer soliden Abstandsfestlegung enthält. Für eine rechtlich und naturwissenschaftlich-technisch belastbare Abstandsfestlegung wären umfangreiche und langwierige Vorarbeiten sowohl auf staatspolitischer als auch naturwissenschaftlich-technischer Seite sowie systematische Methodenerprobungen notwendig, so dass eine kurzfristige Umsetzung entsprechender Regelungen nicht möglich erscheint.

Zudem bestehen aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht aus dem Blickwinkel des Schutzes Dritter vor Gefahren erhebliche Zweifel sowohl an der Notwendigkeit als auch an der Geeignetheit entsprechender Abstandsvorgaben. Denn zum einen hätte tatsächlichen Ereignissen in der Vergangenheit oftmals nicht primär mit Abstandsvorgaben begegnet werden können; zum anderen ist es schwerlich möglich, die tatsächliche Sicherheit einer Anlage durch einen Abstandswert angemessen abzubilden.

Der Vollständigkeit halber wurde zum Ende dieser Ausarbeitung auf die Schwierigkeiten und Restriktionen bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung hingewiesen. Infolge dieser sehr beträchtlichen Beschränkungen wurde ausdrücklich darauf verzichtet, diese Ausarbeitung als „Gutachten“ zu benennen; angesichts des Umfangs und der Schwere der aufgezeigten Probleme – die vor einer tatsächlichen Bearbeitung der Aufgabenstellung zu lösen sind – erscheint der Begriff des „Thesenpapiers“ hier eine treffendere Bezeichnung.

Inhalt

1	Einleitung	11
2	Derzeitige Situation der Abstandsfestlegung	15
2.1	Grundsätzliche Vorgehensweise und Typen von Abständen	15
2.2	Abstandsfestlegung bei den vier untersuchten Betriebsbereichen	18
2.3	Vergleich der Ergebnisse zu den vier untersuchten Betriebsbereichen.....	24
2.3.1	Eingangsdaten, Modelle, Rechenwege	24
2.3.2	Variabilität der Eingangsdaten und Vertrauensbereich der Ergebnisse	25
2.3.3	Korrelation der Abstände mit Anlagensicherheit bzw. Gefahrenpotential	27
2.3.4	Weitere Erkenntnisse	30
3	Technische Anforderungen an eine Abstandsfestlegung	33
3.1	Zielbestimmtheit	35
3.2	Vollständigkeit der Eingangsdaten.....	43
3.2.1	Basisdaten	43
	Exkurs Nr. 1 – „Indexmethoden und Anderes“	47
3.2.2	Daten für Ausbreitungsrechnung:	48
	Exkurs Nr. 2 - Quellterme bei komplexen Phänomenen.....	49
3.2.3	Übergeordnete Faktoren	52
3.2.4	Für probabilistische Ansätze notwendige Zusatzdaten	54
3.3	Proportionalität	54
3.4	Konsistenz.....	56
3.5	Transparenz	56
4	Vergleich der derzeitigen Situation mit den Anforderungen	58
4.1	Zielbestimmtheit	58
4.2	Vollständigkeit der Eingangsdaten.....	59
4.2.1	Basisdaten	60
4.2.2	Daten für Ausbreitungsrechnung	65
4.2.3	Übergeordnete Faktoren	70
4.2.4	Für probabilistische Ansätze notwendige Zusatzdaten	70
4.3	Proportionalität	72

4.4	Konsistenz.....	75
4.5	Transparenz.....	75
4.6	Fazit	76
5	Möglichkeiten für eine solide Abstandsfestlegung	80
5.1	Zielbestimmtheit	82
5.2	Vollständigkeit der Eingangsdaten.....	84
5.2.1	Basisdaten	84
5.2.2	Daten für Ausbreitungsrechnung:.....	89
5.2.3	Übergeordnete Faktoren	105
5.2.4	Für probabilistische Ansätze notwendige Zusatzdaten	106
5.3	Proportionalität	106
5.4	Konsistenz.....	107
5.5	Transparenz	107
6	Mögliche Anwendungsbereiche der Abstandsfestlegungen.....	108
6.1	Generelles.....	108
6.2	Beurteilung der Nachbarschaft	110
6.2.1	Beurteilung von Vorhaben und Planungen in der Nachbarschaft.....	116
6.2.2	Beurteilung von Gemengelagen	118
6.3	Beurteilung von Anlagen	118
6.3.1	Beurteilung im Rahmen von Neu- oder Änderungsgenehmigungsverfahren.....	119
6.3.2	Beurteilung des Anlagenbestands	123
	Exkurs Nr. 3 – Brauchen wir einen Abstand?	124
7	Schwierigkeiten der der Bearbeitung der Aufgabenstellung.....	127
8	Resümee.....	129

1 Einleitung

Im Januar 2016 hat das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (nachfolgend NMU) die Sachverständigen nach § 29b BImSchG

- Dr. Ing. Klaus Hermann; INBUREX Consulting Gesellschaft für Explosionsschutz und Anlagensicherheit mbH, Hamm
 - Dipl.-Ing. Maik Bäumer; ISC Inherent Solutions Consult GmbH & Co. KG, Hannover
 - und Dr. Eberhard Dachwitz, TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG, Hannover
- unter Federführung von

- Dipl.-Ing. Jürgen Farsbotter, TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG, Essen

mit der Ausarbeitung von Handlungsvorschlägen zu Abstandsfestlegungen für Anlagen und Betriebsbereiche, die dem Störfallrecht unterliegen, beauftragt. Hierbei soll ausgehend von der derzeitigen Praxis der Abstandsfestlegung untersucht werden,

- welche Anforderungen generell an derartige Festlegungen zu stellen sind,
- ob und wie diese derzeit erfüllt werden und
- ob und auf welche Weise diese zukünftig erfüllt werden könnten.

Hintergrund der Untersuchung sind Überlegungen und Tendenzen, dass an die Abstandsfestlegungen zukünftig womöglich unmittelbare Pflichten für den Betreiber und / oder Dritte nach Einhaltung der festgelegten Abstände zwischen Anlagen resp. Betriebsbereichen nach § 3 (5a) BImSchG und der Umgebung angeknüpft werden könnten. Derzeit bestehen solcherart Pflichten, sieht man von den Vorgaben des allgemeinen Bauordnungsrechts und einigen wenigen spezialgesetzlichen Regelungen (bspw. im Sprengstoffrecht) ab, nicht. Art 12 der Seveso-II-Richtlinie (jetzt Art. 13 der Seveso-III-Richtlinie) und § 50 BImSchG erfordern – vereinfacht – allein eine Berücksichtigung der Abstandsproblematik zwischen solcherart Anlagen / Betriebsbereichen und der Nachbarschaft, nicht aber eine zwingende Abstandswahrung in jedem Fall.

In der Beauftragung des NMU sind die in dieser Untersuchung zu berücksichtigenden Aspekte schlaglichtartig wie folgt aufgeführt:

Entwicklung und Ausarbeitung eines methodischen Ansatzes zur Ermittlung eines Sicherheitsabstandes, dessen Einhaltung als eine Betreiberpflicht mit drittschützender Wirkung gesetzlich ausgestaltet werden könnte und der Problematik bestehender Gemengelagen gerecht würde, auf der Basis der vorhandenen Ermittlungs-, Bewertungs- und Berechnungsmodelle für zu berücksichtigende störfallspezifische Faktoren ... Die deterministische Methodik ist ggf. durch probabilistische Elemente zu ergänzen.

Dieser methodische Ansatz soll als Grundlage für die Entwicklung einer Norm für eine solide Abstandsbetrachtung dienen. Er muss die Anforderungen an eine solide Abstandsbetrachtung und die Anwendbarkeit von Ab-

standsberechnungen zur Beurteilung von Gemengelagen beschreiben. Dazu gehören Nennung und beispielhafte Beschreibung der zu betrachtenden Basisszenarien und der festzulegenden Parameter. Die Probleme und Vorteile probabilistischer Ansätze sind darzustellen. Ferner ist zur Erzielbarkeit einer Korrelation von Abständen mit der tatsächlichen Anlagensicherheit bzw. dem tatsächlichen Gefahrenpotential Stellung zu nehmen. Der erarbeitete Ansatz ist mit dem Leitfaden KAS 18 zu vergleichen.

Die grundlegenden Voraussetzungen für die Anwendung von Abstandsberechnungen zur Beurteilung von Nachbarschaftssituationen sind darzustellen; dabei ist zur Notwendigkeit einer gestuften Betrachtung (Zonierung, gleitender Übergang) Stellung zu nehmen, Ansätze für Sonderregelungen für bestehende Situationen („Altanlagen“, „Gemengelagen“) sind zu benennen.

Hinsichtlich der derzeitigen Situation der Abstandsfestlegung nutzt dieses Thesepapier neben den Erfahrungen der erstellenden Sachverständigen insbesondere Erkenntnisse aus den Untersuchungen der Sachverständigen nach § 29b BImSchG

- Dipl.-Ing. Maik Bäumer über den Betriebsbereich der Firma C,
- Dr. Eberhard Dachwitz über die Betriebsbereiche
 - o der Firma A und
 - o der Firma B und
- Dr. Ing. Klaus Hermann über den Betriebsbereich der Firma D,

sowie deren Erfahrungen aus vergleichbaren Arbeiten sowie ergänzend seitens des Auftraggebers beigestellte Untersuchungen. Dazu werden diese Untersuchungen hinsichtlich der Eingangsdaten, Modelle, Rechenwege verglichen und Ähnlichkeiten und Abweichungen, Variabilität der Eingangsdaten und der Vertrauensbereich der Ergebnisse sowie die Korrelation der Abstände mit der tatsächlichen Anlagensicherheit bzw. dem tatsächlichen Gefahrenpotential (ggf. aus deterministischer und probabilistischer Sicht) betrachtet.

Eine Bewertung dahingehend, ob die zugrunde gelegten Eingangsparameter und Hilfsgrößen die Situation in den jeweiligen Anlagen korrekt erfassen und verwendet wurden sowie eine rechnerische Überprüfung der durchgeführten Untersuchungen erfolgt ausdrücklich nicht. Dies zu gewährleisten ist alleine Aufgabe der jeweiligen Sachverständigen.

Dieses Thesepapier wurde in intensivem fachlichen Dialog aller beteiligten Sachverständigen unter Federführung des nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Sachverständigen Dipl.-Ing. Jürgen Farsbotter, mit Unterstützung durch die nach § 29b BImSchG bekannte Sachverständige Dipl.-Ing. Sibylle Mayer erstellt.

Hinsichtlich des oben wiedergegebenen Auftragsumfangs haben sich im Zuge der Bearbeitung Bedenken, die seitens des federführenden Sachverständigen bereits vor Auftragserteilung vorgebracht wurden, in den Diskussionen mit den sachverständigen Kollegen bestätigt. Diese betreffen die beiden nachstehend hervorgehobenen Unterpunkte

Entwicklung und Ausarbeitung eines methodischen Ansatzes zur Ermittlung eines Sicherheitsabstandes, dessen **(1) Einhaltung als Betreiberpflicht mit drittschützender Wirkung gesetzlich ausgestaltet werden könnte (2) und der Problematik bestehender Gemengelagen gerecht würde,** auf der Basis der vorhandenen Ermittlungs-, Bewertungs- und Berechnungsmodelle für zu berücksichtigende störfallspezifische Faktoren ...

des Auftragstextes. Hierzu haben die Sachverständigen frühzeitig wie folgt Stellung genommen:

ad 1: Eine Abstandsfestlegung, welche mit Rechtsfolgen für Dritte (Betreiberpflicht, Planungsvorgaben o. ä.) verbunden werden soll, muss ein Bündel von Anforderungen erfüllen, die nur zum Teil naturwissenschaftlich-technischen Überlegungen zugänglich sind. So ist bspw. die Frage nach der Festlegung eines akzeptablen Risikos / eines akzeptablen Grenzwerts oder - bei deterministischer Betrachtung - einer "Leckgröße" (die nur ein Maß für eine Art akzeptierte Unwahrscheinlichkeit ist) in erster Linie nicht technisch zu beantworten, sondern unseres Erachtens staatspolitisch / gesellschaftlich zu bearbeiten. ...

ad 2: Ansätze, die eine Abstandsfestlegung unter Berücksichtigung der situativen Vorbelastung (Gemengelage) gestatten, sind nach unserer übereinstimmenden Ansicht nicht naturwissenschaftlich-technisch herleitbar. Insbesondere eventuelle Erleichterungen (abgeschwächte Abstandsforderungen, Übergangsfristen o.ä.) für Bestandssituationen sind allein staatspolitisch / gesellschaftlich zu begründen, in keinem Fall aber "aus der Anlage heraus". ...

Entsprechend können diese beiden Aspekte in der vorliegenden Ausarbeitung nur eingeschränkt behandelt werden.

Zur Einordnung und Abgrenzung der in diesem Thesepapier dokumentierten Feststellungen seien folgende Anmerkungen vorausgeschickt:

- Die Wiedergabe bestehender Festlegungen und Praktiken wird auf das zum Verständnis der Thematik notwendige Minimum beschränkt.
- Die Untersuchung beschränkt sich – auch aus den in Abschnitt 7 genannten Restriktionen – weitgehend auf Abstandsfestlegungen im Zusammenhang mit Szenarien zur luftgetragenen Ausbreitung leicht flüchtiger Schadstoffe; andere gleichfalls womöglich „störfallrelevante“ Ty-

pen von Szenarien (wie Brand, Explosion) werden außen vor gelassen. Szenarien zur luftgetragenen Ausbreitung leicht flüchtiger Schadstoffe sind unter den derzeit üblichen Ansätzen in den weitaus meisten Fällen die für eine – wie immer durchgeführte, durchzuführenden oder durchführbare – Abstandsfestlegung maßgeblichen.

- Das Thesenpapier betrachtet ausschließlich fachlich-(sicherheits)technische bzw. naturwissenschaftliche Aspekte der Fragestellungen; insbesondere rechtliche Aspekte sind nicht Gegenstand der Untersuchung (siehe auch oben betreffs den Auftragsumfang und die diesbezüglichen Bedenken der Sachverständigen).
- Soweit Teilfragestellungen im Wesentlichen in anderen Fachdisziplinen verortet werden, enthält diese Ausarbeitung entsprechende Hinweise – ob und inwieweit dabei jeweils die genau zutreffende Fachdisziplin angeführt ist, kann nicht gewährleistet werden.
- Die Bearbeitung der Aufgabenstellung war mit sehr erheblichen Restriktionen und Schwierigkeiten verbunden, auf die in Abschnitt 7 eingegangen wird. Insoweit kann das hier dokumentierte Ergebnis keinesfalls als Abschluss im Sinne der angestrebten Problemlösung angesehen werden, sondern eher als erster Strukturierungsvorschlag für die weiteren notwendigen Arbeiten und Fragestellungen.
- Ob und inwieweit die dabei aufgezeigten Möglichkeiten letztlich zu einer gangbaren, praktikablen und akzeptierten Lösung führen, wird sich erst im Zuge der notwendigen Konkretisierungen und im Anschluss daran während einer notwendigen umfassenden Erprobungsphase zeigen können.

2 Derzeitige Situation der Abstandsfestlegung

2.1 Grundsätzliche Vorgehensweise und Typen von Abständen

Derzeit werden Abstände für Anlagen, die dem Störfallrecht unterliegen, im Wesentlichen unter den nachstehenden vier Aspekten thematisiert:

1. Nachweis der Erfüllung der Betreiberpflichten zur Verhinderung von Störfällen (§ 3 Abs. 1 StörfallV),
2. Nachweis der Erfüllung der Betreiberpflichten zur Begrenzung von Störfallauswirkungen (§ 3 Abs. 3 StörfallV),
3. Ermittlung angemessener Abstände im Rahmen raumbedeutsamer Planungen und Maßnahmen (§ 50 BImSchG, Artikel 13 Seveso-III-Richtlinie),
4. Ermittlung der erforderlichen Informationen für die Erstellung externer Alarm- und Gefahrenabwehrpläne (§ 9 Abs. 1 Nr. 4 StörfallV).

Die entsprechenden Abstandswerte werden dabei fast stets anhand von Auswirkungsbetrachtungen in Form von (Störfallablauf-) Szenarien festgelegt. Der jeweilige Abstand ist dabei im Falle der (zumeist maßgeblichen) luftgetragenen Ausbreitung leicht flüchtiger Schadstoffe meist durch die Distanz bestimmt, bei der ein festgelegter Grenzwert für die störungsbedingte Immissionskonzentration erstmals unterschritten ist.

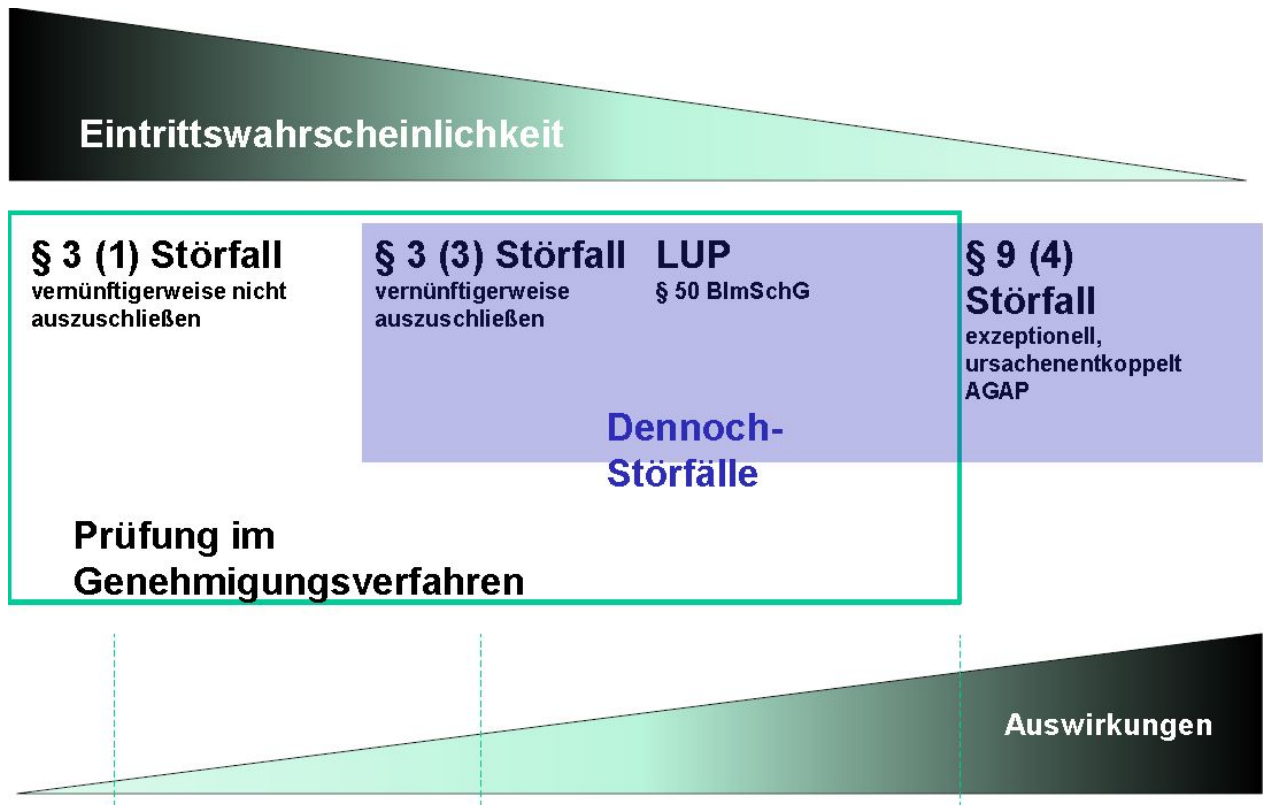
Von (1) nach (4) werden die den Szenarien zugrundeliegenden Annahmen in der Regel vergrößert, so dass parallel die Eintrittswahrscheinlichkeit der entsprechenden Ereignisse abnehmen sollte und die Distanzen steigen. Jedes Szenario für sich ist rein deterministisch, d. h. unter Außerachtlassung von Wahrscheinlichkeitsüberlegungen (Probabilistik) konzipiert.

Für die entsprechenden Szenarien werden u. a. die folgenden Begriffe verwendet:

1. Denkbarer, vernünftigerweise nicht auszuschließender oder Auslegungs-Störfall,
2. Dennoch- oder vernünftigerweise auszuschließender Störfall,
3. LUP- oder KAS 18 – Störfall,
4. Katastrophenschutzfall.

Einheitliche „normierte“ Begrifflichkeiten und Abgrenzungen der unterschiedlichen Szenarien sind allerdings bis dato nicht vorhanden, am ehesten erfolgt eine Orientierung am Abschlussbericht der Störfallkommission „Schadensbegrenzung bei Dennoch-Störfällen – Empfehlungen für Kriterien zur Abgrenzung von Dennoch-Störfällen ...“ der Störfallkommission beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, SFK-GS-26, Oktober 1999.

Eine illustrative Übersicht über die Szenarien zeigt folgende Grafik (© Prof. Dr. Chr. Jochum, D. Dräger, J. Farsbotter)



Mit den Szenarien sind jeweils unterschiedliche Pflichten verknüpft, die – jedenfalls theoretisch – u. a. im Zuge der Anlagengenehmigung und -überwachung (evtl. durch hinzu zu ziehende Sachverständige) zu überprüfen sind. Dies sind – grob vereinfacht – die folgenden:

1. Dies Szenario darf zu keiner ernststen Gefahr im Sinne des Störfallrechts führen, d h. ist kein Störfall im eigentlichen Sinn; hierzu sind betreiberseits angemessene störfallverhindernde Maßnahmen zu dokumentieren⁵.
2. An die Reichweite dieses Szenarios sind meist keine Anforderungen gestellt; für dieses Szenario sind betreiberseits angemessene störfallbegrenzende Maßnahmen zu dokumentieren.

⁵ An dieser – und nur an dieser - Stelle besteht im Übrigen regelmäßig eine direkte Verknüpfung zwischen konkreten anlagenbezogenen Freisetzungsszenarien (wie dem Abblasen eines Sicherheitsventils, der Restmengenfreisetzung bei fehlerhaften Anschlussvorgängen von Fahrzeugen mit gefährlichen Stoffen an die stationäre Anlage) und der Ausführung der Anlage. Denn für diese konkreten Szenarien werden regelmäßig im Rahmen der betreiberinternen Gefahrenanalysen orientierende Berechnungen durchgeführt, um deren Auswirkungen abschätzen zu können. Überschreiten diese Auswirkungen den zulässigen Bereich (oft: die Anlagengrenze) so sind zusätzliche, bspw. MSR-technische Maßnahmen zu deren Verhinderung geboten. Mit Hilfe dieser Maßnahmen wird angestrebt, dass Szenario – nach subjektiver Beurteilung des Sachverständigen – weg aus dem Bereich „(1) Auslegungsfall“ in den Bereich „(2) Dennoch-Fall“ zu verschieben.

3. Diesbezüglich existieren keine einheitlichen Prüfmaßstäbe; für bestehende Situationen wird meist angestrebt, den entsprechenden Abstandswert im Zuge von Erweiterungen / Änderungen an den Anlagen nicht zu vergrößern (siehe u. a. KAS 33).
4. Diesbezüglich existieren keine einheitlichen Prüfmaßstäbe und Anforderungen; in den meisten Fällen dient dies Szenario in erster Linie der Illustration und Information für die Katastrophenschutzbehörden.

Die Prüfung der entsprechenden Szenarien anhand der o. g. Maßstäbe erfolgt in der Praxis nahezu stets ausschließlich in Form einer Plausibilitätsprüfung der Darlegungen des Betreibers, insbesondere hinsichtlich der ins Feld geführten störfallverhindernden und –begrenzenden Maßnahmen, einer qualitativen Prüfung der Ansätze und Eingangsdaten der Berechnung sowie fallweise einer quantitativen Nachrechnung.

Für die Fälle (1) und (2) haben sich in der Praxis über die Jahre hinweg zwar punktuelle Annäherungen hinsichtlich der zu wählenden Ansätze und Rechenwege ergeben; diese sind aber nicht in Form von Empfehlungen oder Normen festgeschrieben. Damit besteht hier bezüglich der Dimensionierung der Szenarien ein überaus großer Gestaltungsspielraum, der je nach Situation (Anlage, Stoffe, Sicherheitskonzept, Umgebung u. a., auch nach Vorgaben und Vorstellungen der beteiligten Fachleute) mehr oder weniger umfassend ausgenutzt wird.

Allein für den Fall (3) existieren mit dem Leitfaden KAS 18 einige – unverbindliche - Empfehlungen hinsichtlich der zu wählenden Ansätze und Rechenwege, die allerdings weiterhin einen sehr erheblichen Gestaltungsspielraum – bspw. hinsichtlich des „Quellterms“ - offen lassen.

Der vorstehend unter (4) angeführte „Katastrophenschutzfall“ ist auftragsgemäß nicht Gegenstand dieser Untersuchung und wird demzufolge nachstehend nicht weiter betrachtet.

Ausbreitungsrechnungen und deren Methoden sind immer wieder Gegenstand von Untersuchungen, allerdings in erster Linie mit wissenschaftlichem oder allgemein technischem Hintergrund. In diesem Thesepapier sollen demgegenüber an naturwissenschaftlich-technische Fragestellungen angrenzende eher grundlegende Aspekte der „Nutzbarkeit“ entsprechender Berechnungen für „Abstandsfestlegungen“ thematisiert werden.

In diesem Übergangsbereich zwischen Technik und Recht angesiedelte Untersuchungen sind bis dato wohl kaum erfolgt. Gleichwohl finden sich einige grundlegende Aussagen und Erkenntnisse zu der hier in Rede stehenden Thematik – wenn auch mit eher technischem Schwerpunkt ohne

Inblicknahme der weiteren Relevanz - bereits im Bericht „Ermittlung und Berechnung von Störfallablaufszenarien nach Maßgabe der 3. Störfallverwaltungsvorschrift“, der im Rahmen des Umweltforschungsplans (Förderkennzeichen UFOPLAN 202 09 428) auf Basis ungleich größerer Ressourcen als sie diesem Thesepapier zugrunde liegen, im Jahre 2000 u.a. durch die Kollegen der TÜV Anlagentechnik GmbH; Unternehmensgruppe TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg, Regionalbereich Berlin und der Technischen Universität Berlin erstellt wurde. Die Kernaussagen des unterdessen 15 Jahre alten Berichts gelten inhaltlich weiter fort und werden durch die hier durchgeführte exemplarische Untersuchung bestätigt. Dies betrifft insbesondere – das Ergebnis dieser Ausarbeitung vorwegnehmend – die Vielgestaltigkeit der Ereignisabläufe, die begrenzten Möglichkeiten zu deren Prognose und Normierung sowie die Variabilität der Ergebnisse.

2.2 Abstandsfestlegung bei den vier untersuchten Betriebsbereichen

Für die vier untersuchten Betriebsbereiche wurden folgende Abstandswerte ermittelt; die Details der jeweils zugrunde liegenden Szenarien, Rechenwege und verwandten Rechenprogramme sowie die Bewertung der jeweiligen Berechnungen durch die sachverständigen Kollegen finden sich im Anhang (Abschnitt 8).

Für den **Betriebsbereich A** wurden als Auslegungs- und Dennoch-Störfälle der Abbrand eines Stoffes A-1 und von A-2 sowie die luftgetragene Freisetzung der Brandprodukte betrachtet. Zusätzlich wurde die unmittelbare luftgetragene Freisetzung von A-3 betrachtet, wobei A-3 allerdings im Betriebsbereich A nicht in industriellem Maßstab verwendet wird, sondern nur in laborüblichen Mengen. A-3 wird als abdeckend hinsichtlich des toxischen Gefahrenpotentials der tatsächlich verwendeten Stoffe betrachtet.

Als Auslegungsfälle wurden die Freisetzung von A-1 im Bereich der LKW-Be- und Entladestelle mit anschließendem Abbrand und der Absturz eines 1.000-l-Transportgebindes mit A-2 auf dem Betriebsgelände stellvertretend für andere entzündbare Flüssigkeiten mit anschließendem Brand betrachtet. Anstelle einer Leckannahme folgt die Freisetzungsrates der Schadstoffe hier aus dem Produkt von Brandfläche (gemäß örtlichen Gegebenheiten), Schadstoffbildungs- und Abbrandrate (ohne Quellenangabe). Es resultieren Abstände von weniger als 60 m für den Abbrand von A-2 (bezogen auf die Wärmestrahlung), weniger als 30 m (bezogen auf die Schadstoffbildung) sowie unter 50 m für den Abbrand von A-1 (bezogen auf die Schadstoffbildung).

Als „Dennoch-Fall“ wurde der Abbrand von A-1 in einer Tankwanne betrachtet. Es ergibt sich ein Abstand von unter 80 m (bezogen auf die Schadstoffbildung). Es ergeben sich je nach Schadstoff unterschiedliche Werte, augenscheinlich ist der jeweils größte der bestimmende. Allerdings werden jeweils Werte für zwei verschiedene atmosphärische Bedingungen genannt, keiner der Werte ist ausdrücklich als „der Abstand“ klassifiziert.

Als LUP-Fälle werden die Freisetzung von A-3 aus einem 1.000-l-Gebinde während des Transportvorgangs mit direkter Verdampfung / Verdunstung aus der Lache, mit anschließendem Abbrand sowie die Freisetzung einer leicht entzündlichen Flüssigkeit (A-4) im Bereich der Abtankstellen durch eine Leckage in der Transportleitung zum Tanklager außerhalb der Tankwannenbereiche betrachtet. Es resultieren angemessene Abstände in Höhe von unterhalb von 20 m für die Verdampfung / Verdunstung von A-3 aus der Lache, von 60 m bezogen auf die Wärmestrahlung beim Abbrand von A-3 und von 120 m bezogen auf die Wärmestrahlung beim Abbrand einer leicht entzündlichen Flüssigkeit A-4 im Bereich der Abtankstellen.

Ergänzende Maßnahmen zur Reduzierung der ermittelten Abstandswerte werden als nicht notwendig angesehen, da die Abstandswerte hinreichend klein sind und die Anlagen (insbesondere infolge Einhausung) dem Stand der Technik entsprechen oder sogar darüber hinaus gehen.

Von den sachverständigen Kollegen wurde auf folgende Punkte hingewiesen, die auf eventuelle Inkonsistenzen der Gesamtbetrachtung hindeuten oder bei denen eine abweichende Beurteilung möglich oder angezeigt ist; zahlenmäßig abweichende Beurteilungen sind hier – angesichts der nachfolgend in dieser Ausarbeitung dargestellten Variabilität – nicht aufgeführt:

- Es erscheint wenig plausibel, für unterschiedlichen Arten von Szenarien (Auslegung, Dennoch, LUP) unterschiedliche Stoffe oder unterschiedliche Phänomene zugrunde zu legen⁶. Hier wird als LUP-Szenario, da der Leitfaden KAS 18 die Betrachtung von infolge Bränden gebildeten Schadstoffen nicht betrachtet, die luftgetragene Freisetzung von A-3 betrachtet, das im Betriebsbereich jedoch nicht verwendet wird.
- Die komplexe Umgebungs- und Bebauungssituation wurde nicht berücksichtigt und gewürdigt. Abstandsreduzierungen sind durch Abschirmungen von Schutzobjekten durch die Bebauung denkbar (z.B. Lärmschutzwand im Bereich der Umgebung).

⁶ Es sei denn, einzelne Arten von Szenarien sind nach Fachvorgaben unbeachtlich, wie bspw. Entstehen von Brandprodukten bei LUP-Fällen nach Leitfaden KAS 18

- Die – wohl infolge der „unbestimmten Genehmigung“ – zahlreichen beschriebenen Störfälle führen zu einer gewissen Unübersichtlichkeit. Insbesondere bei der Festlegung der Auslegungs- und Dennoch-Störfälle kann teilweise auch eine abweichende Zuordnung erfolgen.

Für den **Betriebsbereich B** wurden als Auslegungs- und Dennoch-Störfälle die Freisetzung von B-1 (x Gew.-%), B-2 (y Gew.-%) und B-3 betrachtet.

Die Freisetzungsraten durch Verdunstung ergibt sich aus der Größe der – stationär vollständig benetzt unterstellten – Auffangraumfläche (gemäß örtlichen Gegebenheiten) sowie der Verdunstungsrate (berechnet nach Formel des TÜV Rheinland).

Es resultieren Abstandswerte unter 40 Meter für die Auslegungsfälle und unter 100 Meter für die Dennoch-Fälle (mittlere Situation). Es werden Werte für zwei verschiedene atmosphärische Bedingungen genannt, keiner der Werte ist ausdrücklich als „der Abstand“ klassifiziert.

Als LUP-Szenario wird die Freisetzung des wasserreaktiven Stoffes B-4 betrachtet. Hierbei wird sowohl die Verdunstung als auch die Reaktion mit Wasser gem. Leitfaden KAS-32 betrachtet. Es ergibt sich ein Abstand von weniger als 190 m bei der Reaktion mit Wasser und Bildung von B-4* und von 300 m bei der Verdunstung. Es wird ein angemessener Abstand von 300 m für den Betriebsbereich der Fa. B festgelegt.

Ergänzende Maßnahmen zur Reduzierung der ermittelten Abstandswerte werden als nicht notwendig angesehen, da die Abstandswerte hinreichend klein sind und die Anlagen (insbesondere infolge Einhausung) dem Stand der Technik entsprechen oder sogar darüber hinaus gehen.

Von den sachverständigen Kollegen wurde auf folgende Punkte hingewiesen, die auf eventuelle Inkonsistenzen der Gesamtbetrachtung hindeuten oder bei denen eine abweichende Beurteilung möglich oder angezeigt ist; zahlenmäßig abweichende Beurteilungen sind hier – angesichts der nachfolgend in dieser Ausarbeitung dargestellten Variabilität – nicht aufgeführt:

- Es erscheint wenig plausibel, für unterschiedlichen Arten von Szenarien (Auslegung, Dennoch, LUP) unterschiedliche Stoffe oder unterschiedliche Phänomene zugrunde zu legen (s. Fußnote bei „A“). Hier wird als LUP-Szenario der wasserreaktive Stoff B-4 betrachtet, wogegen dieser Stoff nicht als Auslegungs- oder Dennoch-Fall auftritt.
- Eine Berechnung der Abdampfrate mit anderen Formeln z. B. von Mackay / Matsugu führt bei den betrachteten Randbedingungen zu deutlich höheren Freisetzungsraten als das Modell des TÜV Rheinland.

- Für Dennoch-Störfälle ist es – auch zwischen den Vollzugsbehörden - umstritten, ob nur die mittleren meteorologischen Bedingungen zugrunde gelegt werden sollen oder auch die ungünstigsten (mit Sperrschicht).
- Die – wohl infolge der „unbestimmten Genehmigung“ – zahlreichen beschriebenen Störfälle führen zu einer gewissen Unübersichtlichkeit. Insbesondere bei der Festlegung der Auslegungs- und Dennoch-Störfälle kann teilweise auch eine abweichende Zuordnung erfolgen.
- Die komplexe Umgebungs- und Bebauungssituation wurde nicht berücksichtigt und gewürdigt. Abstandsreduzierungen sind durch Abschirmungen von Schutzobjekten durch die Bebauung denkbar.

Für den **Betriebsbereich C** wurde als Auslegungs- und Dennoch-Störfälle die luftgetragenen Freisetzung von C-1 betrachtet.

Die Leckannahme wird gemäß den gebräuchlichen Regeln nach Strohmeier (Auslegungsfall) bzw. in Anlehnung an Brötz (Dennoch-Fall) bestimmt, die sonstigen Randbedingungen teils anhand der Situation in der Anlage, teils auf Basis vereinfachender Annahmen ohne nähere Erläuterungen.

Es resultieren Abstandswerte bis 100 Meter für den Auslegungsfall, bis ca. 350 Meter für den Dennoch-Fall. Es wird in beiden Fällen ein Bündel von optionalen Zahlenwerten (für verschiedene Beurteilungswerte und atmosphärische Bedingungen) genannt, anhand derer die Einhaltung der Schutzziele diskutiert und bewertet wird.

Ergänzende Maßnahmen zur Reduzierung der ermittelten Abstandswerte werden erwähnt (insbesondere Einhausung), aber als unverhältnismäßig verworfen.

Als KAS 18 – Störfall wird ebenfalls die luftgetragene Ausbreitung von C-1 untersucht. Das zu unterstellende Leck wurde mit 80 mm² angenommen. Plausibilitätsprüfungen haben ergeben, dass ein Leck in der Größenordnung von 490 mm² in der Anlage technisch auszuschließen ist und die bei einem solchen Fall freigesetzten Mengen das Leistungsvermögen der Anlage überschreiten. Alle anderen Parameter wurden im Wesentlichen entsprechend KAS-18 gewählt. Unter diesen Bedingungen wurde ein Abstand von 220 m ermittelt und als angemessener Abstand empfohlen. Denkbare Maßnahmen zur Reduzierung des Sicherheitsabstandes wurden diskutiert, aber als unverhältnismäßig verworfen. Dies auch unter dem Gesichtspunkt, dass die Annahmen zur Ermittlung des angemessenen Abstandes keinen Bezug zum vorhandenen Sicherheitsniveau der Anlage haben, sondern im Sinne einer Konvention angewendet wurden.

Von den sachverständigen Kollegen wurde auf folgende Punkte hingewiesen, die auf eventuelle Inkonsistenzen der Gesamtbetrachtung hindeuten oder bei denen eine abweichende Beurteilung möglich oder angezeigt ist; zahlenmäßig abweichende Beurteilungen sind hier – angesichts der nachfolgend in dieser Ausarbeitung dargestellten Variabilität – nicht aufgeführt:

- Annahmen zur Leckgröße: In allen Szenarien kann unter Berücksichtigung anderer Annahmen eine abweichende Leckgröße ermittelt werden. Dies gilt insbesondere für die Reduzierung der Leckgrößen für Dennoch-Szenario und KAS-18-Szenario, bei denen der Beitrag störfallbegrenzender Maßnahmen auch anders bewertet werden kann.
- Der ermittelte Flash-Anteil und die berechnete Verdunstungsrate von C-1 sind in erheblichen Maßen abhängig von den eingesetzten Modellen. Dies wird insbesondere beim Auslegungstörfall sichtbar, der mit anderen Modellen berechnet wurde.
- Die komplexe Umgebungs- und Bebauungssituation wurde kaum berücksichtigt und gewürdigt. Einerseits sind Abstandreduzierungen durch Abschirmung von Schutzobjekten durch die Bebauung denkbar, andererseits kann es partiell auch zu größeren Abständen kommen, wenn entlang von Straßen oder Durchführungen der Stoffstrom geführt wird. Dies gilt auch für die Lage des Betriebsbereiches. Hier haben die verwendeten Modelle erhebliche Einschränkungen. In Anbetracht der übrigen pauschalierten Annahmen ist der Mehrwert vermeintlich genauerer Modelle aber fraglich.

Für den **Betriebsbereich D** wurden als Auslegungs- und Dennoch-Störfälle die Freisetzung und Entzündung von hochentzündlichen Gasen (D-1, D-2, D-3) sowie die Freisetzung und atmosphärische Ausbreitung von brandfördernden Gasen (D-4, D-5) und toxischen Gasen (D-6) betrachtet. Die Freisetzungsraten ergeben sich entweder aus anlagentechnischen Gegebenheiten (Kapazität von Sicherheitsventilen) oder pauschalen Annahmen für die Leckgröße bei Druckgasflaschen (die empirischen Ansätze nach Strohmeier bzw. Brötz sind hierfür wenig geeignet).

Es resultieren Abstandswerte bis ca. 10 m für die Auslegungs-Störfälle und bis ca. 60 m (D-3-Explosion) bzw. ca. 90 m (Freisetzung und atmosphärische Ausbreitung von D-6) für den Dennoch-Störfall. Der Dennoch-Störfall „D-6“ wird als abdeckend für den gesamten Betriebsbereich angesehen.

Ergänzende Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen sind nicht erforderlich, denkbare ergänzende Maßnahmen zur Begrenzung der Störfallauswirkungen bei einer Freisetzung toxischer Gase (Einhausung des Lagerbereiches, Installation einer ortsfesten Gaswarneinrichtungen, eines

Abluftventilators und einer geeigneten Rückhalteeinrichtung wie z.B. ein Notfall-Adsorber) werden aufgezeigt, aber als unverhältnismäßig bewertet.

Als KAS 18 – Störfall wurde die Freisetzung und atmosphärische Ausbreitung von D-7 und D-6 untersucht. Bei der Ermittlung eines angemessenen Abstands wurden die anlagentechnischen Besonderheiten eines Umfüllwerks und Gaselagers berücksichtigt, insbesondere die Tatsache, dass die toxischen Gase ausschließlich in einzelnen verschlossenen und gesicherten Druckgasflaschen mit einem Volumen von max. 50 l gehandhabt werden. Es wurden hierbei zwei verschiedene Ansätze verfolgt:

- Die Ermittlung eines angemessenen Abstands mit vereinfachten Detailkenntnissen: hierbei wird der Empfehlung des KAS-18-Leitfadens für die Mindest-Leckgröße bei Lagerung in Druckgefäßen gefolgt und eine Leckgröße von 80 mm² angesetzt. Abweichend von den Annahmen des KAS-18-Leitfadens wird jedoch eine Freisetzung aus der Gasphase betrachtet, da die umgeschlagenen Druckgasflaschen generell nur Anschlüsse in der Gasphase haben.
- Die Ermittlung eines angemessenen Abstands mit besonderen Detailkenntnissen: hierbei wird dem tatsächlichen Anschlussmaß der Flaschenabsperrventile Rechnung getragen (DN 6) und als Leckgröße ein Wert von 12,6 mm² (vollständig geöffnetes Flaschenabsperrventil) angesetzt. Die Berechnung erfolgt gleichfalls für eine Freisetzung aus der Gasphase.

Alle anderen Parameter wurden entsprechend KAS-18-Leitfaden gewählt. Unter diesen Bedingungen wurde ein Abstand von 200 m (vereinfachte Detailkenntnisse) bzw. 100 m (besondere Detailkenntnisse) ermittelt. Letzterer Wert wurde als angemessener Abstand empfohlen.

Das Szenario mit vereinfachten Detailkenntnissen wurde bei gleichen Eingangsparametern und Randbedingungen zusätzlich mit einem anderen Rechenmodell (PHAST, Unified Dispersion Model) berechnet. Es ergaben sich erhebliche Unterschiede in den Ergebnissen. Bei diesem Beispiel sind die Werte mit PHAST um einen Faktor von 3 bis 4 größer als mit dem Rechenmodell nach VDI 3783.

Die konkrete Umgebungs- und Bebauungssituation kann mit dem verwendeten Rechenmodell nur grob berücksichtigt werden. Die vorhandene Bebauung an der Grenze des Betriebsbereiches (Mauern, angrenzende Gebäude der benachbarten Betriebe) führt zu Strömungsumlenkungen und Verwirbelungen. Diese Effekte können nicht angemessen erfasst werden und sowohl zu ei-

ner Abstandreduzierung als auch Abstandsvergrößerung führen (abhängig von der tatsächlichen atmosphärischen Ausbreitungssituation und sonstigen zufälligen Faktoren).

Denkbare anlagenseitige Maßnahmen zur Reduzierung des Sicherheitsabstandes sind oben genannt (aber unverhältnismäßig), wirksame Maßnahmen im Bereich der städtebaulichen Planung sind offensichtlich nicht verfügbar. Unabhängig hiervon ist eine Korrelation zwischen dem angemessenen Abstand und dem technischen Sicherheitsniveau der Anlage ohnehin nicht im Sinne des KAS-18-Leitfadens.

Von den sachverständigen Kollegen wurde auf folgende Punkte hingewiesen, die auf eventuelle Inkonsistenzen der Gesamtbetrachtung hindeuten oder bei denen eine abweichende Beurteilung möglich oder angezeigt ist:

- Der Ausschluss eines Auslegungs-Störfalls für die Freisetzung und atmosphärische Ausbreitung toxischer Gase bei ausschließlich passiver Lagerung von Druckgasflaschen (verschlossen und gesichert);
- Die Beschränkung der KAS 18 – Störfälle auf eine Freisetzung aus der Gasphase (anstelle einer Freisetzung aus der Flüssigphase).

2.3 Vergleich der Ergebnisse zu den vier untersuchten Betriebsbereichen

2.3.1 Eingangsdaten, Modelle, Rechenwege

Die vier untersuchten Fälle sind von sehr unterschiedlicher Art und verwenden deshalb ganz unterschiedliche Sätze von Eingangsdaten; es handelt sich im Wesentlichen um

- Ausbreitung von Brandprodukten ohne Diskussion einer zugrundeliegenden Leckage o. ä., unter Ansatz vollständig benetzter Auffangflächen, die zugleich Brandflächen sind.
- Stationäre Lachenverdunstung ohne Diskussion einer zugrundeliegenden Leckage o. ä., unter Ansatz vollständig benetzter Auffangflächen
- Freisetzung aus Rohrleitungen unter Ansatz von Leckannahmen nach gebräuchlichen Regeln
- Freisetzung aus Gasflaschen unter Ansatz pauschaler – teils aus den technischen Randbedingungen abgeleiteten – Leckannahmen.

Da also teils ganz unterschiedliche Arten von Eingangsdaten für die Berechnung benötigt und verwendet werden (bspw. in einem Fall Abbrandrate, in einem anderem Leckgröße, in einem weiteren Parameter zur Beschreibung der Lachenverdunstung) ist ein strukturierter Vergleich der Daten nicht möglich.

Soweit aus einzelnen Parametern, die wenigstens in einigen der Fälle ähnlich Eingang finden, weitergehende Erkenntnisse gezogen werden können, wird darauf in Abschnitt 4 bei der Behandlung der entsprechenden Eingangsdaten eingegangen.

Auch hinsichtlich der Modelle ist, da ganz unterschiedliche Phänomene untersucht werden, ein Vergleich nur sehr eingeschränkt möglich. Gemeinsam ist allen vier Fällen nur der „letzte Schritt“ der Ausbreitung, d .h. die Verfrachtung der Schadstoffe über den Luftpfad.

Diese wird in der Mehrzahl der Fälle mit dem Modell der VDI-Richtlinie 3783 berechnet, in einem Fall mit einem alternativen Modell (Unified dispersion model im Programmpaket „Phast“). Die Ergebnisse sind, wie insbesondere die Berechnung „D – KAS 18“ zeigt, gravierend voneinander abweichend.

Zu daraus und aus den generellen Erfahrungen der Sachverständigen ableitbaren Erkenntnissen siehe Abschnitt 4.3 (und 4.4) dieser Ausarbeitung.

Entsprechend den ganz unterschiedlichen untersuchten Phänomenen sind auch die Rechenwege ganz unterschiedlich, so dass auch hier ein Vergleich nicht möglich ist.

Zusammenfassend kann schon an dieser Stelle allerdings statuiert werden, dass die Untersuchungen zu den vier Betriebsbereichen eine sehr große Vielgestaltigkeit der Erscheinungsformen unerwünschter Ereignisse belegt. Auch die Erkenntnisse aus weiteren Untersuchungen, die teils vom Auftraggeber ergänzend beigelegt wurden, bestätigen dies im Grundsatz.

Darauf und auf die daraus für die generelle Fragestellung abzuleitenden Folgen wird noch einzugehen sein.

2.3.2 Variabilität der Eingangsdaten und Vertrauensbereich der Ergebnisse

Wie vorstehend erläutert kann alleine durch Vergleich der vier untersuchten Betriebsbereiche aufgrund der sehr unterschiedlichen betrachteten Szenarien, die nur teils und dann auch nur

punktuell, vergleichbare Eingangsdaten verwenden, kaum eine belastbare Aussage zur Variabilität der Eingangsdaten und zum Vertrauensbereich der Ergebnisse gemacht werden.

Zudem könnten von Fall zu Fall Abweichungen in den Eingangsdaten auch tatsächlich durch die Gegebenheiten vor Ort bedingt sein, bspw. unterschiedliche mittlere Windgeschwindigkeiten je nach Standort.

Um gleichwohl zu dieser Fragestellung eine erste Bewertung abgeben zu können, wurden – über den Auftragsumfang hinaus – die beteiligten Sachverständigen befragt, welche Variabilität der Eingangsdaten und welchen Vertrauensbereich der Ergebnisse sie den jeweils von Ihnen untersuchten Fällen zuweisen würden. Konkret war also seitens der Kollegen für die jeweilige unveränderte Situation zu diskutieren, ab welcher Abweichung bei den Eingangsdaten bzw. den Ergebnissen die Ausbreitungsrechnung als nicht mehr „korrekt“ angesehen werden müsste bzw. welche Abweichungen noch als „tolerabel“ angesehen werden könnten.

Wenn auch in diesem Punkt Angaben nicht in allen Fällen oder vollständig vorlagen, so ist das Ergebnis doch illustrativ:

- Die Toleranz der Eingangsdaten – insbesondere der angesetzten Leckgröße - wurde als sehr hoch eingeschätzt; so wurden Faktoren von 2, 5, 6 oder auch 10 genannt.
- Die Toleranz der Ergebnisse – bei festen Eingangsdaten - wurde ähnlich mit Faktoren von 1,2 (d. h. 20% Abweichung), 2 oder 3 bis 4 (d.h. 400 % Abweichung) bewertet.

Insgesamt ergibt sich damit die Einschätzung, dass die Ergebnisse in Abhängigkeit der Eingangsdaten gut und gerne um eine Größenordnung schwanken können, d. h. anstelle bspw. 200 Meter auch deutlich mehr als 1 Kilometer als Abstandswert resultieren könnte, ohne dass einer der beiden Werte als „falsch“ zu klassifizieren wäre. Diese Einschätzung wird im Übrigen auch durch die Ergebnisse des o. g. Berichts im Rahmen des Umweltforschungsplans im Grundsatz gestützt, auch dort bereits wird den Ergebnissen nur zugestimmt, dass sie als „Erwartungswerte mit erheblichen Streuungen zu interpretieren sind und letzten Ende (nur) dem Zweck dienen sollen, (erste) Einsichten zu vermitteln“, also das Gefahrenpotential qualitativ zu illustrieren.

Auch allein die Tatsache, dass seitens der Sachverständigen in der Mehrzahl der Fälle für ein Szenario mehrere – bis zu sechs – teils um eine Größenordnung unterschiedliche Abstandsalternativen als Ergebnis angeboten wurden, deutet im Übrigen darauf hin, dass wenig Vertrauen in die „Genauigkeit“ der Ergebnisse besteht.

Zusammenfassend ist an dieser Stelle damit schon festzuhalten, dass

- seitens der beteiligten Sachverständigen bis dato weder die Toleranzen der Eingangsdaten noch der Vertrauensbereich der Ergebnisse regelmäßig kritisch hinterfragt wurde,
- wenigstens Teile der Eingangsdaten und der Ergebnisse augenscheinlich keinen belastbaren Vertrauensbereich überhaupt aufweisen, sondern allenfalls größenordnungsmäßige Abschätzungen darstellen.

Letzteres ist, so die Diskussion im Kollegenkreis, gerade auch Grund dafür, dass die Frage der Toleranzen und des Vertrauensbereichs regelmäßig nicht thematisiert wird.

2.3.3 Korrelation der Abstände mit Anlagensicherheit bzw. Gefahrenpotential

Vor Bearbeitung der Frage nach der „Korrelation der Abstände mit der tatsächlichen Anlagensicherheit bzw. dem tatsächlichen Gefahrenpotential (ggf. aus deterministischer und probabilistischer Sicht)“ ist festzulegen, was unter „tatsächlicher Anlagensicherheit“ bzw. „tatsächlichem Gefahrenpotential“ zu verstehen ist.

Hinsichtlich des „tatsächlichen Gefahrenpotentials“ und der Möglichkeit zu dessen Definition sei auf die Ausführungen in Abschnitt 3.2.1 dieser Ausarbeitung verwiesen. Nur wenn man als „tatsächliches Gefahrenpotential“ allein das „größte stoffliche Gefahrenpotential einer Anlage / eines Betriebsbereichs“ unter weitgehender Außerachtlassung

- aller weiteren stofflichen Gefahrenpotentiale nach Art, Ort und Anzahl sowie
- der tatsächlichen Anlagensicherheit resp. der diese bedingenden wesentlichen generellen sicherheitstechnischen Gegebenheiten (siehe Abschnitt 3.2.3 dieser Ausarbeitung)

setzt, kann⁷ wenigstens eine qualitative Beziehung zwischen dem stofflichen Gefahrenpotential und den dokumentierten Ausbreitungsrechnungen bestehen.

Diese beschränkt sich allerdings bei den typischerweise betrachteten Szenarien⁸ im Wesentlichen auf die relevanten Stoffe selbst, das grundsätzliche Phänomen (bspw. Gasfreisetzung, Ver-

⁷ Dabei wird ohne weitere Prüfung unterstellt, dass die durchgeführten Ausbreitungsrechnungen tatsächlich insoweit das „richtige“ Gefahrenpotential erfasst haben.

⁸ Eine Ausnahme bilden die in Abschnitt 1 in Fußnote 5 erwähnten konkreten Freisetzungsszenarien. Bei diesen besteht oft eine vergleichsweise direkte Verknüpfung mit Gefahrenpotential und Anlagensicherheit. Allerdings werden gerade diese Szenarien, da sie (soweit ggf. mit der Möglichkeit ernster Gefahren verbunden) durch weitgehende MSR-technische Maßnahmen „ausgeschlossen“ werden, oft nur betreiberintern dokumentiert und finden keinen – oder allenfalls als „Dennoch-Fall“- Eingang in die „typischen“ Ausbreitungsrechnungen in Sicherheitsberichten etc. Eine Ausnahme sind (wie hier im Fall D) konkrete Szenarien bspw. der Freisetzung vergleichsweise harmloser Stoffe über Sicher-

dunstung oder Brand) und dessen Ablauf, eine wie immer geartete Proportionalität zwischen stofflichem Gefahrenpotential und den ermittelten Abständen ist dadurch aber nicht zu gewährleisten. Insoweit sind die Ausbreitungsrechnungen allenfalls sinnvoll und geeignet allein dazu, das stoffliche Gefahrenpotential grob anschaulich darzustellen, d.h. – wie oben bereits zitiert - . „ ... letzten Ende (nur) dem Zweck dienen sollen, (erste) Einsichten zu vermitteln“

Die für diesen Befund aus den vier vorliegenden Untersuchungen und den generellen Erkenntnissen der Beteiligten ableitbaren Ursachen werden in Abschnitt 4 diskutiert.

Zudem sei an dieser Stelle schon die Frage aufgeworfen, wie es bei den heute gemeinhin üblichen „dreistufigen“ Ausbreitungsrechnungen (Auslegungsfall, Dennoch-Fall, LUP-Fall) denkgesetzlich überhaupt möglich sein sollte, dass drei regelmäßig deutlich unterschiedliche Abstandswerte gleichermaßen mit einer – wie immer definierten – einheitlichen Größe, wie dem „größten stofflichen Gefahrenpotential“ korrelieren. Das diesem Gedanken innewohnende logische Paradoxon wird noch gesteigert, wenn – wie in vielen der zugrundegelegten Fälle - mehrere unterschiedliche Abstandswerte für einen Fall „angeboten“ werden, sei es durch Variation von Eingangsgrößen, Modellen oder durch unterschiedliche Beurteilungswerte.

Wenn schon die ermittelten Abstandswerte nicht sinnvoll und eindeutig mit dem – wie immer genau definierten – „größten Gefahrenpotential“ korrelieren, so ist eine Korrelation mit der „tatsächlichen Anlagensicherheit“ erst recht nicht gegeben. Denn die „tatsächliche Anlagensicherheit“ ist – unbeschadet des Fehlens einer angemessenen Definition – jedenfalls grob vereinfacht eine Funktion des (stofflichen) Gefahrenpotentials einerseits und der Gesamtheit der Sicherheitmaßnahmen andererseits.

Je mehr, vollständiger und „genauer“ (sowohl aktive und passive als auch organisatorische) Maßnahmen bei der Bewertung einer Anlage Berücksichtigung finden, umso mehr „näht“ sich die Beschreibung des „größten stofflichen Gefahrenpotentials“ der Beschreibung der „tatsächlichen Anlagensicherheit“. Mit dem Umfang und der Komplexität der dabei zu berücksichtigenden Maßnahmen steigen allerdings auch Schwierigkeiten bei der Beschreibung insgesamt, bei der

heitsventile, für die der tatsächliche Ausschluss einer ernststen Gefahr im Sicherheitsbericht nachgewiesen werden kann. Ansonsten ist gerade die erreichte Qualität der Absicherung gegen derlei konkrete Szenarien ursächlich dafür, dass für die „typischen“ Ausbreitungsrechnungen in Sicherheitsberichten oft „nur“ – wenig konkrete – Leckagefälle etc. verbleiben.

In den vier vorliegenden Untersuchungen ist – mit Ausnahme „D“ - kein solcher konkreter Fall dokumentiert. Diese Art Fälle wird deshalb im Weiteren außen vor gelassen.

Bewertung einzelner – insbesondere nichttechnischer - Maßnahmen und dem Gesamtergebnis. Dies dahingestellt gilt jedenfalls

- Für die erstgenannte Eingangsgröße (stoffliches Gefahrenpotential) musste bereits festgestellt werden, dass dies nicht mit dem Abstandswert korreliert.
- Für die zweite Größe (Gesamtheit der Sicherheitstmaßnahmen) ist banal festzustellen, dass diese in die Abstandsbestimmung nach heutigen Methoden in der Regel⁹ überhaupt nicht eingeht und auch nicht eingehen kann, es sei denn durch zahlenmäßig nicht begründbare pauschale Hilfsannahmen. Dies gilt insbesondere für die die Anlagensicherheit wesentlich bestimmenden, in Abschnitt 3.2.3 dieser Ausarbeitung thematisierten übergeordneten Faktoren. Aber auch konkrete, auf bestimmte Stoffe, Anlagenteile oder Szenarien bezogene Maßnahmen finden bei den typischen Szenarien allenfalls durch die genannten Hilfsannahmen (wie Ansatz einer „kleineren“ Leckgröße oder einer kürzeren Freisetzungszeit) Eingang bei der Abstandsermittlung.

Zusammenfassend muss konstatiert werden, dass eine Korrelation des Abstandswerts mit der „tatsächlichen Anlagensicherheit“ nicht gegeben ist und mittels Ausbreitungsrechnungen wohl auch nicht erzielbar sein wird.

Auf eine – über den Auftragsumfang hinausgehende – langfristige, allerdings keinesfalls „genaue“ Ergebnisse liefernde, sondern eher einem „Screening“ dienende - Lösungsalternative wird kurz im Exkurs Nr. 1 nach Abschnitt 3.2.1 dieser Ausarbeitung eingegangen werden.

Die – in Abschnitt 5 dieser Ausarbeitung näher untersuchte – mögliche „Normierung“ von Methoden zur Abstandsfestlegung dürfte aufgrund Umfang und der Komplexität der in die Anlagensicherheit insgesamt eingehenden Maßnahmen (insbesondere auch nichttechnischer Maßnahmen) im Übrigen kaum geeignet sein, "Anlagensicherheit als solche" treffend zu beschreiben. Denn die dort zu berücksichtigenden Faktoren entziehen sich einer quantitativen Erfassung zu einem erheblichen Teil und sind nur subjektiv zu beurteilen. Beschreibbar mit „normierten Methoden“ ist – wenn überhaupt – eher das „größte Gefahrenpotential“.

⁹ Wiederum ausgenommen, die – hier nicht weiter behandelten – oftmals nur betreiberinternen Betrachtungen zu konkreten Freisetzungsszenarien, wie dem Abblasen eines Sicherheitsventils.

Schon in einem frühen Diskussionsstadium wurde seitens einiger Kollegen darauf hingewiesen, dass hier auch einer der größeren Vorbehalte gegen den Leitfaden KAS 18 (und überhaupt gegen „Normierung“) verortet ist, denn

- Normierte Methoden bilden die Anlagensicherheit – die (wenn auch subjektiv wertend) zu beschreiben dem Selbstverständnis der Sachverständigen am ehesten entspricht - eher unzureichend ab, da nicht allen Einflussgrößen Rechnung getragen werden kann.
- Sondersituationen wie besondere Anlagenarten oder Betriebsweisen entziehen sich einer Normierung (wie an den ergänzenden Lösungsvorschlägen der Arbeitshilfe KAS 32 erkennbar).

In diesem aufgezeigten Spannungsfeld, zwischen dem Versuch der Beschreibung des Gefahrenpotentials einerseits und der Anlagensicherheit andererseits, durch Abstände wurde durch die Beteiligten diskutiert, dass hier – in Fortführung und Konkretisierung der derzeitigen tatsächlichen Vorgehensweise – im Grunde auch eine Lösung durch zwei unterschiedliche Abstände möglich sei.

- (1) Ein durch – subjektive – Einzelfallbeurteilung unter Zuhilfenahme möglichst vieler anlagenseitiger Parameter und Eigenschaften ohne Normierung vorgeschlagener Abstandswert zur Beschreibung der Anlagensicherheit. Dieser Abstandswert könnte und sollte sodann Genehmigungsmaßstab sein.
- (2) Ein im Rahmen eines weitgehend normierten Verfahrens auf Basis eines begrenzten Eingangsdatensatzes ermittelter Abstandswert zur Beschreibung des „größten stofflichen Gefahrenpotentials unter einschränkenden Bedingungen“. Dieser Abstandswert könnte und sollte sodann Planungsmaßstab sein.

In beiden Fällen ist eine Abstandsfestlegung nicht an Ausbreitungsrechnungen gebunden, sondern kann auch auf andere Art erfolgen. Wie an anderer Stelle ausgeführt, sind Ausbreitungsrechnungen mit Nachteilen – insbesondere des Eindrucks scheinbarer Präzision – verbunden.

Die rechtliche Zulässigkeit dieser zweigeteilten Betrachtung wurde nicht diskutiert.

2.3.4 Weitere Erkenntnisse

Schlaglichtartig seien folgende Aspekte der vier durchgeführten Untersuchungen erwähnt.

- Die vier untersuchten Betriebsbereiche wurden nicht nach fachlichen Kriterien ausgewählt. So
 - o wurde einerseits weder gewährleistet, dass mit den vier untersuchten Betriebsbereiche alle wesentlichen typischen Freisetzungsszenarien erfasst worden sind
 - o noch konnte eine für eine Ableitung genereller Erkenntnisse zu speziellen Einzelfragen zu Eingangsdaten und Modellierung genügende Fallanzahl vergleichbarer Freisetzungsszenarien erreicht werden

Schon aus diesem Grund mussten die Ergebnisse dieser Ausarbeitung weitgehend aus generellen Erfahrungen und Einschätzungen der Sachverständigen und kaum aus den vier Untersuchungen selbst abgeleitet werden.

- In Relation zur Gesamtheit der, der Seveso-III-Richtlinie unterfallenden Anlagen und Betriebsbereiche handelt es sich bei den untersuchten um solche mit vergleichsweise kleinem, überschaubarem und nicht von Sondersituationen geprägtem Gefahrenpotential, wie sich an folgenden Details zeigt
 - o Keine Großmengen giftiger Gase oder (sehr) leicht flüchtiger toxischer Stoffe, nur in einem Fall überhaupt solche Stoffe
 - o Für den Fernbereich relevante Freisetzungsszenarien konnten teilweise trotz außerordentlich pessimistischer und vereinfachender Annahmen teils nicht sinnvoll abgeleitet werden.

Damit können die erzielten Ergebnisse, insbesondere die vergleichsweise sehr kleinen Distanzen (unabhängig von der in den nachfolgenden Abschnitten dargelegten fundamentalen Bedenken gegenüber der Abstandsfestlegung) keinesfalls als typisch oder gar repräsentativ für die Gesamtheit der Betriebsbereiche angesehen werden.

- Es wurden (mit Ausnahme der nicht weiter betrachteten Brandfälle) in keinem Fall komplexe Freisetzungsszenarien – wie Freisetzung im Raum unter Berücksichtigung der Rückhaltewirkung, instationäre Lachenverdampfung – betrachtet, ansonsten nur ein (einfacher) Fall der Anwendung der Arbeitshilfe KAS 32 (hier: Wasserreaktiver Stoff) und kein sonstiger Sonderfall.

Aus diesem Grunde dürfte die – in den weiteren Abschnitten wiederholt angesprochene – Vielgestaltigkeit der möglichen Freisetzungsszenarien im Allgemeinen nochmals größer sein als schon hier beobachtet.

- Da die Beteiligung der Betriebsbereiche an der Gesamtuntersuchung augenscheinlich auf freiwilliger Basis erfolgte, deutet Einiges darauf hin, dass die vier untersuchten Betriebsbereiche tendenziell zu den – im weitesten Sinne – „besseren“ gehören sollten.

Durch die späte Hinzunahme einer weiteren Begutachtung Dritter zu einer anderen Anlage konnten vorstehende Defizite nicht ausgeglichen werden.

3 Technische Anforderungen an eine Abstandsfestlegung

Abstände im hier thematisierten Sinn dienen der Vermeidung oder Minderung von „unerwünschten Ereignissen“ durch „zu enges Nebeneinander“ konfliktträchtiger Nutzungen. Die grundsätzlichen Methodiken zur Abstandsfestlegung sind dabei die gleichen, unabhängig davon, ob es sich bspw. um (mehr oder minder permanente, normalbetriebliche) Störungen durch Lärm, Geruch, Infektionsgefahren in Pflanzenbau oder Humanmedizin, eventuelle Unfallfolgen (hier bspw. Sicherheitsabstand im Kfz-Verkehr) oder Störfälle in Prozessanlagen handelt.

Die wesentlichen technischen Anforderungen an eine Abstandsfestlegung sind die folgenden:

- Die Art der durch eine Abstandsfestlegung zu vermeidenden oder zu mindernden „unerwünschten Ereignisses“ muss eindeutig definiert werden („Zielbestimmtheit“).
- Die Abstandsfestlegung muss wenigstens die wesentlichen als für das jeweilige Ereignis relevant bewerteten Eingangsgrößen berücksichtigen („Vollständigkeit der Eingangsgrößen“).
- Die Abstandsfestlegung muss naturwissenschaftlich-technische Sachverhalte¹⁰ korrekt erfassen und damit eine sinnvolle Korrelation zwischen Eingangsgrößen und ermitteltem Abstandswert herstellen („Proportionalität“).
- Gleiche Eingangsgrößen müssen zu reproduzierbaren, annähernd gleichen Ergebnissen führen („Konsistenz“).
- Die Abstandsfestlegung muss für Betroffene im Grundsatz nachvollziehbar sein („Transparenz“).

Neben diese technischen Anforderungen treten rechtliche oder politische Anforderungen, ohne deren Umsetzung eine Abstandsfestlegung in der praktischen Umsetzung ins Leere läuft. Auf diese unverzichtbaren Aspekte wird in dieser Ausarbeitung an den entsprechenden Stellen jeweils hingewiesen, sie können im Zuge dessen allerdings keiner Lösung durch technisch-naturwissenschaftlichen Sachverstand zugeführt werden.

¹⁰ Nicht selten sind bei ganzheitlicher Betrachtung als relevante Eingangsgrößen auch nicht naturwissenschaftlich-technische Sachverhalte zu identifizieren, bspw. auf Seiten der Anlage, die ggf. für ein unerwünschtes Ereignis verantwortlich sein kann, deren volkswirtschaftlicher Nutzen, deren Renommee und Akzeptanz in der Bevölkerung, auf Seiten der von einem Ereignis Betroffenen deren eventuelle Ängste etc. Es wäre wohl wünschenswert, auch diese Faktoren hilfsweise quantifiziert und analog zu berücksichtigen – allerdings bestehen Zweifel, ob dies sachgerecht möglich ist. Diese Art Eingangsgrößen werden nachstehend aufgrund des vorgegebenen naturwissenschaftlich-technischen Ansatzes jedenfalls außen vor gelassen. Dies bedeutet ausdrücklich nicht, dass ihnen aus Sicht der Sachverständigen nur eine untergeordnete Bedeutung zukommt.

Zu nennen sind in diesem Zusammenhang neben der Grundsatzfrage der Legitimation (der „Berechtigung“) zur Festlegung und Umsetzung der o. g. Anforderungen insbesondere die folgenden Punkte:

- Verbindliche Festlegung
 - o des „Ziels“ der Abstandsfestlegung, d.h. der Definition des „unerwünschten Ereignisses“,
 - o des Umfangs der relevanten Eingangsgrößen (und damit der weniger relevanten, außer Acht gelassenen) und
 - o der – im weitesten Sinne – Rechenvorschriften zur Abstandsfestlegung.
- Verbindliche Festlegung der mit der Abstandsfestlegung verbundenen Folgen für Betroffene, d.h. Art und Schwere der Einschränkungen für den Abstandsverursacher und/oder den durch „im Abstand“ Befindlichen.

Beachte: Eine oben genannten Kriterien genügende Abstandsfestlegung ist bloß notwendige Voraussetzung, dass aus dieser Festlegung Folgen für Dritte überhaupt abgeleitet werden können – sie kann aber keineswegs die Frage beantworten, welcher Art und Schwere diese Folgen sein sollten.

- Verbindliche Festlegung des akzeptablen Maßes des „unerwünschten Ereignisses“, ab der diese als unbeachtlich angesehen wird, d. h. die „Höhe des Schutzniveaus“.¹¹

Beachte: Ohne diese Vorgabe kann mit einer Abstandsfestlegung, auch wenn diese oben genannten Kriterien voll und ganz genügt, kein verwertbarer Abstandswert ermittelt werden, sondern nur ein – wiederum an anderer Stelle zu bewertender – Verlauf des „Ereignisses in Abhängigkeit des Orts“.

Die beiden letztgenannten Aspekte sind im Übrigen wechselseitig miteinander verknüpft. So führt ein sehr hohes Schutzniveau voraussichtlich zu einem eher großen Abstandswert. Um die Folgen dessen überschaubar zu halten, mögen in diesem Fall die Folgen für die Vielzahl Betroffener eher moderat (bspw. nur Einschränkungen auf die Zukunft) festgelegt werden. Umgekehrt mag es ein eher niedriges Schutzniveau und damit ein geringer Abstandswert angezeigt erscheinen lassen, die Folgen für die ja geringere Zahl Betroffener eher weitreichend (bspw. Umsiedlung) festzusetzen.

¹¹ Dies geschieht bei normalbetrieblichen Störungen (Lärm, Geruch, ...) in der Regel allein durch Grenzwertsetzungen, bei – wie hier – selten auftretenden Störungen zusätzlich durch Wahrscheinlichkeitsüberlegungen (auch indirekt bspw. durch Leckgrößenvorgaben).

3.1 Zielbestimmtheit

Um festzustellen, welche Eingangsgrößen berücksichtigt werden sollten, ist zuvor naturgemäß eine Festlegung notwendig, welchem „unerwünschten Ereignis“ mit der Abstandsfestlegung Rechnung getragen werden soll. Erst nach deren Festlegung kann der Kanon der zu berücksichtigenden Eingangsgrößen und deren Korrelation untereinander und zum Ergebnis bestimmt werden.

Dies ist im Falle normalbetrieblicher Emissionen (bspw. Lärm, Geruch) vergleichsweise leicht, da

- das „unerwünschte Ereignis“ dauernd (oder wenigstens häufig) auftritt und
 - o insoweit zum alltäglichen Erfahrungsschatz gehört,
 - o vielfältige und langzeitige tatsächliche Erfahrungen zur Entstehung, Minderung und Bewertung der Relevanz der Situation vorliegen,
- sie einer einzigen oder wenigen klar umrissene Quelle(n) und einer naturwissenschaftlich-technischen Größe entspricht,
- sie auf dem Weg vom Verursacher zum Betroffenen
 - o meist einen klar bestimmten Weg nimmt, der
 - o oft recht einfachen naturwissenschaftlich-technischen Gesetzmäßigkeiten folgt
 - o und demzufolge tendenziell unkompliziert zu beschreiben ist und
- zeitlich schwankende Eingangsgrößen (wie Wind und Wetter, schwankende Emissionen) langfristig gemessen und ggf. nach festgelegten Maßgaben gemittelt werden können.

Im Fall der hier thematisierten Abstandsfestlegung um Anlagen¹², die der StörfallV unterliegen, wird als „unerwünschtes Ereignis“ dagegen gemeinhin und „landläufig“ die Möglichkeit einer Gefährdung („Gefahr“, „Risiko“?) der Nachbarschaft angesehen werden, mithin ein keineswegs normalbetriebliches Ereignis.

Für diese Art eines „unerwünschten Ereignisses“ stellt sich die Situation damit gänzlich anders dar, als für normalbetriebliche Emissionen, da kaum eine der vorgenannten Randbedingungen

¹² Nachfolgend wird der einfacheren Lesbarkeit halber meist nur noch von Anlagen gesprochen werden, da der jeweilige Abstandswert – wie immer er auch bestimmt wird – aus technischer Sicht einer konkreten Lokalisation in einer Anlage bedarf.

Der sich letztlich für einen Betriebsbereich ergebende Abstandswert kann sich bei Erstreckung der Gefahrenpotentiale über eine vergleichsweise große Fläche aus mehreren unterschiedlich verorteten Abstandswerten zusammensetzen. Technisch **nicht** sinnvoll ist es, den Abstandswert eines Betriebsbereichs gleich dem größten ermittelten Abstandswert, jedoch gemessen ab den Außengrenzen des Betriebsbereichs, festzusetzen.

gegeben ist. Weder gehört diese Art von Ereignissen (glücklicherweise!) zum alltäglichen Erfahrungsschatz, noch liegen umfangreiche tatsächliche Erfahrungen diesbezüglich vor. Auch sind Quelle, Größe und Weg des Ereignisses vom Verursacher zum Betroffenen kaum klar umrissen, sondern außerordentlich vielfältig und in weiten Teilen nicht solide prognostizierbar.

Dies ist eine der Hauptursachen für die in dieser Ausarbeitung dargestellte grundsätzliche Problematik.

Im derzeitigen Störfallrecht ist, auch wenn von Abstandsforderungen die Rede ist, ein eindeutiges „unerwünschtes Ereignis“, welches letztlich den festzulegenden Abstand bedingt, im Allgemeinen nicht festgelegt. Sämtliche in der bisherigen Diskussion angeführten Ereignisse entziehen sich bis dato in der Praxis einer hinreichend präzisen einheitlichen Definition.

Dies hat verschiedene, teils bereits oben im Vergleich zu normalbetrieblichen Emissionen genannte Ursachen:

- Es ist augenscheinlich, dass es sich bei dem festzulegenden Ereignis um eine (glücklicherweise!) praktisch und tatsächlich kaum je manifestierte und insoweit prognostische Größe handelt, im Unterschied zu normalbetrieblichen Emissionen, wie z. B. dem Schalleistungsspiegel einer Anlage, dem Impuls eines fahrenden Kraftfahrzeugs oder der Geruchsintensität eines Tierhaltungsbetriebs. Insoweit gehört es weder zum alltäglichen Erfahrungsschatz noch liegen – auch in Fachkreisen – mit der Erkenntnistiefe zu normalbetrieblichen Emissionen vergleichbare tatsächliche Erfahrungen zu deren Entstehung, Minderung und Bewertung vor.
- Das mögliche Ereignis kann sich
 - o ausgehend von verschiedensten Quellen in einer Anlage (jedes gefahrstoffführende Anlagenteil ist eine potentielle Quelle),
 - o in unterschiedlicher Größe (Kleines oder großes „Leck“ bspw.) und
 - o in ganz unterschiedlichen Ereignisformen (Brand, Explosion, luftgetragene Ausbreitung, evtl. sogar Trümmerflug oder Dominoeffekt)¹³ manifestieren.
- Es folgt auf dem Weg vom Verursacher zum Betroffenen in Relation bspw. zu einer Emission über den Kamin oft sehr komplexen Wegen (bspw. Leck > Teilverdampfung > Ausbreitung von Flüssigkeiten > Lachenbildung > Verdunstung im Raum > Luftwechsel > Luftgetragene

¹³ In dieser Ausarbeitung wird sich, auch aufgrund der in Abschnitt 7 dargelegten Restriktionen, auf die luftgetragene Ausbreitung flüchtiger gefährlicher Stoffe beschränkt.

Ausbreitung), die nicht einfach naturwissenschaftlich-technisch zu beschreiben sind (auch mangels – glücklicherweise – Erfahrungen aus realen Fällen).

- Es manifestiert sich – wenn je überhaupt - zu einem unbekanntem Zeitpunkt, für den die äußeren (zeitlich schwankenden) Randbedingungen unbekannt sind.
- Der Zusammenhang zwischen einem – wie immer genau definierten – Ereignis und einem daraus abzuleitenden Abstandswert
 - o folgt je nach Ereignisform ganz unterschiedlichen Regeln und muss jeweils eigenständig beurteilt werden und
 - o ist zudem je nach Schutzgut (Mensch, Natur, Sachgüter) anders zu bewerten¹⁴.

Folgende grundsätzlich unterschiedliche Optionen für die Definition eines „unerwünschten Ereignisses“ sollen hier skizziert werden.

Daneben gibt es selbstverständlich auch andere, zwischen diesen „Extremen“ liegende Definitionsmöglichkeiten. Eine davon ist bspw. implizit – ohne dass dies klar so dargestellt ist – der Ansatz des Leitfadens KAS 18, der eine Art „größtes stoffliches Gefahrenpotential unter einschränkenden Bedingungen“ (wie begrenzter Freisetzungzeit, nur Einzelbehälter/-gebilde)“ zu beschreiben versucht.

(1) Möglichkeit der Gefährdung durch das **größte (stoffliche) Gefahrenpotential der Anlage**

Dieser Ansatz entspricht weitgehend der bisherigen, im Wesentlichen **deterministisch** geprägten Vollzugspraxis und findet sich – mit den o. g. Einschränkungen - in den Empfehlungen des Leitfadens KAS 18 sowie tatsächlich auch in der Diskussion und Bewertung von Auslegungs¹⁵- und Dennoch-Störfällen in Sicherheitsberichten.

Es handelt sich dabei allerdings um eine nur iterativ ermittelbare Größe, denn das größte stoffliche Gefahrenpotential entspricht keineswegs stets einfach der größten zusammenhängenden Stoffmenge des gefährlichsten Stoffes. Denn die Frage, welches das größte Gefahrenpotential einer Anlage ist – bspw. die größte zusammenhängende Stoffmenge des gefährlichsten Stoffes

¹⁴ Diese Ausarbeitung beschränkt sich auf das Schutzgut „Mensch“; für andere Schutzgüter sind noch weniger belastbare Erkenntnisse und Ansätze erkennbar.

¹⁵ Soweit diese nicht im Einzelfall einer konkreten tatsächlichen Quelle zugeordnet werden, wie bspw. dem „Abblasen eines Sicherheitsventils“. Diese Einzelfälle sind allerdings eher dem bestimmungsgemäßen Betrieb zuzurechnende Sonderbetriebsfälle, nicht aber „Störfälle“ im eigentlichen Sinne, die es zu verhindern gilt. Siehe dazu auch Fußnote 5 in Abschnitt 1

oder die etwas größere Menge eines etwas weniger gefährlichen Stoffes oder die geringere Menge eines allerdings unter hohem Druck stehenden gefährlichen Stoffs - kann nur auf Basis von Vergleichsrechnungen für mehrere potentielle „größte stoffliche Gefahrenpotentiale“, die wiederum auf Basis umfassender Erfahrung und Erkenntnis auszuwählen sind, erfolgen.

Überdies ist das Ergebnis in sehr hohem Maße von Art, Umfang und Größe der als relevant erachteten Eingangsgrößen, den Rechenvorschriften samt Abschneidekriterien und Festwertvorgaben (für einzelne Eingangsgrößen) abhängig. Unterschiedliche vorgegebene Eingangsgrößen und Rechenvorschriften können zu ganz unterschiedlichen „größten Gefahrenpotentialen“ führen.

Beispielsweise ist es in hohem Maße ergebnisrelevant,

- ob unter „größtes...“ die größte zusammenhängende Stoffmenge in einem Behälter / Behältnis verstanden wird und ob und unter welchen – genau festzulegenden Bedingungen – mehrere Behälter /Behältnisse zusammengerechnet werden müssen (Stichwort: Anlageninterne Dominoeffekte, Wirksamkeit von Abtrennungen / Abschottungen),
- ob als Eingangsgrößen
 - o ausschließlich (naturwissenschaftlich-technisch mehr oder minder leicht greifbare) stoffliche oder prozesstechnische Eigenschaften (z. B. Menge, Flüchtigkeit, Druck, Temperatur) oder
 - o auch umgebungsbedingte Faktoren (z. B. Gebäude, Auffangräume) oder
 - o zusätzlich übergeordnete Faktoren (z. B. Ausmaß der Wartung und Instandhaltung, Qualifikation des Personals, Leistungsbereitschaft der internen Gefahrenabwehrkräfte)

Berücksichtigung finden sollen oder

- o ob anhand der Eingangsgrößen nach einem festgelegten Rechenverfahren ausschließlich – ohne Ausbreitungsrechnung – ein abstrakter Zahlenwert („Gefahrenindex“, „Gefahrenpunkte“) ermittelt¹⁶ und dieser anschließend über eine einfache Korrelation in einen Abstand „übersetzt“ wird oder

¹⁶ Dieser abstrakte Ansatz ist derzeit im Rahmen von Abstandsfestlegungen ungebräuchlich. Womöglich wird einer Abstandsfestlegung mittels Ausbreitungsrechnung der Vorzug gegeben, da diese – für Laien – eher den Eindruck der Genauigkeit und Realitätsnähe hinterlässt; was allerdings durch diese Untersuchung nicht bestätigt werden kann. Entsprechende – allerdings nur ein sehr „grobes“ Ergebnis liefernde - abstrakte Ansätze finden sich interessanterweise jedoch verbreitet in behördeninternen „Rankings“ von Anlagen, anhand derer bspw. Inspektionsintervalle für IED- oder Seveso-Inspektionen festgelegt werden. Hier werden Anlagen abstrakte Zahlenwerte („Punkte“) sowohl anhand der Eigenschaften, die unmittelbar dem Gefahrenpotential der Anlage zu eigen sind als auch anhand allgemeiner, übergeordneter und teils nichttechnischer Eigenschaften der Anlage ermittelt, im Übrigen ganz unter Verzicht auf mehr oder mindere komplexe szenarische oder Ausbreitungsbetrachtungen. Siehe auch Exkurs nach Abschnitt 3.2.1

- ob die Eingangsgrößen in einem mehr oder minder komplexen Ausbreitungsrechnungsverfahren – und damit unter Hinzunahme weiterer Eingangsgrößen, die das Ausbreitungsverhalten beschreiben sollen (z. B. Verdunstungsrate, Windgeschwindigkeit) - Eingang finden.

Neben diesen Punkten ist allerdings der wesentlichste Faktor bei der Abstandsfestlegung die anzusetzende primäre Größe des unerwünschten Ereignisses (hier im Regelfall des „Lecks“). Über dessen Festlegung tritt ein indirekter Wahrscheinlichkeitsaspekt in die Betrachtung, denn

- unerwünschte Ereignisse (oft: Leckagen und ihre Folgen) sind grundsätzlich in jeder Größe „möglich“,
 - von einer recht wahrscheinlichen kurzzeitigen Kleinleckage
 - bis hin zur extrem unwahrscheinlichen spontanen und vollständigen Freisetzung des gesamten Anlageninventars unter ungünstigsten Bedingungen.

Dieser, die Größe des unerwünschten Ereignisses (und damit indirekt und tendenziell umgekehrt proportionale Wahrscheinlichkeit) beschreibende Faktor ist deshalb nur auf den ersten Blick in erster Linie eine naturwissenschaftlich-technische (oder anderweitig zu prognostizierende) Größe. Bei genauer Betrachtung ist er allerdings grundsätzlicherer Art. Denn dieser Faktor dient – ebenso wie der direkt zur Abstandsfestlegung führende „Grenzwert“ (der Immission) - der notwendigen verbindlichen Festlegung des akzeptablen Maßes des „unerwünschten Ereignisses“, ab der diese als unbeachtlich angesehen wird, d. h. die „Höhe des Schutzniveaus“ durch Einbeziehung von Wahrscheinlichkeitsüberlegungen.¹⁷

Insoweit enthält bereits der deterministische Ansatz indirekt Wahrscheinlichkeitsüberlegungen indem er bspw. „sehr große“ Freisetzungen als hinreichend unwahrscheinlich und damit unbeacht-

¹⁷ Hier besteht ein fundamentaler Unterschied zu normalbetrieblichen Störungen.

- Für normalbetriebliche Störungen ist ausschließlich die Festlegung eines, zum Abstand führenden Immissionsgrenzwerts notwendig, da das Maß der Störung nur von einer Größe (der Höhe der Immission) abhängt. Die Wahrscheinlichkeit der Störung wird gleich Eins gesetzt. Der Immissionsgrenzwert bestimmt in diesem Fall alleine die Höhe des Schutzniveaus.
- Dagegen ist das Maß der Störung im hier zu untersuchenden Fall wenigstens von zwei Größen abhängig ((1) Wahrscheinlichkeit einer Immission; (2) Höhe der Immission).
 - Die Größe der anzusetzenden Störung (die Größe des „Lecks“) korreliert mit der Wahrscheinlichkeit einer Immission. Durch die Festlegung einer (maximalen) Leckgröße wird die Höhe des Schutzniveaus unter Wahrscheinlichkeitsaspekten festgelegt. Unter einer (sehr) geringen Wahrscheinlichkeit wird diese trotz Größe der Störung als unbeachtlich angesehen.
 - Durch die Festlegung eines Immissionsgrenzwerts wird die Höhe des Schutzniveaus unter Größenaspekten festgelegt. Unter einer bestimmten Größe der Störung wird diese trotz hoher Wahrscheinlichkeit als unbeachtlich angesehen.

lich einordnet. Im Unterschied zum probabilistischen Ansatz wird bei diesen Überlegungen allerdings nur qualitativ vorgegangen und jedes Teil der Anlage für sich betrachtet, so dass die Anzahl möglicherweise ereignisursächlicher Komponenten außen vor bleibt.

Je mehr Faktoren (siehe nachfolgend 3.2) bei der Ereignisbeschreibung Berücksichtigung finden sollen und je weniger Festwertvorgaben und andere Vereinfachungen festgelegt werden, desto aufwendiger gestaltet sich die Abstandsfestlegung. Mit einer steigenden Zahl zu berücksichtigender, nicht fest vorgegebener Einflussgrößen und damit einem entsprechend höheren Aufwand bei der Abstandsfestlegung ist nur dann eine angemessenere Beschreibung des unerwünschten Ereignisses verbunden, wenn die Einflussgrößen

- tatsächlich präzise definiert und
- eindeutig bestimmbar sind sowie
- deren tatsächlicher Einfluss auf das Ereignis (d. h. die Möglichkeit der Gefährdung durch das größte Gefahrenpotential der Anlage) bekannt (da es sich um prognostische Betrachtungen handelt: vorhersagbar!) ist und
- in der Abstandsfestlegung korrekt berücksichtigt wird.

Nicht verschwiegen werden darf, dass

- sich eine gute Zahl von Faktoren, die voraussichtlich Einfluss auf den Ablauf eines unerwünschten Ereignisses haben, einer zahlenmäßigen Konkretisierung (erst recht einer prognostischen Vorhersage) entziehen; dies gilt insbesondere für nicht-technische übergeordnete Faktoren, die tatsächlich eine wesentliche Einflussgröße der Anlagensicherheit bilden.
- mit steigender Zahl von Einflussgrößen stets eine größere Intransparenz und Manipulationsanfälligkeit verbunden ist.

Es bestehen aus diesen Gründen erhebliche Zweifel, dass – vereinfacht gesagt – „mehr“ stets „genauer“ oder gar „besser“ bedeutet.

(2) Wahrscheinlichkeit der Gefährdung durch die Gesamtheit der Gefahrenpotentiale der Anlage

Dieser **probabilistische** Ansatz entspricht nicht der bisherigen Vollzugspraxis und ist wesentlich aufwendiger als der deterministische Ansatz, auf dem er aufbaut und den er um den Aspekt der

Wahrscheinlichkeit zahlenmäßig zu ergänzen versucht. Dieser Ansatz ist – grob vereinfacht - mehrstufig aufgebaut.

- Im ersten Schritt wird jedes stoffliche Gefahrenpotential (jeder Behälter, jede Rohrleitung usw.) oberhalb eines – wie immer festgelegten – Abschneidekriteriums wie oben skizziert deterministisch untersucht. Um hierbei den Aufwand nicht ins Unermessliche steigen zu lassen kommt den festzulegenden Abschneidekriterien (d.h. der Frage, welche Gefahrenpotentiale „vernachlässigbar“ sind) entscheidende Bedeutung zu.
- Im zweiten Schritt wird jedem Gefahrenpotential eine Wahrscheinlichkeit zugewiesen, dass ein unerwünschtes Ereignis tatsächlich eintritt. Hierbei wird in der Regel nochmals unterschieden zwischen verschiedenen Schweregraden des Ereignisses, d.h. – praktisch und bildlich gesprochen – zwischen den Wahrscheinlichkeiten, dass sich bspw. ein kleines, mittleres oder großes Leck im betrachteten Anlagenteil ausbildet.
- Es werden
 - o im Unterschied zum deterministischen Ansatz keine durch eine „unzuträgliche Immissionskonzentration“ bestimmten Abstandswerte ermittelt, sondern
 - o für sämtliche derart bestimmten Ereignisse werden für die Umgebung der Anlage (mit Hilfe der gleichen Verfahren der Ausbreitungsrechnungen wie im deterministischen Ansatz) flächig Wahrscheinlichkeiten ermittelt, dass ebenda eine unzuträgliche Immissionskonzentration erreicht wird.

Die auf jede Teilfläche entfallenen einzelnen Wahrscheinlichkeitswerte für jedes so betrachtete Ereignis werden – vereinfacht - addiert; der Abstandswert wird sodann dadurch charakterisiert, dass die errechnete Summe einen vorgegeben Risikogrenzwert überschreitet. Dieser Risikogrenzwert tritt in diesem Falle an die Stelle des stoffbezogenen Grenzwerts für eine „unzuträgliche Immissionsbelastung“ des deterministischen Ansatzes.

Durch Hinzunahme von Wahrscheinlichkeitsüberlegungen im Rahmen der Ausbreitungsbetrachtungen (bspw. Windrichtungs- und –geschwindigkeitsverteilungen) kann der Ansatz nochmals komplexer gestaltet werden, aus einer Ausbreitungsrechnung (von typischerweise Dutzenden oder Hunderten, da für jedes Anlagenteile und jede Leckgröße eine) werden auf diese Weise ein Dutzend und mehr, insgesamt damit durchaus Hunderte oder gar Tausende.

Durch weitere Hinzunahme der von Teilfläche zu Teilfläche in der Umgebung der Anlage unterschiedlichen Bevölkerungsdichte ergibt sich eine nochmals weitere Erhöhung des Aufwands. So

kann anstelle des Risikos, dass ein Einzelner einer „unzutragliche Immissionsbelastung“ ausgesetzt wird, bestimmt werden, wie wahrscheinlich es ist, dass eine bestimmte Anzahl von Menschen entsprechend exponiert wird.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der probabilistische Ansatz eine Erweiterung (Ergänzung, Fortführung) des deterministischen Ansatzes darstellt. Diese geht mit einem ganz beträchtlich (durchaus um mehrere Größenordnungen) steigenden Aufwand einher, da

- anstelle einiger weniger unerwünschter Ereignisse alle (bis hin zu einem Abschneidekriterium) betrachtet werden,
- diese Ereignisse in unterschiedlichen Schweregraden und
- für eine Vielzahl meteorologischer Situationen zu betrachten sind.

Die Anzahl der notwendigen Einflussgrößen steigt bei diesem Ansatz ebenfalls sprunghaft an, da - über die für den deterministischen Ansatz notwendigen - für jedes Ereignis und ggf. Wettersituation Wahrscheinlichkeitsaussagen zu treffen sind.

Es wird sich aus diesem Grund – und infolge der in Abschnitt 6 dargestellten Beschränkungen - im Weiteren auf den deterministischen Ansatz beschränkt. Nur für einen fundierten, den dargelegten Kriterien genügenden und bewährten deterministischen Ansatz ist eine Erweiterung um probabilistische Elemente eventuell zukünftig sinnvoll.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass auch in den europäischen Nachbarländern, welche das hier dargestellte Thema „probabilistisch bearbeiten“, tatsächlich kaum je eine umfassende probabilistische Untersuchung durchgeführt wird. Vielmehr erfolgt auch dort frühzeitig eine Eingrenzung auf vergleichsweise wenige singuläre Szenarien unter Zuhilfenahme großzügiger Abschneidekriterien, vielfältigen Konventionen und Vereinfachungen.

Unbeschadet dessen, dass die Komplexität der Betrachtung je nach Art und Umfang der als relevant erachteten Eingangsgrößen zur Abstandsfestlegung und insbesondere zwischen deterministischen und probabilistischen Ansätzen sehr unterschiedlich ist, ist die letztliche Festlegung der als – für das unerwünschte Ereignis – relevant erachteten Eingangsgrößen sowie der grundsätzlichen Methodik eine politisch-gesellschaftliche Aufgabe, die zu erfüllen nicht Sinn dieser Ausarbeitung sein soll.

Vielmehr dient dieses Thesepapier auch in diesem sehr grundsätzlichen Punkt primär dem Aufzeigen von Möglichkeiten und – im Rahmen der vorhandenen Restriktionen (siehe Abschnitt 6) – der Skizzierung der damit verbundenen Vor- und Nachteile sowie insbesondere einem Vergleich der bisher praktizierten Ansätze mit dem Wünschenswerten und Machbaren.

3.2 Vollständigkeit der Eingangsdaten

Die letztliche Festlegung von Art und Umfang der zu berücksichtigenden (naturwissenschaftlich-technischen und sonstigen) Eingangsgrößen ist wie ausgeführt eine politisch-gesellschaftliche Aufgabe, die zur erfüllen nicht Sinn dieser Ausarbeitung sein soll.

Nachstehend werden die wesentlichen naturwissenschaftlich-technischen (oder wenigstens der Anlage als solches zuzuordnenden) Einflussgrößen in Gruppen (und innerhalb derer teils nur beispielhaft) aufgelistet und deren Relevanz aus technischer Sicht eingeschätzt sowie die eventuellen Probleme bei deren Bestimmung skizziert. Dabei wird sich, wie ausgeführt, auf den Fall der luftgetragenen Ausbreitung flüchtiger Schadstoffe¹⁸, beschränkt.

Der möglichst präzisen Definition und einer hinreichend konkreten, zahlenmäßigen Bestimmung der für relevant erachteten Eingangsgrößen kommt dabei besondere Bedeutung zu, da ansonsten eine Konsistenz der Ergebnisse nicht gewährleistet werden kann. Im Vorgriff auf die Ergebnisse in Abschnitt 4 sei schon hier angemerkt, dass diese Grundanforderung in weiten Teilen derzeit auch vom Leitfaden KAS 18 nicht erfüllt wird.

Aus sachverständiger – und vermutlich auch rechtlicher! - Sicht ist es im Regelfall sinnvoller, eine nicht präzise zu definierende oder konkret zahlenmäßig zu bestimmende Eingangsgröße, außen vor zu lassen oder – wenn rechentechnisch notwendig – durch einen als Konvention gesetzten festen Wert zu ersetzen anstatt die Festlegung dieser Größe der subjektiven Einzeleinschätzung zu überlassen.

3.2.1 Basisdaten

Stoffe

Die Kenntnis, welche Stoffe das Gefahrenpotential der Anlage bedingen, ist unabdingbar für die weitere Betrachtung.

¹⁸ Zu der weiter steigenden Komplexität bei anderen Basisszenarien siehe auch Exkurs Nr. 2 in Abschnitt 3.2.2

Stoffmengen, unterschieden nach

- Gesamtmenge

Diese Größe dürfte in aller Regel für die relevanten Stoffe angemessen zu definieren und hinreichend konkret zu ermitteln sein. Sie ist allerdings für den bisher praktizierten Betrachtungsansatz (Leck in einem Anlagenteil) meist unbeachtlich.

- Einzelmengen entsprechend festzulegender Regelungen zur gemeinsamen oder getrennten Betrachtung von Anlagenteilen

Diese Größe ist für die Betrachtung zumeist maßgeblich und in hohem Maße ergebnisrelevant. Um sie konkret bestimmen zu können, sind eindeutige Festlegungen, ob und unter welchen Bedingungen mehrere Anlagenteile zusammengerechnet werden müssen (Stichwort: Anlageninterne Dominoeffekte, Wirksamkeit von Abtrennungen / Abschottungen) notwendig.

Stoffeigenschaften, insbesondere

- Banale Stoffeigenschaften (u. a. Molgewicht, Dichten, Aggregatzustand, Siedepunkt, Verdampfungsenthalpie, Wärmekapazität, Dampfdruck)

Diese Größen sind für die Betrachtung zumeist maßgeblich und in hohem Maße ergebnisrelevant. Deshalb ist eine saubere Definition und angemessene zahlenmäßige Bestimmung notwendig.

- Wirkungsdaten (Toxikologische Daten, Störfallbeurteilungswerte)

Diese Größen sind für die Betrachtung zumeist maßgeblich und in hohem Maße ergebnisrelevant. Deshalb ist eine saubere Definition und angemessene zahlenmäßige Bestimmung notwendig.

Prozesstechnische Bedingungen, insbesondere

- Druck

Der aus einer Leckfläche austretende Mengenstrom wird – neben anderem – wesentlich von den Druckverhältnissen im dem betroffenen Anlagenteil (Rohrleitung, Behälter) bestimmt.

- Temperatur

Die Temperatur ist für bestimmte Situationen, insbesondere bei druckverflüssigten Gasen, ein wesentlicher Faktor.

- Konzentration

Handelt es sich bei den relevanten Stoffen nicht um Reinstoffe, so ist deren Konzentration eine wesentliche Einflussgröße.

- Weitere ...

Es mag sinnvoll sein, einige einfache weitere prozesstechnische Randbedingungen mit zu den Basisdaten zu rechnen, sofern diese einfach und eindeutig bestimmt werden können und wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis haben. Dies können bspw. sein

- begrenzte Mengenströme überhaupt zufließenden Stoffe, durch Durchflussbegrenzungs- oder Durchflussregelinrichtungen wie Blenden, Regelarmaturen, Pumpen.
- wirksame Maßnahmen zur Stoffrückhaltung, wie Wasserschleier (nur bei - oft schwierig zu erbringendem! – Wirksamkeitsnachweis)

Eine weitergehende – ohnehin stets nur unvollständige - Aufzählung ist im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht möglich, hierzu bedürfte es wesentlich umfangreicherer vertiefter Untersuchungen über eine Vielzahl von Anlagen hinweg.

Anlagentechnische Bedingungen, insbesondere

- Ort

Es ist unmittelbar einsichtig, dass die Lokalisierung des Gefahrenpotentials unabdingbar ist, um einen Abstandswert in der Örtlichkeit fixieren zu können.

Im Falle räumlich ausgedehnter Anlagen oder Betriebsbereiche ergibt sich womöglich eine Erstreckung der Gefahrenpotentiale über eine vergleichsweise große Fläche. In diesem Fall ist nicht allein das größte Gefahrenpotential (der Anlage / des Betriebsbereichs) maßgeblich. Vielmehr setzt sich der zu ermittelnde Abstand in diesem Fall insgesamt aus dem mehrerer Gefahrenpotentiale zusammen, welche jeweils in der Richtung, in der sie liegen, einen Beitrag liefern.

Ob und inwieweit hier eine getrennte oder gemeinsame Betrachtung von Anlagen oder Betriebsbereichen durchzuführen ist, ist eine hier nicht zu klärende Rechtsfrage. Aus praktischer Sicht ist es allerdings belanglos, wem die ermittelten Gefahrenpotentiale und deren Abstandswerte zuzurechnen sind. Auch spielt es im Zuge des deterministischen Ansatzes keine Rolle, ob eine Fläche von einem oder mehreren Abstandswerten überdeckt ist.

- Bauliche Situation (Umschließung, Gebäude, Auffangwanne, ggf. Luftwechsel)

Es ist nicht zwingend, die bauliche Situation mit zu den Basisdaten zu rechnen. Allerdings hat diese oft einen erheblichen Einfluss auf die Situation, so dass eine Berücksichtigung sinnvoll erscheint, auch wenn die Definition der entsprechenden Größen, deren konkrete Ermittlung sowie insbesondere die quantitative Festlegung deren Einflusses auf die Situation oft sehr schwierig ist und nicht selten nur durch grobe Vereinfachungen und Konventionen möglich ist. Oft fließen diese Eingangsgrößen als direkte Parameter (bspw. Lachenfläche, Luftwechselrate) in die Ausbreitungsrechnung ein.

- Grundlegende Auslegungsmerkmale der Anlage (bspw. Auslegung nach dem Stand der Technik für verschiedene Anlagearten [bspw. offene Anlage, drucklose Anlage, nach Druckgeräte-RL ausgelegte Anlage], Grad der Überdimensionierung [Sicherheitsbeiwerte], besondere gefahrerhöhende oder reduzierende Betriebsweise [seltener Betrieb, passive oder aktive Lagerung])

Dass eine Anlage dem Stand der (Sicherheits)technik genügen muss, ist eine allenthalben gültige Genehmigungsvoraussetzung. Auch ist es hierzulande weitgehend anerkannt, dass der Stand der (Sicherheits)technik - jedenfalls hinsichtlich störfallverhindernder Vorkehrungen - orts- und umgebungsunabhängig gleich zu sein hat, d. h. nur von der Anlage selbst und nicht der Umgebungssituation (bspw. Nähe zur Wohnbebauung) abhängen sollte. Ebenso sollen, so auch nach Leitfaden KAS 18, Abstandsfestlegungen nicht als „Ersatz“ für eine ungenügende Umsetzung des Standes der (Sicherheits)technik herangezogen werden. Aus diesem Grunde sind – jedenfalls auf den ersten Blick – die insoweit ja „gleichen“ grundlegenden Auslegungsmerkmale der Anlage kaum den Basisdaten einer Abstandsermittlung zuzurechnen. Akzeptiert man allerdings, dass unterschiedliche Anlagenarten durchaus – und womöglich vertretbarerweise – ein unterschiedliches Niveau des Standes der Sicherheits(technik) aufweisen können, so kann aus dieser Erkenntnis heraus womöglich doch ein Einfluss auf die Abstandsfestlegung resultieren.¹⁹

Die quantitative Wertung der jeweiligen grundlegenden Auslegungsmerkmale ist allerdings derzeit nur subjektiv durch Einschätzung des jeweiligen Sachverständigen möglich, verbunden mit einem sehr erheblichen Beurteilungsspielraum. Durch grobe Vereinfachungen und Kon-

¹⁹ Ansatzweise diesem Aspekt ist es vielleicht geschuldet, dass im Leitfaden KAS 18 Anlagen mit extrem leicht flüchtigen, hoch toxischen Stoffen (Acrolein, Phosgen) abweichend von der generellen Leckannahme DN 25 eine kleinere Leckannahme, Anlagen mit „banalen“ brennbaren Stoffe allerdings eine größere Leckannahme zugewiesen wird.

ventionen könnte dieser Spielraum beschränkt werden, allerdings möglicherweise zu Lasten einer „besseren“ Einzelfallbeurteilung. Pauschal gilt für diesen Aspekt dass in Abschnitt 3.2.3 zu den „übergeordneten Faktoren“ Ausgeführte analog.

Exkurs Nr. 1 – „Indexmethoden und Anderes“

Allein anhand der vorgenannten Arten von Eingangsgrößen – sinnvollerweise incl. der baulichen Situation - kann die Größe des Gefahrenpotentials sinnvoll bestimmt werden, auch ohne eine Ausbreitungsrechnung durchführen zu müssen (siehe diesbezügliche Fußnote in Abschnitt 3.1) Allerdings bedarf es dann zur Herstellung der Proportionalität zwischen Gefahrenpotential als „Störgröße“ und festzulegendem Abstand einer anderen „Rechenvorschrift“ als die der Ausbreitungsrechnung.

Dieser „abstrakte“ – derzeit im Rahmen der hier thematisierten Fragestellung hierzulande nicht praktizierte - Weg hätte allerdings langfristig möglicherweise wesentliche Vorteile, so dass er hier Erwähnung finden soll. Entsprechende Ansätze zur Bewertung von Konflikten über „abstrakte“ Verfahren („Indexmethoden“) finden sich langjährig bewährt im Übrigen in anderen Bereichen, bspw. im Bereich der naturschutzrechtlichen Ausgleichsregelungen mit deren Punktesystemen zur Erfassung der Wertigkeit von Flächen oder bei Index-Methoden im Bereich der Anlagensicherheit (bspw. Dow Fire & Explosion Index) zur internen Bewertung der „Gefährlichkeit“ von Prozessanlagen.

Als **Vorteile** entsprechender Ansätze wären zu nennen:

- Geringerer Modellierungs- und rechentechnischer Aufwand
- Weniger unbekannt oder schwer zu bestimmende Einflussgrößen, damit geringere Angreifbarkeit und Manipulierbarkeit von Methode und Ergebnis
- Entfall eines – auch bei den hier betrachteten Ausbreitungsrechnungen – nur scheinbaren Realitätsbezugs, damit verbunden geringeres Schüren von Ängsten bei der Nachbarschaft
- Entfall der Diskussion über die Genauigkeit von Eingangsgrößen und Ergebnissen (bspw. Diskussion „um 5 Meter“).
- Weitgehender Entfall der Möglichkeit, das Ergebnis der Berechnungen maßgeblich zu beeinflussen, indem nur auf „die eine“ Ausbreitungsrechnung abgestimmte Maßnahmen ergriffen werden.
- Möglichkeit, auch probabilistische Elemente in die Betrachtung einzubringen (ohne tatsächlich eine vollständige quantitative Risikoanalyse durchführen zu müssen) indem bspw. die Anzahl der Gefahrenpotentiale durch einen – nicht linearen! – Faktor berücksichtigt wird.

Die nicht zu verschweigenden **Nachteile** eines solchen Ansatzes sind wohl die folgenden:

- Wie bei jedem Systemwechsel ist ein einmaliger hoher Aufwand notwendig, um eine neue Methode zu etablieren.
- Das letztlich – anstelle einer Ausbreitungsrechnung – tretende Bewertungsverfahren bedürfte umfassender Normung und Erprobung vor der realen Anwendung.
- Das Rechenverfahren – einschließlich des Umfangs und der Wertigkeit der Eingangsgrößen - könnte sinnvollerweise nur im Zuge eines gesamtgesellschaftlichen Diskurses unter Beteiligung aller relevanten Interessengruppen festgelegt werden, da hierbei keineswegs nur naturwissenschaftlich-technische Eingangsgrößen zu berücksichtigen wären.

- Auch bei beträchtlichem Aufwand dürfte ein solches Verfahren kaum mehr als ein „grobes“ Ergebnis im Sinne eines „Screening“, allerdings womöglich eher proportionales, konsistenteres und transparenteres – für das „Gefahrenpotential“ (nicht für die „Anlagensicherheit“) - liefern.

Ein anderer diskutierter, ebenso „radikaler“ Ansatz wäre der weitgehende Ersatz von numerischen Methoden (Indexverfahren, Ausbreitungsrechnungen) überhaupt allein durch sachverständige, erfahrungsbasierte Einzelfallbeurteilungen. Hierzu bedürfte es allein der gesellschaftlich-politischen Vorgabe eines Minimal- und eines Maximalwerts eines Abstands, eventuell ergänzt durch einzelne Beispielfälle der Abstandsfestlegung für reale Anlagen. Innerhalb dieser Spanne könnte sodann jede Anlage im Rahmen einer – unvermeidlich – subjektiven Einzelfallbeurteilung eingeordnet werden. Unter der Prämisse eines „idealen“ (erfahrenen, fachkundigen, abwägenden) Sachverständigen könnte auf diese Weise durchaus eine treffende, die Anlagensicherheit reflektierende Abstandsfestlegung erfolgen. Angesichts der in Abschnitt 4.4 dargestellten Variabilität der derzeitigen Abstandsfestlegung dürfte diese Vorgehensweise im konkreten Fall kaum „schlechter“ als die heutige Praxis sein. Allein, ob hier die rechtlich und gesellschaftlich gebotenen Forderungen nach Proportionalität, Konsistenz und Transparenz nachweisbar erfüllt werden können, bliebe zweifelhaft.

Nicht zuletzt könnte insbesondere für vielfach in ähnlicher Art vorhandene Anlagen – bspw. Biogasanlagen – eine Abstandsfestlegung auch allein über sog. „generische Werte“, d.h. in Form eines festen oder von nur sehr wenigen klaren Einflussgrößen bspw., Anlagengröße abhängigen Werts²⁰, für einen Anlagentyp erfolgen. Diese Vorgehensweise wäre womöglich transparenter und „ehrlicher“ als der zuweilen krampfhaft Versuch, Abstandswerte über erdachte Szenarien zu „errechnen“. Er hätte allerdings den Nachteil, dass anlagenseitige Verbesserungen nicht und Fortschritte des Stands der Technik nur langsam (durch Änderung des generischen Werts seitens der regelsetzenden Institution) Berücksichtigung finden können und so womöglich Anreize für Verbesserungen nicht gefördert werden.

3.2.2 Daten für Ausbreitungsrechnung:

Will man entsprechend der bisherigen Praxis der (zumeist unverbindlichen, nicht mit Folgen für Dritte verbundenen) Abstandsermittlungen die Proportionalität zwischen Gefahrenpotential und festzulegendem Abstand über eine konventionelle Ausbreitungsrechnung herstellen, so sind weitere Größen vonnöten, um diese Ausbreitungsrechnung durchführen zu können.

Diese nachstehend genannten Größen bilden zusammen mit den o.g. zwingenden Basisdaten zugleich den Datensatz, der zur Beschreibung eines– nicht näher eingegrenzten – Basisszenarios der luftgetragenen Ausbreitung von Schadstoffen notwendig ist.

Anzusetzende Leckgröße samt

- o Form und damit Ausflussbeiwert
- o Art der Ausströmung (einphasig, zweiphasig, mit/ohne Spray)

²⁰ So bspw. traditionell im Sprengstoffrecht

Die zugrunde liegende Leckgröße samt der o. g. Randbedingungen bzw. der „Quellterm“ ist eine der wesentlichsten Eingangsgrößen der Abstandsfestlegung über Ausbreitungsrechnungen. Die Bedeutung des gewählten Quellterms für den angemessenen Abstand ist unmittelbar erkennbar bspw. an den Referenzberechnungen im Anhang 2 des Leitfadens KAS 18. So führt der Ansatz einer DN 10 Leckgröße gegenüber einer DN 25 Leckgröße zu einer Verringerung des Abstandswerts um 50% oder mehr, umgekehrt bedingt eine Verdoppelung der Leckgröße von DN 25 auf DN 50 nahezu eine Verdoppelung.

Insoweit ist eine möglichst „genaue“ Festlegung dieser Größe notwendig, um die Anforderung an Konsistenz der Abstandsfestlegung zu erfüllen.

Dass diese Festlegung nicht in erster Linie naturwissenschaftlich-technisch erfolgen kann, sondern Bestandteil der politisch-rechtlichen Festlegung der „Höhe des Schutzniveaus“ sein muss, wurde in Abschnitt 3.1 bereits ausgeführt.

Exkurs Nr. 2 - Quellterme bei komplexen Phänomenen

Bei anderen Phänomenen als der bloßen „Leckage“ tritt an die Stelle der – stationär angenommenen und meist durch einige wenige Zahlenwerte beschriebenen – „Leckgröße“ ein Bündel von Größen zur Beschreibung des instationären Phänomens. So wären bei Bränden bspw. wenigstens die Schadstoffbildungsrate (ggf. für mehrere Stoffe), die Abbrandrate und die Brandausbreitungsrate zu berücksichtigen, welche alle wiederum extrem von den äußeren – oft zufälligen – Randbedingungen abhängen. Analoges gilt für die Beschreibung anderer Prozesse der Entstehung von Stoffen infolge von Störungen.

Selbst für vergleichsweise einfache Situationen – bspw. die Entstehung von Cyanwasserstoff bei der Vermischung von Cyaniden mit Säuren in Oberflächenbehandlungsanlagen – ist eine Prognose eines realen Ablaufs nicht möglich, so dass auf ein Bündel von Konventionen zurückgegriffen werden muss.

Beim Versuch der Beschreibung derartiger Phänomene potenzieren sich damit gleichsam die Probleme und damit die Unwägbarkeiten gegenüber der „einfachen“ (oder besser: „vereinfacht angenommenen“²¹) Leckage.

Freisetzungshöhe

Die Höhe der Freisetzung ist eine relevante, wenn auch nicht durchschlagende Eingangsgröße der Abstandsfestlegung über Ausbreitungsrechnungen. Sie ist nahezu zweifelsfrei präzise zu definieren und vergleichsweise leicht zu ermitteln. Bei der Erstreckung von Anlagen / Komponenten

²¹ Tatsächlich ist auch die „Leckgröße“ ein wesentlich komplexeres Phänomen, welche nur durch eine Vielzahl – zahlenmäßig nicht vorhersagbarer – Größen beschrieben werden könnte, wie Leckgröße, Geometrie, Ausflussziffer, Zweiphasenanteil, Sprayanteil, Reaktion des Austrittmediums mit der Umgebung usw. – diese Größen werden aber gemeinhin außen vor gelassen oder mehr oder minder willkürlich postuliert.

über größeren Höhen ist im Sinne der Auswahl des „größten stofflichen Gefahrenpotentials“ die Höhe zu wählen, die zu den größten Abstandswerten führt. Dies ist bei Aufpunkthöhen von 2 Metern bei mittleren Ausbreitungssituationen nach VDI 3783 meist bei Freisetzungshöhen von 6 bis 12 Metern der Fall.

Freisetzungszeit (primär, sekundär)

Hier muss – außer bei reinen Gasaustritten - unterschieden werden zwischen einer primären Freisetzungszeit (Ausströmen aus einem Leck) und einer sekundären Freisetzungszeit (Verdampfen / Verdunsten aus der entstandenen Lache). Beide Zeiten hängen zum einen von der zur Verfügung stehenden Stoffmenge und zum anderen von der Reaktionszeit auf die Störung (Entspannen / Entleeren von Behältern, Schließen des Lecks, Abdecken der Lache) ab.

Soweit eine Abstandsfestlegung aufgrund eines fest vorgegebenen Grenzwerts erfolgen soll (bspw. ERPG-2-Wert) sind Zeiten oberhalb weniger Minuten meist irrelevant, da sich nach dieser Zeit bereits an Aufpunkten bis hin zu einigen hundert Metern Entfernung eine nahezu stationäre Konzentration eingestellt hat. Der Abstandswert nach Leitfaden KAS 18 ist bei Berechnungen nach VDI 3783²² und Freisetzungsmengenströmen von bis zu einigen Kilogramm je Sekunde bei einer Freisetzungszeit von bspw. 7 Minuten nahezu gleich dem für bspw. 1 Stunde.

Ausbreitungsverhalten auf dem Boden (Lachenbildung, -ausbreitung, -form und -höhe)

Gemeinhin bildet sich bei der Freisetzung von Flüssigkeiten sowie druckverflüssigter Gase mit ausreichendem Flüssigphasenanteil eine Lache am Boden, aus der der ausgetretene Stoff verdunstet resp. verdampft.

Diese Eingangsgröße ist in diesen Fällen, abgesehen von der oben besprochenen Leckgröße, einer der wesentlichsten Einflussfaktoren bei der letztendlichen Abstandsfestlegung über Ausbreitungsrechnungen. Einige diesbezügliche Aspekte werden deshalb – exemplarisch auf für die anderen, nicht in dieser Tiefe behandelte Faktoren – in den Folgeabschnitten vertieft betrachtet.

Verdampfung / Verdunstung aus der Lache

Der Stoffübergang aus der Lache in die Atmosphäre ist ebenfalls ein ganz wesentlicher Faktor der Abstandsfestlegung mittels Ausbreitungsrechnungen, da er direkt die Emissionsrate und damit die Immissionskonzentration bestimmt.

²² Andere Modelle der atmosphärischen Ausbreitung liefern allerdings diesbzgl. teils völlig abweichende Ergebnisse.

Raumeffekte

Soweit „größte Gefahrenpotentiale“ in einem Raum verortet werden, hat dieser ganz erheblichen Einfluss auf den Ablauf eines – wie immer ausgelöst – realen Freisetzungsszenarios und ebenso die Abstandsfestlung. Dies ist bedingt durch die „Rückhalteeffekt“ des Raums einerseits /(abhängig von Raumgröße, Lüftungsart und –intensität) sowie die Verringerung der Luftgeschwindigkeit über eventuellen Lachen (und damit einen geringeren Stoffübergang).

Ausbreitungsverhalten in der Luft (Schwergas, Neutralgas, Topografie, Rauigkeit etc.)

Diese – teils wenig anschaulichen – Größen sind ebenfalls von einigem Einfluss auf das Ergebnis; sie werden hier allerdings nur der Vollständigkeit halber genannt, da eine Detailbetrachtung aller Parameter den Rahmen dieser Ausarbeitung bei weitem sprengen würde.

Meteorologische Randbedingungen

Diese Randbedingungen, insbesondere die für die Stoffausbreitung anzusetzende Windgeschwindigkeit ist ebenfalls wesentlich für das Ergebnis. Da dieser Wert naturgemäß zeitlich (über den Tag und das Jahr) schwankt ist es hier umso mehr notwendig, klarzustellen, welcher Wert (Mittelwert über welchen Zeitraum, Minimalwert, fester Wert, Mittelwert oder Minimalwert bei einer bestimmten atmosphärischen Schichtung²³) anzusetzen ist.

Gleiches gilt für die atmosphärische Schichtung / Stabilität und – je nach angewandten Rechenverfahren – weiteren meteorologischen Größen.

Ein Sonderfall einer „quasi-meteorologischen“ Größe ist – oben genannt - die Windgeschwindigkeit über einer Lache (auch in einem Raum), welche die Stofffreisetzung wesentlich beeinflusst.

Auch diese – teils wenig anschaulichen – Größen sind ebenfalls von einigem Einfluss auf das Ergebnis; sie werden hier allerdings nur der Vollständigkeit halber genannt, da eine Detailbetrachtung aller Parameter den Rahmen dieser Ausarbeitung bei weitem sprengen würde.

Beurteilungswert

Gemeinhin wird der Beurteilungswert (bspw. ERPG 2- Wert, bestimmte Dosis o. ä.) in einem Zuge mit den anderen, für eine Ausbreitungsrechnung notwendigen Größen als eine naturwissenschaftlich-technische Größe genannt.

²³ Dieser Wert ist derzeit – womöglich infolge einer unglücklichen Formulierung – im Leitfaden KAS 18 genannt, allerdings für nur sehr wenige Standorte verfügbar.

Diese Größe hat aber, wie in Abschnitt 3.1 dargestellt, eine besondere Bedeutung, denn

- sie ist nicht notwendig zur Durchführung der Berechnung, sondern „nur“ zur Beurteilung des Ergebnisses
- sie ist keiner primär naturwissenschaftlich-technischen Festlegung zugänglich²⁴ sondern bedarf einer rechtlich-politischen Festlegung.

Art und Umfang **weiterer relevanter Einflussgrößen** richten sich nach dem gewünschten Detaillierungsgrad der Berechnung.

Allerdings sei an dieser Stelle nochmals – siehe Exkurs Nr. 1 zum Ende Abschnitt 3.2.1 - darauf hingewiesen, dass es keineswegs zwingend ist, die Proportionalität zwischen Gefahrenpotential als „Störgröße“ und festzulegendem Abstand über eine konventionelle Ausbreitungsrechnung herzustellen. Der Umstand, dass ein großer Teil der vorgenannten, dazu ergänzend notwendigen Eingangsgrößen nicht prognostizierbar ist, sondern allein in Form einer Konvention festgelegt werden müsste, spricht im Grunde gegen diesen bloßen Versuch einer scheinbar realitätsnahen Darstellung des Verhältnisses von Gefahrenpotential zu Abstand.

3.2.3 Übergeordnete Faktoren

Der derzeitige deutsche deterministische Ansatz, wie er im Leitfaden KAS 18 manifestiert ist und in der Praxis für nahezu jedwede nach außen kommunizierte Ausbreitungsrechnung angenommen wird, geht implizit davon aus, dass die Gefährlichkeit einer Anlage allein

- durch deren grundlegende Eigenschaften (im Sinne des Abschnitt 3.2.1, d. h. Stoffe, Stoffmengen, Druck, Temperatur etc. d. h. damit deren Gefahrenpotential im engeren Sinne)
- mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen auf Basis der Einflussgrößen im Sinne des Abschnitts 3.2.2
- und unter weitgehender Außerachtlassung sonstiger komplexer und weitgehend nicht-technischer Einflussgrößen (hier in diesem Abschnitt 3.2.3)

hinreichend zu beschreiben ist.

²⁴ zumal das jeweilige Szenario, wie in dieser Ausarbeitung ausführlich dargestellt, kein normalbetriebliches und damit lediglich solide vorhersagbares ist, sondern zum guten Teil auf Basis gleichsam willkürlicher (aber, wenn denn solide bearbeitet, doch vergleichbarer) Annahmen (Leckgröße u.a.) fußt.

Diese Einschätzung gründet sich auf den Verweis auf die allerorten gleichen Anforderungen an Errichtung und Betrieb einer Anlage entsprechend dem Stand der (Sicherheits)technik. Die vereinfacht daraus abgeleitete Vorstellung, sonstige komplexe und nicht-technische Einflussgrößen seien überall „gleich“ und somit für die „Gefährlichkeit“ ohne Belang, wird allerdings durch die Praxis nicht bestätigt.

Als relevant erachtete Elemente der (sicherheits)technischen und –organisatorischen Situation sowie übergeordneter Randbedingungen sind zu benennen, bspw.

- Ausmaß der Wartung und Instandhaltung,
- Intensität der persönlichen und automatischen (technischen) Anlagenüberwachung
- Qualifikation des Personals,
- Leistungsbereitschaft der internen Gefahrenabwehrkräfte

Allein der Umstand, dass diese Faktoren relevant sind, bedeutet allerdings nicht, dass ihr Einfluss solide - oder gar quantitativ – vorhersagbar wäre. Im Allgemeinen sind diese Faktoren nur in höchst subjektiver Art zu bewerten, so dass – verständlicherweise, vielleicht sogar vernünftigerweise – meist darauf verzichtet wird, diese mit bei einer Abstandsfestlegung zu berücksichtigen. Dass dies „ungerecht“ gegenüber „guten“ Anlagen (die ungerechtfertigt „schlecht“ dastehen) und vice versa ist, wird dabei hingenommen.

Will man diese Faktoren gleichwohl berücksichtigen – was eine gesellschaftlich-politische, nicht technische Frage ist -, so sind Festlegungen zu treffen, wie diese

- zahlenmäßig möglichst objektiv erfasst
- und bei der Abstandsfestlegung berücksichtigt werden (im Falle der Abstandsfestlegung durch Ausbreitungsrechnungen bspw. durch Zu-/Abschläge beim Quellterm oder beim ermittelten Abstandswert).

Auf diese Weise würde man zu einem anderen, aber nicht notwendigerweise besseren Abstandsfestlegung für eine Anlage gelangen. Denn einerseits würde – wünschenswert - durch Hinzunahme dieser Faktoren zunehmend eine Beschreibung der „tatsächlichen Anlagensicherheit“ anstelle des „ größten stofflichen Gefahrenpotentials“ angestrebt werden. Andererseits würden durch die schlichte Zunahme der Zahl der Eingangsdaten, durch die jeder Konvention innewohnende Pauschalisierung sowie durch die (trotz Konvention) unvermeidbare Subjektivität bei deren Festlegung im konkreten Fall zusätzliche Unwägbarkeiten (und nicht zuletzt Manipulationsmöglichkeiten) auftreten.

Die Festlegung der entsprechenden komplexen, oft nicht-technischen Einflussgrößen sowie deren Korrelation mit dem letztendlichen Ergebnis in Form eines Abstandswerts dürfte jedenfalls einen umfassenden Diskussionsbedarf innerhalb aller beteiligten Kreise bedingen und ist deshalb sehr aufwendig und wenn überhaupt nur auf lange Sicht umsetzbar.

3.2.4 Für probabilistische Ansätze notwendige Zusatzdaten

Wie bereits unter 3.1 ausgeführt baut der probabilistische Ansatz auf dem deterministischen auf und benötigt eine Fülle weiterer Eingangsdaten, wie

- Wahrscheinlichkeitsgrößen für bestimmte unerwünschte Ereignisse in Abhängigkeit von
 - o Art des Anlagenteils,
 - o Art des unerwünschten Ereignisses,
 - o Größe der Störung (bspw. des „Lecks“)
- und meteorologische Daten wie
 - o Windgeschwindigkeitsverteilung übers Jahr,
 - o Windrichtungsverteilung übers Jahr,
 - o Atmosphärische Schichtung / Stabilität übers Jahr
- sowie ggf. Daten zur Bevölkerungsdichte im Umfeld der Anlage.

Er wird hier nicht weiter verfolgt.

3.3 Proportionalität

Sind anhand des definierten unerwünschten Ereignisses die als relevant erachteten Eingangsgrößen festgelegt, ist für jede zu bestimmen, welchen Einfluss diese auf die Auswirkungen des zuvor definierten Ereignisses hat. Beispielsweise wäre die Frage zu beantworten, welchen Einfluss die Menge eines gefährlichen Stoffes auf die Möglichkeit der Gefährdung der Nachbarschaft hat. Diese Korrelation folgt nur im Idealfall – mehr oder weniger einfachen und bekannten - naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen.

Im Fall der hier thematisierten Abstandsfestlegung um Anlagen / Betriebsbereiche, die der StörfallV unterliegen, erfolgt die Korrelation zwischen einem Bündel von Eingangsgrößen (Stoffmengen, Stoffeigenschaften, Leckrate, Druck, Gebäudesituation, Wind u. v. a.) und dem Abstandswert, der dem unerwünschten Ereignis zugewiesen wird, in der Regel über Ausbreitungsrechnungen; dies ist allerdings nicht zwingend (siehe Exkurs Nr. 1 zum Ende des Abschnitts

3.2.1). Durch Ausbreitungsrechnungen wird eine illustrative, sachgerechte und scheinbar leicht (auch für Laien) nachvollziehbare Proportionalität zwischen Eingangsgrößen, Ereignis und dessen Folgen angestrebt. So sollte eine Vergrößerung einer als relevant bestimmten Eingangsgröße (bspw. der Flüchtigkeit eines Stoffes) regelmäßig höhere Ereignisfolgen (Möglichkeit der Gefährdung der Nachbarschaft) ergeben. Diese Forderung ist bei der Herstellung der Proportionalität über Ausbreitungsrechnungen für viele (je nach Definition des unerwünschten Ereignisses aber nicht für alle!) relevanten Eingangsgrößen erfüllt. Ungünstigere Eingangsgrößen (bspw. größeres Leck) ergeben einen größeren Wert für das Ereignis; hier illustrativ durch eine „unzutragliche“ Immissionskonzentration oder eben einen Abstandswert, bis zu der diese gerade überschritten ist, beschrieben.

Allerdings ist das Gebot der Proportionalität nur dann erfüllt, wenn keine für wesentlich erachteten Eingangsgrößen unberücksichtigt geblieben sind und die Rechenvorschriften der Ausbreitungsrechnungen (bzw. anderer Methoden, siehe Exkurs Nr. 1) keine modellbedingten Unstetigkeiten oder Sprünge aufweisen.

Bei der Herstellung von Korrelationen sind – in der nachgenannten Reihenfolge - möglichst folgende Methoden anzuwenden

- Korrelation über eindeutige naturwissenschaftlich-technisch beschreibbare Zusammenhänge, wie bspw. der Zusammenhang zwischen Druck und Ausflussmenge (bei feststehender Geometrie, Einphasenströmung).
- Korrelation über experimentell ermittelte Zusammenhänge, wie bspw. der Zusammenhang zwischen Stoffeigenschaften, Lachengröße etc. und Verdunstungsrate aus der Lache.
- Diese Vorgehensweise macht nur Sinn, wenn wenigstens die Mehrzahl der und die einflussreichsten Eingangsgrößen prognostizierbar (oder als einheitliche Konvention festgelegt) sind. Ist dies nicht der Fall, ist es „ehrlicher“, die entsprechende Einflussgröße außer Acht zu lassen oder insgesamt durch eine Konvention zu ersetzen.

Hierbei ist auch zu beachten, dass entsprechende experimentell ermittelte Zusammenhänge oft nur eingeschränkt Gültigkeit haben (für bestimmte Stoffe o. ä.) und eine Anwendung über den Gültigkeitsbereich hinaus zwar „besser als nichts“ sein mag, aber „nur“ eine Konvention ist und eventuell unzutreffende Ergebnisse liefert.

- Herstellung der Korrelation über eine Konvention (die auch aus Vorgabe eines einzelnen Festwerts bestehen kann), bspw. Ansatz einer Abbrandfläche allein anhand des austretenden Massenstroms (Austrittsmassenstrom = Abbrandmassenstrom, wie im Leitfaden KAS 18).
- Außerachtlassung der Einflussgröße (und soweit notwendig deren Ersatz durch eine feste Größe im Sinne einer Konvention), wenn sich deren Effekt nur unter Zuhilfenahme weiterer nicht prognostizierbarer Einflussgrößen naturwissenschaftlich-technisch mehr oder minder beschreiben lässt, wie bspw. beim Sprayanteil einer Freisetzung druckverflüssigten Gases (der u. a. vom Ort des Austritts über dem Boden, dem Austrittswinkel und der Hindernisfreiheit des Austrittsorts abhängt).

3.4 Konsistenz

Das Gebot der Konsistenz wird primär umgesetzt durch

- präzise Definition und Festlegung der Eingangsgrößen,
- soweit notwendig gleichfalls präzise Festlegung, wie die Eingangsgrößen zu bestimmen sind,
- durch eindeutige Benennung von Abschneidekriterien / Grenzen der Betrachtung,
- durch Vorgabe des akzeptablen Maßes des unerwünschten Ereignisses und nicht zuletzt
- durch die Wahl geeigneter, vereinheitlichter Rechenmodelle und ggf. deren programmtechnische Umsetzung.

Im Fall der hier thematisierten Abstandsfestlegung um Anlagen / Betriebsbereiche, die der StörfallV unterliegen, sind dies bspw. Fragen, welcher Druck in einer unter verschiedenen Bedingungen betreibbaren Leitung anzusetzen ist (Durchschnittswert, betrieblicher Maximalwert, maximal zulässiger Wert), wie die Ausbreitung einer Lache abzuschätzen ist, welche untergeordneten Gefahrenpotentiale bei der Betrachtung außen vor bleiben können, durch welchen Grenzwert das akzeptable Maß des unerwünschten Ereignisses und seiner Folgen beschrieben ist oder welche numerischen Rechenverfahren eingesetzt werden.

3.5 Transparenz

Eine nachvollziehbare Abstandsfestlegung setzt voraus, dass die vorstehend genannten vier wesentlichen Schritte der Zielbestimmtheit, Vollständigkeit, Proportionalität und Konsistenz angemessen dokumentiert und für (betroffene) Dritte zugänglich gemacht sind.

Diese Forderung beinhaltet insbesondere eine Offenlegung

- der genauen Definitionen und Bestimmungsmethoden der verwendeten Größen,
- aller Eingangsgrößen mit Angabe ob es sich um eine tatsächliche Größe, eine Abschätzung, eine Konvention o. ä. handelt,
- der Rechenvorschriften,
- der programmtechnischen Umsetzung ,

Hinweis. Einige derzeit übliche Berechnungsverfahren erfordern aufwendige numerische Lösungsalgorithmen, die je nach verwendeter Lösungsmethode merklich abweichende Ergebnisse liefern können. Ob derart komplexe Berechnungsverfahren an sich

- o den Vorgaben nach Transparenz überhaupt genügen können,
- o notwendig und / oder sinnvoll sind angesichts der hohen Prägung der Abstandsfestlegung durch Konventionen

sei an dieser Stelle einstweilen dahingestellt.

All dies ist ein unverzichtbarer Bestandteil einer nachvollziehbaren Abstandsfestlegung, beinhaltet aber für sich genommen keine naturwissenschaftlich-technischen Fragestellungen sondern neben banalen praktischen Aufgaben allenfalls rechtliche Fragen. Dieser Punkt wird nachstehend aus diesem Grund nicht näher betrachtet, sondern als gegeben bzw. mit einfachen, allgemein bekannten und verfügbaren Mitteln umsetzbar angesehen.

Dass diese Forderung u. U. in Konkurrenz zu den berechtigten Interessen von Anlagenbetreibern nach Geheimhaltung bestimmter Angaben steht, sei nur am Rande erwähnt.

4 Vergleich der derzeitigen Situation mit den Anforderungen

4.1 Zielbestimmtheit

Bei den derzeit durchgeführten Abstandsermittlungen ist ein präzises und nachvollziehbares Ziel, welchem unerwünschten Ereignis mit der Betrachtung im Einzelnen Rechnung getragen werden soll, kaum erkennbar. Dies gilt generell für alle vier in Abschnitt 2.1 genannten Szenarien (Denkbar, Dennoch, LUP, Katastrophenschutz).²⁵

Allenfalls im Falle der „LUP-Szenarien“ nach Leitfaden KAS 18 ist ansatzweise eine erste Orientierung hin zur „Bestimmung des größten stofflichen Gefahrenpotentials“ unter Außerachtlassung sehr unwahrscheinlicher Ereignisse (solche mit Leckagen über DN 25 bzw. DN 50) sowie unter weniger einschränkenden Bedingungen (wie begrenzter Freisetzungszeit) erkennbar. Im Blick der jedoch nur mangelhaften Konsistenzvorgaben (Leitfaden KAS 18 als bloße Empfehlung, die andere Vorgehensweisen ausdrücklich zulässt!) von Eingangsgrößen, Rechenverfahren und damit Ergebnissen (dazu siehe nachstehend Abschnitte 4.2 bis 4.4) ist die Klarheit und Eindeutigkeit dieses Ziels allerdings direkt wieder in Frage zu stellen.

Dieser generelle Mangel kann allerdings weder den Abstandsermittlungen selbst noch den, diese durchführenden Sachverständigen angelastet werden – er folgt schlicht aus mangelnden gesellschaftlich-politischen Vorgaben.

Ob dieser Mangel durch – eher ergebnisorientierte – Vorgaben der Genehmigungsbehörde derart, dass bspw. das „denkbare Szenario nicht über die Werksgrenze hinausreichen darf“ ersetzt werden kann, erscheint extrem zweifelhaft. Denn angesichts dieser Zielvorgaben und mangels Konsistenz von Eingangsgrößen, Rechenverfahren und damit Ergebnissen (dazu siehe nachstehend Abschnitte 4.2 bis 4.4) werden im Zweifelsfall diese „Stellschrauben“ solange – im vertretbaren (und heute mangels Vorgaben extrem weiten) Rahmen – angepasst, bis das Ergebnis „passt“.

Faktisch werden (und wurden in den vier untersuchten Fällen) Ausbreitungsrechnungen alleine handwerklich anhand für richtig erachteter (teils aus Konventionen, teils aus der realen Situation, teils aus Erfahrung des Sachverständigen abgeleiteter, teils scheinbar willkürlicher) Eingangsgrößen

²⁵ Etwas anderes gilt ausdrücklich für die – in dieser Ausarbeitung nicht weiter untersuchten – konkreten Freisetzungsszenarien (wie Abblasen eines Sicherheitsventils), die zumeist nur betreiberintern durchgeführt und dokumentiert werden mit dem ganz konkreten Ziel, bspw. die Notwendigkeit einer zusätzlichen MSR-technischen Absicherung eines Prozesses zu bewerten; siehe Fußnote 5 in Abschnitt 1

ßen mit „üblichen“ Modellen und Programmen durchgeführt. Dabei wird die Frage, welche grundsätzliche Eigenschaft einer Anlage – losgelöst von dem scheinbar konkreten, „erdachten“ Szenario bspw. einer gefüllten Auffangwanne, aus der es verdunstet - mit dieser Abstandsfestlegung eigentlich beschrieben werden soll (und ob dies so möglich und sachgerecht ist) nicht thematisiert.

4.2 Vollständigkeit der Eingangsdaten

Derzeit sind die in Abstandsberechnungen generell (wenn denn relevant) zu berücksichtigenden Eingangsdaten nicht in einer verbindlichen Form abschließend genannt. Insoweit ist nachstehend nicht bewertbar, ob die Anforderungen erfüllt sind, denn derlei Anforderungen „gibt es – mit einer ansatzweisen Ausnahme beim Leitfaden KAS 18 – derzeit schlicht nicht“.

Bei der Durchsicht der Szenarien in den vier Untersuchungen der Fachkollegen sowie auf Basis genereller langjähriger Erfahrungen entsteht allenfalls der Eindruck, dass

- primär eine möglichst einfache Beschreibung auf Basis möglichst weniger Größen angestrebt wird und
- eine „genauere“ Betrachtung unter Zuhilfenahme weiterer Größen (bevorzugt solcher, die tendenziell einen kleineren Abstandswert bedingen) bei Auslegungs- und Dennoch-Fällen am ehesten dann erfolgt, wenn die vereinfachten Überlegungen „zu große“ Distanzen ergeben würden.

Dieser Ansatz ist sicherheitstechnisch nachvollziehbar, führt allerdings zu ungenügender Korrelation der Ergebnisse mit der – wie immer bestimmten – Zielgröße, d. h. mangelnder Proportionalität.

Allein der Leitfaden KAS 18 gibt mit seinen Modellrechnungen und Beschreibungen erste Hinweise darauf, welche Eingangsdaten bei den entsprechenden „LUP-Berechnungen“ zu berücksichtigen sind und welche nicht. Im Falle des Leitfadens KAS 18 wären bspw. zu berücksichtigen die instationäre Lachenausbreitung, nicht aber das Auftreten einer Zweiphasenströmung oder Sprayeffekte. Eine Begründung für diese, zuweilen willkürlich erscheinende Auswahl von (nicht) zu berücksichtigenden Größen ist allerdings nicht durchgängig erkennbar. Soweit Ziel eine eher einfache Modellierung – ggf. unter Außerachtlassung nicht oder schlecht vorhersagbarer Größen – gewesen sein mag, wird dieser Ansatz durch die weiteren Ausführungen in dieser Ausarbeitung

nachdrücklich unterstützt. Wie am Beispiel der instationären Lachenausbreitung als komplexestem Teilschritt der Berechnungen nach Leitfaden KAS 18 gezeigt werden wird, sind vergleichsweise komplexe Phänomene in hohem Maße fehler- und manipulationsanfällig.

Am Rande wurde seitens der Sachverständigen diskutiert, inwieweit die entsprechenden Angaben der „typischen“ seitens des Betreibers für die „Behörde“ gefertigten Dokumentation (Sicherheitsbericht, Genehmigungsanträge) im Allgemeinen solide zu entnehmen ist. Mehrheitlich wurde die Ansicht vertreten, dass die entsprechenden Eingangsdaten oft nicht oder nicht hinreichend präzise in diesen Unterlagen zu finden sind. Insoweit dürfte die nachstehend unter „Stoffe“ etwas ausführlicher dargestellte Problematik der „unbestimmten Genehmigung“ womöglich bei näherer Betrachtung auch für andere wesentliche Eingangsdaten relevant sein.

Selbst im Zuge aktueller Anlagenänderungen sind die für eine (im Rahmen der Möglichkeiten der Modelle und Verfahren – siehe nachstehend – „präzise“) Abstandsermittlung bspw. nach Leitfaden KAS 18 notwendigen Eingangsdaten oft nicht hinreichend fixiert bzw. wenn denn doch – schränkt diese Fixierung die technisch notwendige Freiheit des Betreibers zu (sicherheitstechnisch unbedeutenden!²⁶) Anlagenänderungen erheblich ein. So könnte schon der Austausch einer Pumpe durch ein ähnliches, jedoch leistungsstärkeres Modell den Abstandswert erheblich beeinflussen.

Nachstehend wird für jede Einflussgröße untersucht, ob diese in den vier untersuchten Fällen relevant ist, berücksichtigt wurde und welche Erkenntnisse daraus zu ziehen sind. Aufgrund der Verschiedenartigkeit der Fälle ergibt sich hierbei nur eine sehr begrenzte Aussagefähigkeit, deshalb wurde insbesondere auch auf die darüber hinausgehenden Erfahrungen der beteiligten Sachverständigen sowie – soweit rechtzeitig vorliegend und inhaltlich nutzbar – einige weitere, durch den Auftraggeber beigestellte Untersuchungen zurückgegriffen.

4.2.1 Basisdaten

Stoffe

Hinsichtlich der korrekten Stoffauswahl konnten aus den vorliegenden Untersuchungen folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

²⁶ Dies sei als indirekter Beleg, dass Abstandsfestlegungen der hier diskutierten Art die tatsächliche Anlagensicherheit regelmäßig nicht abbilden, zu werten

- Nur soweit der stoffliche Umfang einer Anlage eindeutig bestimmt und vergleichsweise übersichtlich ist UND wenigstens einem Stoff ein ernstliches, fernwirksames Gefahrenpotential (für die luftgetragene Ausbreitung) innewohnt, ist dieser Schritt nicht mit Schwierigkeiten verbunden.
- Ist eine der Bedingungen nicht erfüllt, können Probleme auftreten:
 - Ist keinem Stoff ein ernstliches, fernwirksames Gefahrenpotential (für die luftgetragene Ausbreitung) zuzuschreiben, so besteht die Tendenz, Szenarien „künstlich“ durch „übertriebene“ Annahmen zu überhöhen, um für vergleichsweise harmlose oder allerorten vorhandene²⁷ Stoffe ein berechenbares Ergebnis zu erzielen²⁸.
 - Für Anlagen ohne klare, eindeutigen Vorgaben (Genehmigungen etc.) den Stoffumfang betreffend, werden
 - o entweder – und rechtlich möglicherweise unzutreffend – szenarienbestimmende Stoffe nach der typischen Situation / Produktpalette des Betriebs ausgewählt
 - o oder eine Abstandbestimmung ist technisch nicht möglich.

Für diese Fälle und die damit bevorzugt bei bestimmten Anlagentypen (Lageranlage, Vielstoffproduktionsanlagen) fallweise auftretenden unerwarteten Schwierigkeiten wird derzeit in der Arbeitshilfe KAS 32, Abschnitt 7 (ab Nov. 2015: 6), eine Lösung vorgeschlagen. Aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht ist dieser Vorschlag allerdings praktisch unbefriedigend, da er genehmigungsrechtlich zu lösende Fragestellungen zu Lasten Dritter (der von der Abstandsfestlegung Betroffenen) auf technische Weise zu lösen versucht.

Diese Vorgabe der Arbeitshilfe KAS 32, Abschnitt 7 (ab Nov. 2015: 6) wurde dementsprechend in den vorgelegten Untersuchungen nicht konsequent umgesetzt. Stattdessen wurde ein einfach-praktikabler (rechtlich womöglich unzutreffender) Ansatz gewählt und sich am tatsächlichen Vorhandensein von Stoffen und den diesbezüglichen Betreiberangaben orientiert. Die Vorgehensweise nach Arbeitshilfe KAS 32, Abschnitt 7 (ab Nov. 2015): 6)

²⁷ Nicht selten ergeben sich für atypische Betriebsbereiche (solche, die kaum oder keine Prozesschemikalien nutzen, die über den Luftpfad gefährliche Auswirkungen hervorrufen können) bei formaler Anwendung des Leitfadens KAS 18 Abstandswerte vorrangig aufgrund solcher banalen, allerorten vorhandenen Gefahrenpotentiale (wie einzelnen Flaschen mit Flüssiggas, einem Dieseltank für die betrieblichen Stapler oder einem Niederdruck-Gasanschluss für die Gebäudeheizung). Nach Arbeitshilfe KAS 32, Abschnitt 6, Nov. 2014 sollten derlei Gefahrenpotentiale aus guten Gründen bei der Betrachtung im Allgemeinen außen vor bleiben; durch die - strittige - Überarbeitung der Arbeitshilfe KAS 32 (Nov. 2015) ist dieser, aus sachverständiger Sicht sinnvolle Punkt derzeit entfallen.

²⁸ Ob dies im vorliegenden Fall womöglich auch dem Wunsch des Auftraggebers geschuldet war, hinsichtlich des Abstandswerts „respektable“ Szenarien dargelegt zu bekommen, muss hier dahingestellt bleiben.

wurde einhellig verworfen, da diese zu grob unzutreffenden Situationsbeschreibungen (und damit Abstandswerten) geführt hätte oder – mangels fixierter Randbedingungen – eine Abstandsfestlegung überhaupt nicht möglich gewesen wäre.

Stoffmengen, unterschieden nach

- Gesamtmenge

Diese Größe spielte in keinem der betrachteten Fälle eine Rolle, limitierender Faktor war in den meisten Fällen die Leckgröße und in anderen Fällen die örtlich vorgegebene Lachengröße.

Eine signifikante Veränderung bspw. die Verdoppelung der vorhandenen Stoffmenge würde trotz offensichtlicher Erhöhung des stofflichen Gefahrenpotentials in den untersuchten Fällen keine oder nur eine geringe Veränderung in der Ausbreitungsrechnung und damit den Abstandswerten bedingen.

- Einzelmengen entsprechend festzulegender Regelungen zur gemeinsamen oder getrennten Betrachtung von Behältern / Behältnissen

Begrenzte Einzelmengen hätten in einigen der untersuchten Fälle Relevanz für die Dauer einer Freisetzung / eines Brandes oder die Größe der sich ausbildenden Lache. In keinem Fall wurden daraus allerdings Konsequenzen (wie eine kleinere Lachenfläche oder eine Beurteilung anhand eines angepassten Kurzzeitgrenzwerts bspw. für Wärmestrahlung) gezogen, sondern es wurden stattdessen konservative Vereinfachungen angesetzt. Auf diese Weise wird das stoffliche Gefahrenpotential tendenziell überschätzt.

Stoffeigenschaften, insbesondere

- Banale Stoffeigenschaften (u. a. Molgewicht, Dichten, Aggregatzustand, Siedepunkt, Verdampfungsenthalpie, Wärmekapazität, Dampfdruck)

Für die betrachteten Stoffe – allesamt gebräuchliche – Chemikalien – sollten die entsprechenden Daten hinreichend genau vorliegen. Gleichwohl wurde in den vier Untersuchungen teilweise auf konservative Vereinfachungen (B: Dampfdruck eines Stoffs, C: Flashanteil eines Stoffs) zurückgegriffen, jedenfalls so lange das Ergebnis (der Abstandswert) nicht unerwünscht groß ausgefallen ist. Dies entspricht auch der generellen Erfahrung der Sachverständigen.

- Wirkungsdaten (Toxikologische Daten, Störfallbeurteilungswerte)

Es wurden gemischt ERPG 2- oder der AEGL 2- Werte der Beurteilung zugrunde gelegt. Diese, zu teils gravierend unterschiedlichen Ergebnissen führenden Unterschiede entsprechen auch der generellen Erfahrung der Sachverständigen.

Prozesstechnische Bedingungen, insbesondere

- Druck

Diese wesentliche Größe geht regelmäßig bei den meisten Szenarien in die Ergebnisse ein, sei es als freisetzungswirksamer Druck (Dampfdruck, Pumpendruck, Hydrostatik) beim Austritt aus einer Leckage oder als Dampfdruck bei Freisetzung aus einer Lache. Es zeigten sich bei der Festlegung der jeweiligen Größe des Drucks keine Schwierigkeiten,

- allerdings bleibt bei Pumpen- und hydrostatischen Drücken unklar, wie der angesetzte Wert tatsächlich bestimmt wurde, siehe Folgeabschnitt 5
- ist der Dampfdruck (und der Flashanteil bei druckverflüssigten Gasen) von der Temperatur abhängig, siehe nachfolgend.

Auf die generellen Schwierigkeiten bei der Bestimmung dieser Größe „Druck“ – mangels sauberer Definition und (bei Großleckagen) Abhängigkeit von der hydraulischen Gesamtsituation in der Anlage – wird im Folgeabschnitt 5 eingegangen.

- Temperatur

Soweit relevant (insbesondere wegen des Dampfdrucks) wurde in der größeren Zahl der Fälle Rechnungen für verschiedene Temperaturen durchgeführt, aus denen unterschiedliche Freisetzungsmassenströme und damit Konzentrationsverläufe über Entfernung und Zeit resultieren. Nicht – oder nur sehr „versteckt“ – wurde aus dieser Palette der Konzentrationsverläufe eine als die den weiteren Betrachtungen zugrunde zu legende benannt.

- Konzentration

Hier im Falle von 2 Stoffen relevant, da den Dampfdruck bestimmend.

- Einfache weitere prozesstechnische Randbedingungen waren im Zuge der vier untersuchten Betriebsbereiche nicht relevant.

Anlagentechnische Bedingungen, insbesondere

- Ort

Bezüglich des Freisetzungsortes gibt es bei „Auslegungs-„ und „Dennoch-Störfällen“ im Rahmen der praktisch sinnvollen Genauigkeit kaum Schwierigkeiten. Soweit zeichnerische Darstellungen (Karten) gewählt werden, treten nicht selten Vereinfachungen dahingehend auf, dass der Freisetzungsort auf einen Punkt reduziert wird, auch wenn die entsprechende lokale Quelle relevante Ausdehnungen hat (bspw. eine 20 Meter lange Rohrleitung). Bemerkenswert ist, dass nicht unmittelbare einzelnen Anlagen zuzurechnenden Rohrleitungen (Werksrohrbrücken) bei der Betrachtung von Betriebsbereichen hin und wieder ganz außen vor bleiben, da diese in keinem „anlagenbezogenen Sicherheitsbericht“ behandelt werden. Dies gilt auch und gerade für LUP-Störfälle.

Für LUP-Störfälle tritt zudem immer wieder die Frage auf, ob der Ort der Freisetzung realitätskonform lokalisiert werden soll oder – vorbeugend – an den Außengrenzen des Betriebsbereichs. Es zeigte sich, dass die sog. „Achtungsabstände ohne Detailkenntnisse“ gemeinhin um den gesamten Betriebsbereich ausgewiesen werden (da der Ort als „Detailkenntnis“ nicht vorliegt), die angemessenen Abstände (mit Detailkenntnissen) dagegen eher ab dem realen Ort (als eine der „Detailkenntnisse“) des Gefahrenpotentials. Fallweise wird, auch um dem Betreiber möglichst geringe Restriktionen für die Zukunft aufzuerlegen, auch letzterer Wert um den gesamten Betriebsbereich gezogen.

- Bauliche Situation (Umschließung, Gebäude, Auffangwanne, ggf. Luftwechsel)
Die bauliche Situation geht nur in zwei der vier untersuchten Fälle (A, B) über die gewählte Lachenfläche ein. Hier werden geometrische Flächen vor Ort konservativ als Lachenfläche angesetzt. Eine nähere Auseinandersetzung mit der Komplexität der Lachenbildung – siehe dazu nachstehend - erfolgt nicht.
- Grundlegende Auslegungsmerkmale der Anlage (bspw. Auslegung nach dem Stand der Technik für verschiedene Anlagearten [bspw. offene Anlage, drucklose Anlage, nach Druckgeräte-RL ausgelegte Anlage], Grad der Überdimensionierung [Sicherheitsbeiwerte], besondere gefahrerhöhende oder reduzierende Betriebsweise [seltener Betrieb, passive oder aktive Lagerung])
In einigen Fällen (C, D) werden entsprechende Auslegungsmerkmale subjektiv bewertet und finden Eingang in eine – vergleichsweise kleine –Leckannahme bzw. den Ausschluss eines sog. Auslegungsstörfalls.

4.2.2 Daten für Ausbreitungsrechnung

Anzusetzende Leckgröße samt

- Form und damit Ausflussbeiwert
- Art der Ausströmung (einphasig, zweiphasig, mit/ohne Spray)

Leckgrößen waren nur in Teilen der betrachteten Fälle (...) sowie in einer ergänzenden Unterlage eine Eingangsgröße in die Berechnung, in den anderen Fällen wurde eine vollständige Freisetzung unterstellt. Es kamen in den beiden erstgenannten Fällen

- für Auslegungs- und Dennoch-Fälle Leckgrößenansätze nach üblichen Regeln (Brötz resp. Strohmeier) ohne weitere Begründung bzw. eine pauschale Annahme (D) und
- für LUP-Fälle Ansätze nach den Empfehlungen des Leitfadens KAS 18 (D in einer Alternative, C DN 10, B DN 25, erg. Unterlage: DN 10 und DN 25) zum Ansatz.

Die angesetzte Leckgröße korreliert nicht in nachvollziehbarer Weise mit dem Gefahrenpotential. Wenngleich es bspw. vertretbar sein mag, das Gefahrenpotential einer Druckgasflasche (D) qualitativ geringer als das einer mittelgroßen produktführenden Leitung (C) anzusetzen, ist nicht ersichtlich, weshalb das Verhältnis der Gefahrenpotentiale einerseits (Auslegungsfall) 3,4 zu 0 bzw. (Dennoch-Fall) 4,2 zu 0,2 betragen sollte, andererseits aber (LUP-Fall) in der gleichen Größenordnung (80 zu 12,6 bzw. 80) liegen sollte. Die Leckgröße ist in vielen Fällen die bestimmende Größe für den Abstandswert. Auch die Differenzen zwischen den – teilweise innerhalb einer Unterlage- „wahlweise“ gesetzten Leckgrößen DN 10 oder DN 25 sind nicht objektiv begründbar. Diese Vorgehensweise macht die dem Thema „Leckgröße als Hilfsgröße für Wahrscheinlichkeit“ innewohnende Problematik deutlich, wie sie in den vorausgegangenen Abschnitten skizziert wurde. Weitere Erkenntnisse außer dem Mangel an Normierung / Vorgaben lassen sich daraus nicht ableiten.

Die unterschiedlich angesetzten Ausflussbeiwerte haben keinerlei Bezug zum Gefahrenpotential der Anlage; sie sind vielmehr primär von der Geometrie der anzusetzenden Leckage abhängig. Diese Geometrie ist allenfalls von den – bei den betrachteten Fällen vergleichbaren - Werkstoffeigenschaften abhängig, kann aber gleichwohl über einen breiten Bereich schwanken und ist nicht vorhersagbar. Die zwischen den Berechnungen unterschiedlichen Ausflussbeiwerte (0,38 bzw. 0,62 für ähnliche „erdachte Risse“) können nur als Indiz genommen werden, dass hier eine

weite fachliche Beurteilungsspanne besteht. Sie beeinflussen aber den Abstandswert ganz erheblich.

Die Art der Ausströmung ist durch den Aggregatzustand des Mediums und ggf. der Lage des Lecks (im Gas- oder Flüssigraum) bestimmt. Bemerkenswert ist der Ansatz „gasförmig“ im Falle D trotz Vorliegens eines druckverflüssigten Gases sowie der Ansatz eines Flash- oder Sprayanteils von 70 % im Falle C (Auslegungsfall) trotz physikalisch begründet nur 0,3 % Flashanteil. Auch dies kann als Indiz für eine weite fachliche Beurteilungsspanne sowie die Tendenz zu konservativen Annahmen (wenn das Ergebnis „akzeptabel“ bleibt) gesehen werden.

Aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht kann dazu nur ergänzend ausgeführt werden, dass es in der sicherheitstechnischen Literatur nicht an, teils sehr tiefgehenden, Überlegungen zur Bestimmung von Leckgrößen mangelt. Dies geht

- von heute nicht mehr nachvollziehbaren und eher einer bloßen Konvention ähnelnden Ansätzen (wie der „Brötz-Leckage“)
- über (vorgeblich?) aus Schadensstatistiken abgeleiteten oberen Grenzwerten für Leckgrößen (der DN 25-Wert des Leitfadens KAS 18)
- bis hin zu vertieften bruchmechanischen oder flanschdynamischen Überlegungen und detaillierten Berechnungen²⁹ (wie der „Strohmeier-Leckage“)

Eine allgemeingültige Prognose von Leckgrößen ist aber mit keinem der Ansätze möglich. Je scheinbar „genauer“ Leckgrößenbestimmungen in der Literatur erfolgen, desto eingegrenzter sind die betrachteten Schadensmechanismen (bspw. nur Korrosion, nur Dichtungsschaden) und desto stärker sind die den Anwendungsbereich einschränkenden Randbedingungen (bspw. nur gerade Rohre bestimmten Durchmessers, ohne Abzweige, aus bestimmtem Material). So ist mit den Randbedingungen der vielfach durchgeführten bruchmechanischen oder flanschdynamischen Überlegungen nur ein sehr kleiner Bruchteil der möglichen und insbesondere der tatsächlich aufgetretenen Leckagen erfassbar.

Noch weniger ist bekannt über Form und damit Ausflussbeiwert realer Leckagen und vor allem anderer störungsbedingter Freisetzungen.

²⁹ welche allerdings weit über ihren eigentlichen Gültigkeitsbereich hinaus als übliche Konvention für „Leckagen bei Auslegungsstörfällen“ angesetzt werden.

Hinsichtlich der Art der Ausströmung in Abhängigkeit der Prozessbedingungen liegen – ursprünglich aus dem Bereich der Druckentlastung über Sicherheitsventile etc. – einige vertiefte Erkenntnisse vor, die allerdings vergleichsweise komplex sind und oft zur praktischen Umsetzung weitere Daten (wie Behälterfüllgrad, vertiefte Stoffdaten etc.) benötigen, Zur Frage der Ausbildung von Spray liegen ebenfalls Erkenntnisse vor; diese sind allerdings sehr uneinheitlich, nur für wenige Stoffe verfügbar und gelten nur unter Idealbedingungen eines ungestörten Austritts. Zudem werden auch hier zur praktischen Umsetzung weitere Daten (wie Höhe der Leckage über Grund, Austrittswinkel etc.) benötigt.

Freisetzungshöhe

Es wurden Freisetzungshöhen in 0 Metern (typisch für Lachen) und im Fall der Firma D 1 Meter betrachtet.

Freisetzungszeit

Die Freisetzungszeiten wurden in nahezu allen Fällen so hoch (10 bis 30 Minuten, oft in Anlehnung an Leitfaden KAS 18; in einem Fall 60 Minuten) gewählt, dass an den relevanten Aufpunkten – meist in maximal wenigen hundert Metern Entfernung - eine stationäre Konzentration ansteht³⁰, d. h. eine Verlängerung der Freisetzungszeit keine Veränderung des Abstandswerts bedingt.

Nur in einem Fall (B, ein Stoff) wurde die Freisetzungszeit aufgrund vor Ort vorhandener automatischer Maßnahmen auf unter 1 Minute begrenzt; allerdings wurde auch hier im Weiteren die dadurch begrenzte (kleine) austretende Stoffmenge konservativ nicht berücksichtigt, sondern eine vollflächige Benetzung der Auffangwanne unterstellt.

Der ergänzend betrachtete Fall Firma E folgt soweit ersichtlich streng den Vorgaben des Leitfadens KAS 18 und berücksichtigt – in dem einen entsprechend relevanten Fall (DN 25-Leck) – die aufgrund der Stoffmenge begrenzte Freisetzungszeit.

Ausbreitungsverhalten auf dem Boden (Lachenbildung, -ausbreitung, -form und -höhe)

Soweit Lachenbetrachtungen durchgeführt wurden (A, B) wurde soweit nachvollziehbar stets eine vollständige Benetzung des Auffangraums oder (wenn keine derartige Begrenzung vorliegt) eine

³⁰ Wenigstens bei der weitgehend eingesetzten Berechnung der luftgetragenen Ausbreitung nach VDI 3783

Lachenschichthöhe von 5 mm angesetzt. Diese Annahmen entsprechen den Standardvorgaben des Leitfadens KAS 18.

Zudem wurde in diesen Fällen mit einer Ausnahme (A, Brand) eine stationäre Lache angenommen, d. h. deren Ausbreitung über die Zeit vernachlässigt.

Sämtliche dieser Annahmen sind insoweit konservativ und überschätzen in einigen Fällen das Gefahrenpotential erheblich, da sich teils nur „sehr dünne“ Lachen ergeben und damit bspw. Abbrandzeiten im Sekundenbereich.

Der ergänzend betrachtete Fall der Firma E folgt soweit ersichtlich streng den Vorgaben des Leitfadens KAS 18 und berücksichtigt eine instationäre Lachenausbreitung³¹, allerdings mit unterschiedlichen Modellen („KAS 18 – Modell bei „KAS 18-Fällen“, sonst Briscoe-Shaw).

Verdampfung / Verdunstung aus der Lache

Diese Größe war in zwei (A, B) der vier untersuchten Fällen relevant. Angaben zum verwandten Rechenmodell lagen nicht durchgängig vor.

Der ergänzend betrachtete Fall Vynova folgt soweit ersichtlich streng den Vorgaben des Leitfadens KAS 18 und berechnet allerdings mit unterschiedlichen Modellen („KAS 18 – Modell bei „KAS 18-Fällen“, sonst Mackay-Matsugu).

Aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht kann dazu nur ergänzend ausgeführt werden, dass für die Beschreibung des Stoffübergangs aus der Lache in die Atmosphäre verschiedene Berechnungsformeln zur Verfügung stehen. Physikalisch muss zwischen den beiden Phänomenen „Verdunstung“ und „Verdampfung“ unterschieden werden, da je nach Phänomen der den Stoffübergang limitierende Faktor ein anderer ist.

Die diesen zugrunde liegenden Untersuchungen sind allerdings zum größeren Teil älter, nur beschränkt dokumentiert und verzichten oft auf die Festlegung von Gültigkeitsgrenzen. Weitere Schwächen in den entsprechenden Formeln resultieren durch banale Übertragungsfehler in Folgeveröffentlichungen. Eine jüngste Untersuchung zu der Verlässlichkeit der entsprechenden Formeln zur Beschreibung der Verdunstung hat ganz gravierende Schwächen, mit Abweichungen zwischen den Formeln von einer Größenordnung und mehr im Ergebnis, zutage gefördert.

³¹ Es sei hier darauf hingewiesen, dass für derlei Berechnungen Stoffdaten vorhanden sein müssen, die nur für allenthalben gebräuchliche Stoffe, nicht aber für spezielle Chemikalien allgemein verfügbar sind.

Beim Übergang zwischen den beiden Phänomenen – infolge Abkühlung des Mediums schlägt eine Verdampfung zu einem Zeitpunkt in eine Verdunstung um – treten zwischen den Ergebnissen teils gravierende Unstetigkeiten auf, die physikalisch nicht erklärbar sind und darauf hindeuten, dass die entsprechenden Formeln außerhalb ihrer Gültigkeitsgrenzen angewandt werden und / oder das Phänomen unzureichend beschrieben.

Hinweis. Es würde nicht verwundern, wenn die hier – für eine Einflussgröße – zutage geförderten Schwächen ganz grundsätzlicher Natur wären und auch bei anderen komplexen Einflussgrößen verortet werden müssten, siehe auch die generellen Hinweise eingangs Abschnitt 4.

Raumeffekte

Entsprechende Szenarien wurden in der Stichprobe der vier Betriebsbereiche nicht untersucht.

Ausbreitungsverhalten in der Luft (Schwergas, Neutralgas, Topografie, Rauigkeit etc.)

Es wurde in den vier primär zu betrachtenden Fällen eine Neutralgasausbreitung betrachtet.

Die Rauigkeit wurde stets mit „3“ angegeben, in einem einzigen Fall (C) – dem Standort wurde ansonsten „3“ zugewiesen - mit „5“. Ein Vergleich der Daten im Fall D ist nicht möglich, da hier ein anderes Modell benutzt wurde.

Im ergänzend betrachteten Fall Vynova wurde dagegen eine Schwergasausbreitung unter topografisch sehr ungünstigen Bedingungen (ebenes Gelände) unterstellt, eine meist übertrieben konservative Annahme.

Eine darüberhinausgehende Detailbetrachtung dieser Parameter war im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht möglich, vor allem da hierzu detaillierte Ortskenntnisse und Vergleiche über eine weit größere Zahl von Anlagen und Szenarien notwendig wäre.

Meteorologische Randbedingungen

Es werden durchweg – bei Auslegungs- und Dennoch-Fällen – zwei Betrachtungen durchgeführt, eine „mittlere“ und eine „ungünstigste“.

Für erstere werden Windgeschwindigkeiten von 3 oder 4 m/s, für letztere von 1 oder 1,5 m/s angesetzt.

Die atmosphärischen Schichtung ist – durch Ansatz verschiedener Modelle – (Phast bzw. VDI 3783) unterschiedlich (für mittleren Fall: Neutral Pasquill D bzw. indifferent; für ungünstigsten Fall i. d. R.: Sehr stabil ohne Inversion Pasquill F bzw. stabil mit Inversion) und nicht miteinander ver-

gleichbar. Neben den grundsätzlichen Modellunterschieden – das bei D verwandte Modell liefert fast stets weit größere Distanzen - dürfte auch dies ein Grund für die unerwartet großen Abstandswerte im Fall D sein.

Beurteilungswert

Es wurden verschiedene Beurteilungswerte (AEGL-2-Werte für verschiedene Zeiten, ERPG-2-Werte) angesetzt. Wesentlichste Erkenntnis daraus ist, dass es – wie nicht anders zu erwarten – zu einem Bündel von Abstandswerten für einen Fall statt nur zu einem Wert kommt. Dass in den meisten Untersuchungen sodann aus diesem Bündel der Werte keine abschließende Auswahl getroffen wurde und ein Wert als „der Abstand“ benannt wurde, charakterisiert womöglich die auch den Sachverständigen bekannte Schwäche und Unsicherheit der Gesamtbetrachtung.

Bemerkenswert ist nebenbei, dass – trotz vermeintlich naturwissenschaftlich fundierter – Emissions- und Immissionsraten bei den einzigen Fällen der Freisetzung von Stoffgemischen (Brand A) auf die Wirkungsbewertung des Gemischs verzichtet wurde, sondern jeder Stoff einzeln bewertet wurde. Wenigstens eine Wirkungsbewertung des Gemischs anhand der Regeln des Gefahrstoffrechts hätte sich hier angeboten, zumal zwei der prognostizierten Schadstoffe bekanntermaßen eine additive Wirkung aufweisen. Allerdings geht eine vertiefte Erörterung und Bewertung entsprechender Sachverhalte schnell über den Rahmen einer sicherheitstechnischen Untersuchung weit hinaus und bedürfte einer eigenständigen toxikologischen Bewertung. Ob dies angesichts der Unwägbarkeiten und der Schwankungsbreite der Gesamtuntersuchung angemessen wäre, ist sehr zweifelhaft.

4.2.3 Übergeordnete Faktoren

Solche Faktoren wurden an keiner Stelle ins Kalkül gezogen. Am ehesten finden sie sich in Form subjektiver Einschätzungen bei der Festlegung der Leckgröße wieder.

4.2.4 Für probabilistische Ansätze notwendige Zusatzdaten

Aus den vier untersuchten Fällen lassen sich diesbezüglich keine Erkenntnisse ableiten; es handelt sich durchweg um deterministische Untersuchungen.

Allerdings ist seit langem ausführlich diskutiert, dass die derzeitigen probabilistischen Ansätze (Wahrscheinlichkeitswerte für bestimmte Störungen) – wie sie bspw. in den Niederlanden in Form des „Purple Book“ quasi normiert sind – einer vertieften fachlichen Prüfung nicht standhalten. Es mussten im Grundsatz die gleichen gravierenden Schwächen festgestellt werden, wie sie in diesem Thesepapier für die vorstehend behandelten Eingangsdaten dargestellt sind. Dies wiegt allerdings bei probabilistischen Ansätzen umso schwerer als dass diese gemeinhin (insbesondere in der allgemeinen Öffentlichkeit) den Eindruck vergleichsweise hohen Realitätsbezugs und angemessener Genauigkeit vermitteln.

Wesentliche, hier nur der Information halber erwähnte Schwächen der Eingangsdaten sind insbesondere die folgenden:

- Sehr alte Daten
- Ungenügende Definitionen und Beschreibung der jeweils betrachteten Ereignisse
 - o Keine genauen Angabe zu den in dem jeweiligen Datum inkludierten Ereignissen (bspw. fraglich ob in „Behälterversagen“ nur Versagen infolge Materialschäden umfasst oder auch Versagen durch unzulässige prozessbedingte Druckbeanspruchung inkludiert ist)
 - o Daten entfernen sich durch wiederholte Neuinterpretation über die Jahre immer weiter von ihrer Ausgangsbasis
 - o Simple Übertragungsfehler zwischen verschiedenen Veröffentlichungen
 - o Keine Angabe zu Vertrauensbereichen (Nachuntersuchungen ergeben Bereiche von oft zwei Größenordnungen)
- Einführung kaum begründeter Korrekturfaktoren („Expert Judgement“), die Daten über ganze Größenordnungen verändern
- Keine Angaben, unter welchen Randbedingungen die Daten auf Basis „Expert Judgement“ modifiziert werden dürfen bzw. welcher Anteil „Expert Judgement“ schon in den Daten enthalten ist.

Über diese Mängel der Datenlage hinaus bestehen auch hinsichtlich nicht festgelegter Abschneidekriterien (für die Untergrenze der nicht mehr relevanten Ereignisse) sowie der Grenzwerte („Akzeptables Risiko“) Schwächen in Definition, Einheitlichkeit und Anwendung.

Aufgrund dieser und anderer Mängel stellen die derzeit gebräuchlichen, frei verfügbaren Daten sowie die anhand dieser Daten durchgeführten probabilistischen Untersuchungen nicht mehr als

eine „Konvention“ dar, die allenfalls ansatzweise und punktuell durch „Expert Judgement“ und belastbare Statistiken gestützt werden kann.

4.3 Proportionalität

Wie ausgeführt erfolgt im hier vorliegenden Fall die Korrelation zwischen einem Bündel von Eingangsgrößen (Leckrate, Druck, Gebäudesituation, Wind u.a.) und dem Abstandswert, der dem unerwünschten Ereignis zugehörig ist, in aller Regel über Ausbreitungsrechnungen. Hierdurch scheint eine sachgerechte Proportionalität zwischen Eingangsgrößen und Störgröße (in diesem Fall eine „unzutragliche“ Immissionskonzentration) in der Regel erzielbar, denn ungünstigere Eingangsgrößen bedingen regelmäßig einen größeren Abstandswert. Allerdings ist das Gebot der Proportionalität nur dann erfüllt, wenn

- alle wesentlichen Eingangsgrößen korrekt – was immer das im Einzelnen bedeuten mag - berücksichtigt sind und
- keine übertriebenen konservativen Vereinfachungen oder sehr restriktive Bedingungen erfolgen.

Beide Bedingungen sind vorliegend in größerem Umfang nicht erfüllt.

- Durch die außerordentliche Beliebigkeit bei der Festlegung vor allem der Leckgröße ist das Ergebnis in Form eines Abstandswerts kaum proportional dem – zu beschreibenden – tatsächlichen „größten stofflichen Gefahrenpotential“.
- Durch Rückgriff auf stark konservativ Vereinfachungen werden vergleichsweise „harmlosen“ Gefahrenpotentialen³² unangemessen große Abstandswerte zugewiesen; umgekehrt werden vergleichsweise beträchtlichen Gefahrenpotentialen durch eher restriktive Bedingungen (wie kleiner Leckgröße, reine Gasfreisetzung) eher kleine Abstandswerte zugewiesen.

Es drängt sich hier der Eindruck auf, dass – trotz weiterhin erkennbarer Unterschiede – eine Tendenz besteht, einerseits die sog. Auslegungs- und (mit Einschränkungen, bei „mittleren Wetterbedingungen“) Dennoch-Störfälle unabhängig vom Gefahrenpotential sehr klein (innerhalb des Werksgeländes oder knapp darüber hinaus) ausfallen zu lassen und LUP-Störfälle eher groß zu rechnen.

Diese Mängel sind allerdings nicht primär dem Instrument, das für eine Herstellung der Proportionalität „verantwortlich“ ist – d. h. den Modellen - zuzuweisen, sondern sind Folge der Mängel der

³² Womöglich mangels größerer tatsächlicher Gefahrenpotentiale, siehe Fußnote 29

Eingangsdaten. So lange es nicht gelingt, diese Eingangsdaten solider zu fixieren, pflanzen sich deren Fehler nur in – noch so guten – Modellen und Ausbreitungsrechnungsprogrammen fort.

Abgesehen von dieser den Modellen und Programmen vorgelagerten Schwäche sind allerdings auch diese, eigentlich für die Proportionalität verantwortlichen Instrumente derzeit nicht in der Lage, diese Vorgabe zu erfüllen.

Zwar ist hinsichtlich der Modelle, da ganz unterschiedliche Phänomene untersucht werden, ein Vergleich nur sehr eingeschränkt möglich. Gemeinsam ist allen vier Fällen aber jedenfalls der „letzte Schritt“ der Ausbreitung, d .h. die Verfrachtung der Schadstoffe über den Luftpfad.

Diese wird in der Mehrzahl der Fälle mit dem Modell der VDI-Richtlinie 3783 berechnet, in einem Fall mit einem alternativen Modell (Unified dispersion model im Programmpaket „Phast“). Die Ergebnisse sind, wie insbesondere die Berechnung „D – KAS 18“ zeigt, gravierend voneinander abweichend.

Auch durch unterschiedliche Ansätze für die Ausbreitungsbedingungen (mittlere und ungünstigste Situation) ergeben sich Unterschiede. Denn je nach Art des Falls (Auslegungsfall, Dennochfall, LUP-Fall) werden hier andere Ansätze gemacht, die sich jedenfalls nicht aus der Anlagensituation sondern allenfalls aus (außer bei KAS 18 ungeschriebenen) Konventionen ableiten lassen.

Desweiteren ist darauf hinzuweisen, dass Ausbreitungsrechnungen für luftgetragene Schadstoffe und Beurteilungen im Nahbereich (deutlich unter 100 Metern) mit dem u. a. nach Leitfaden KAS 18 vorgesehenen Ausbreitungsmodell gemäß VDI 3783 Blatt 1 – und auch andere Modelle ähnlicher Art - über die Modellgrenzen hinausgehen ; die Extrapolation in diesen Bereich ist allenfalls in nicht zu stark inhomogen strukturiertem Gelände vertretbar, führt jedoch zu zusätzlichen Fehlern. Mit – wesentlich aufwendigeren – numerischen Modellen erzielbare Ergebnisse sind für dicht bebaute, stark strukturierte Gelände von einer Fülle kaum bekannter und mit vertretbarem Aufwand nicht zu ermittelnder Faktoren abhängig und je nach Wetterlage extrem variabel. Dass auch diese scheinbar „genaueren“ Modelle zur Nahbereichsberechnung wenig mehr als Illustrationen und Schätzungen zu einem (selbst zu einem genau definierten) Ereignis sind, zeigen jüngste Untersuchungen auf EU-Ebene³³. Dies gilt insbesondere – aber nicht nur – für den trivialen „kreisrunden“ Ansatz der VDI 3783, der jegliche anisotrope Gebäude- und Struktureinflüsse au-

³³ <http://www.elizas.eu/>

ßer Acht lässt. Insoweit sind Rechenmodelle auch hier nichts anderes als eine (grobe) Konvention.

Dieser Aspekt der „Überschreitung von Modellgrenzen“ ist im Übrigen typisch für weite Teile des Themenbereichs. Dies ist bedingt zum einen durch schlichtes Fehlen von Angaben zu Gültigkeitsgrenzen bei wissenschaftlichen Veröffentlichungen oder durch großzügige Festlegung von Modellgrenzen trotz eher eingeschränkter Modellvalidierung und zum anderen durch „mangels besserer Alternativen notgedrungener“ Anwendung von Modellen über ihre Gültigkeitsgrenzen hinweg. Gerade letzteres mag ja sogar (bspw. bei Verallgemeinerungen von Leckgrößenbetrachtungen) sinnvoll sein, wenn denn die entsprechende Vorgehensweise nur als Konvention – und nicht als wissenschaftlich fundierter Ansatz- verstanden wird.

Als Zwischenfazit zu diesem Aspekt ist zu konstatieren:

- Schon mangels hinreichender Zielbestimmung (Frage: Welche Größe will ich messen?) kann eine Proportionalität der ermittelten Abstände zu dieser Größe nicht bestätigt werden. Auf die bereits in Abschnitt 2.3.3 erwähnte denkgesetzlich Unmöglichkeit, dass drei regelmäßig deutlich unterschiedliche Abstandswerte gleichermaßen mit einer – wie immer definierten – einheitlichen Größe, wie dem „größten stofflichen Gefahrenpotential“ korrelieren könnten, sei hier nur nochmals hingewiesen.
- Setzt man als „zu beschreibendes Ereignis“, wie ausgeführt, das „größte stoffliche Gefahrenpotential unter einschränkenden Bedingungen“ scheidet die Proportionalität an der außerordentlichen Variabilität der – derzeit weder nach Art und Umfang noch Größe fixierten – Eingangsgrößen.
- Dies gleichfalls hintangestellt steht die – ebenfalls nicht fixierte – Modellvielfalt einer Proportionalität entgegen. Erschwerend kommen dabei Gültigkeitsgrenzen der Modelle zum Tragen.

Nach den Erfahrungen der Sachverständigen aus einer Vielzahl von Fällen, ist am ehesten bei Abstandsfestlegungen in möglichst enger Anlehnung an den Leitfaden KAS 18 ansatzweise eine Proportionalität zum „größten stofflichen Gefahrenpotential unter einschränkenden Bedingungen“ erkennbar, sofern man die ebenda enthaltenen „Freiheitsgrade“ (wie Spanne der Leckgröße) nicht ausschöpft. Allerdings sind auch hier fallweise grobe Disproportionalitäten erkennbar, bspw. bei der Beschreibung – weiter oben beleuchteter – „unbestimmter Genehmigungen nach Arbeitshilfe KAS 32, Abschnitt 7 (ab Nov. 2015: 6)“ oder bei atypischen stofflichen Gefahrenpotentialen.

Im Übrigen läuft, wie ebenfalls oben ausgeführt, eine weitgehende Normierung zunehmend dem Bestreben zuwider, anstelle des „größten stofflichen Gefahrenpotential unter einschränkenden Bedingungen“ die „tatsächliche Anlagensicherheit“ zu beschreiben.

4.4 Konsistenz

Da – wie ausgeführt – die für eine konsistente Abstandsfestlegung notwendigen Bedingungen

- Definition und Festlegung der Eingangsgrößen,
- Festlegung, wie die Eingangsgrößen zu bestimmen sind und nicht zuletzt
- geeignete, vereinheitlichte Rechenmodelle und ggf. deren programmtechnische Umsetzung nicht erfüllt sind, ist davon auszugehen, dass auch die Ergebnisse nicht konsistent sind.

Im Rahmen des Auftrags waren entsprechende Vergleichsrechnungen nicht vorgesehen und auch aus Gründen von Zeit und Aufwand angesichts der vielen sehr stark differierenden Szenarien nicht leistbar. Deshalb haben die Sachverständigen – über den Auftragsumfang hinaus – für zwei verschiedene Szenarien unter Vorgabe sämtlicher Eingangsdaten Vergleichsrechnungen durch eine gute Zahl bekannter, durchweg langjährig erfahrener sachverständiger Kollegen in verschiedenen Organisationen durchführen lassen.

- Für ein sehr einfach zu berechnendes Szenario ergaben sich Abstände zwischen 148 Meter und 193 Meter, mithin eine Differenz von 30% zwischen Minimal- und Maximalwert bei Benutzung des gleichen Berechnungsprogramms. Bei der Benutzung anderer Programme weitete die Spanne auf von 148 bis 550 Metern, mithin einem Faktor 3,7.
- Für ein mäßig komplex zu berechnendes Szenario ergaben sich Abstände zwischen 368 Metern und 770 Metern, mithin ein Faktor 2 zwischen Minimal- und Maximalwert bei Benutzung des gleichen Berechnungsprogramm. Bei der Benutzung anderer Programme weitete die Spanne auf von 368 bis 2363 Metern, mithin einem Faktor über 6.

Diese nicht repräsentative Erhebung belegt jedenfalls qualitativ, dass selbst bei soliden Eingangsdaten eine Konsistenz der Ergebnisse mit derzeitigen Instrumenten nicht erzielbar ist.

4.5 Transparenz

Zu diesem Aspekt lassen sich aus den Untersuchungen keine Erkenntnisse gewinnen.

4.6 Fazit³⁴

Szenarien der störungsbedingten Freisetzung luftgetragener Schadstoffe sind – in Form von Ausbreitungsrechnungen für „Auslegungs“- und „Dennoch-Fälle“ - seit Jahrzehnten gebräuchlicher Bestandteil sicherheitstechnischer Untersuchungen (Sicherheitsanalyse, Sicherheitsbericht). Sie sollten und sollen dem „Nachweis der Anlagensicherheit“ resp. der „Ausreichenden Maßnahmen zur Begrenzung von Störfallauswirkungen“ dienen.

Bei näherer kritischer Betrachtung dieser langjährigen Praxis offenbart diese allerdings gravierende Schwächen jedenfalls für den Fall, dass an die Ergebnisse der Szenarien (d. h. dem berechneten örtlichen und/oder zeitlichen Immissionsverlauf) ernstliche Folgen für Anlagenbetreiber oder Dritte geknüpft werden sollen.

Die wesentlichen Anforderungen an eine solide Abstandsfestlegung sind nur zum Teil erfüllt:

- Die Art der durch eine Abstandsfestlegung zu vermeidenden oder zu mindernden unerwünschten Ereignisses ist regelmäßig nicht präzise bestimmt („Zielbestimmtheit“). In aller Regel hat sich diesbezüglich – nur für den LUP-Störfall nach Leitfaden KAS 18 - in Fachkreisen allerdings das „größte stoffliche Gefahrenpotential unter einschränkenden Bedingungen“ im oben definierten Sinne etabliert, so dass hier wenigstens ansatzweise eine gewisse Einigkeit konstatiert werden kann. Dass dieser allerdings eine fachliche oder rechtliche Begründung fehlt, dürfte aus technischer Sicht die geringste – da eher „philosophische“ – Schwäche der aktuellen Vorgehensweise sein.

Die für die „Höhe des Schutzniveaus“ unter Wahrscheinlichkeitsaspekten notwendige Festlegung der „Leckgröße“ folgt allerdings oft weder belastbaren naturwissenschaftlich-technischen Ansätzen noch ausdrücklichen Wahrscheinlichkeitsüberlegungen oder gar politisch-rechtlichen Vorgaben.

- Ähnlich schwer wiegt in diesem Zusammenhang die Art und Weise, wie die für das jeweilige unerwünschte Ereignis relevant bewerteten Eingangsgrößen nach Bedeutung und Größe festgelegt werden („Vollständigkeit“).

Es muss festgestellt werden, dass der Kanon der insgesamt zu berücksichtigenden Eingangsgrößen an keiner Stelle genannt ist, insbesondere hinsichtlich der Berücksichtigung

³⁴ Aufgrund der nur sehr eingeschränkten, aus den zu Grunde zu legenden 4 Untersuchungen abzuleitenden generellen Erkenntnisse (siehe Abschnitt 2.3.4) werden hier insbesondere auch allgemeinere Schlussfolgerungen gezogen und niedergelegt, die sich aus der vertieften Diskussion mit den Sachverständigen und deren Erfahrung ergeben haben.

übergeordneter Eingangsgrößen³⁵ mit Relevanz zur Anlagensicherheit. So bleibt es dem das jeweilige Szenario bearbeitenden Sachverständigen überlassen, ob er bestimmte Einflussfaktoren (bspw. begrenzte Freisetzungszeiten durch Maßnahmen der Alarm- und Gefahrenabwehr, in die Leckgröße implizit eingehende Abschlüge für eine „sehr gute Anlage“) berücksichtigt. Die generelle Tendenz besteht wohl (wenigstens bei „Auslegungs“- und „Dennoch“-Szenarien) darin, eher mehr als wenig zu berücksichtigen, um möglichst „kleine“ Szenarien zu erzielen. Eine eher umgekehrte Tendenz findet sich fallweise bei LUP-Szenarien für bestehende Anlagen.

Ein guter Teil der relevanten Eingangsgrößen ist nicht hinreichend präzise definiert, so dass es auch hier dem das jeweilige Szenario bearbeitenden Sachverständigen überlassen bleibt, ob er bspw. Maximaldrücke oder durchschnittliche Drücke ansetzt. Oft wird gar nicht entsprechend unterschieden.

Überdies fehlt es für viele Eingangsgrößen an zahlenmäßigen Vorgaben, sei es (für schwer oder nicht naturwissenschaftlich-technisch ableitbare Größen, bspw. Leckgrößen) in Form verbindlicher Konventionen oder (für passabel bestimmbare Größen, wie bspw. ortsdurchschnittliche Windgeschwindigkeit, Luftwechselraten) in Form von Vorgaben zur Ermittlung dieser Größen. Insbesondere die Festlegung allerwesentlichster Größen, die einer Konvention bedürften (bspw. Leckgrößen) sollte nicht in das – und sei es noch so fundierte – Belieben einzelner Sachverständiger gestellt werden.

- Die Anforderung, dass die Abstandsfestlegung naturwissenschaftlich-technische Sachverhalte³⁶ korrekt erfassen und damit eine sinnvolle Korrelation zwischen Eingangsgrößen und ermitteltem Abstandswert herstellen („Proportionalität“) muss, ist derzeit nicht erfüllt, sowohl infolge der Mängel hinsichtlich der Eingangsgrößen als auch der Modelle und Verfahren.
- Weiter ist festzustellen, dass selbst genau gleiche Eingangsgrößen des Öfteren nicht zu reproduzierbaren, annähernd gleichen Ergebnissen bei Durchführung der Berechnungen durch verschiedene Personen führen („Konsistenz“). Dies ist insbesondere auf das Fehlen von Modell- und Berechnungsvorgaben zurückzuführen. Es sei nochmals erwähnt, dass unterschiedliche Modelle und Rechenverfahren selbst für einen einzigen Berechnungs-

³⁵ Dass diese schwer und oft nur subjektiv erfassbar sind und deren Berücksichtigung damit den weiteren Ansprüchen an eine Abstandsfestlegung womöglich zuwiderläuft wurde bereits ausgeführt.

³⁶ Siehe Fußnote eingangs Abschnitts 3.

schritt (bspw. nur Lachenverdunstung, nur atmosphärische Ausbreitung) zu erheblichen Differenzen – durchaus um einen Faktor 2 und mehr – führen können, mithin das Gesamtergebnis nur im Relativvergleich zu anderen Berechnungen mit den gleichen Modellen und Rechenverfahren, nicht aber für sich, eine Aussagekraft entfaltet.

- Das Gebot der „Transparenz“ – die Möglichkeit, dass für Betroffene die Abstandsfestlegung im Grundsatz nachvollziehbar ist – mag angesichts der oben aufgezeigten, generellen Schwächen als sekundäre Erfordernis gelten. Es muss festgestellt werden, dass diese Forderung – u.a. in Folge fehlender (und damit erst recht nicht für Dritte nachvollziehbarer) Regeln zur Festlegung von Eingangsgrößen sowie aufgrund der teilweise nicht offenlegte Modelle und Rechenverfahren – derzeit ebenfalls nicht als erfüllt angesehen werden kann.

Diese Schwächen gelten nicht nur für die hier primär thematisierte luftgetragene Ausbreitung von Schadstoffen sondern mit marginalen Unterschieden auch für andere Schadensszenarien, bspw.

- sind Modelle zur Beschreibung der Wärmestrahlungseffekte (von Lachenbränden) tendenziell besser fundiert und – bei fest vorgegebenen (unsicheren) Randbedingungen, und nur dann! - weniger „ungenau“ in der Prognose; allerdings wird der bei der Beurteilung dieser Schadensszenarien gemeinhin übliche Grenzwert ($1,6 \text{ kW/m}^2$ nach Leitfaden KAS 18) einhellig als unverhältnismäßig streng (niedrig) angesehen, zumal Zeitaspekte und Fluchtmöglichkeiten dabei ganz außen vor bleiben;
- sind Modelle zur Beschreibung der Explosionsauswirkungen nach mehrheitlicher Sicht extrem manipulationsanfällig;
- ist das Schadensszenario des „Trümmerflugs“ im Allgemeinen nicht, nicht einmal grob, solide prognostizierbar.

All diese Schwächen mögen so lange tolerabel sein, wie die durchgeführten Abstandsermittlung primär der Illustration des (größten) Gefahrenpotentials der Anlage und möglicher Szenarien dient oder es um bloße Relativvergleiche (bspw. Effekt einer Druckabsenkung oder einer Einhausung in einer Anlage) verschiedener Varianten eines Szenarios geht.

Für eine Abstandsfestlegung, an die ernstliche Folgen für Anlagenbetreiber oder Dritte geknüpft werden sollen, ist die bisherige Praxis allerdings schon aus naturwissenschaftlichen-technischen Gründen nicht geeignet. Noch schwerer mögen in dieser Sache die rechtlichen Einwände wiegen.

Die vorstehend geäußerte fundamentale Kritik gilt sowohl hinsichtlich der in Sicherheitsberichten „üblichen“ Szenarien als auch vieler der Berechnungen nach Leitfaden KAS 18, vor allem sofern diese die „Freiheitsgrade“ des Leitfadens ausnutzen. Sie muss allerdings „fairerweise“ in das zum Zeitpunkt der Erstellung insbesondere des Leitfadens KAS 18 gegebene fachliche, rechtliche und gesellschaftliche Umfeld eingeordnet werden. Denn dieser Leitfaden resp. der weitgehend inhaltsgleiche Vorgängerleitfaden SFK/TAA-GS-1 konnte auf keinerlei substantielle Vorarbeiten zurückgreifen; jahrzehntelang waren konkrete, zahlenmäßige Empfehlungen für Eingangsdaten (insbesondere Leckgrößen) für tatsächlich größere Freisetzungsszenarien trotz 3. StörfallVwV in der Fachpraxis hierzulande kaum gegenwärtig. Aus diesem Grunde muss die Einführung dieser ersten konkretisierenden Regelungen zu Art. 12 der Seveso-II-Richtlinie durchaus als Meilenstein angesehen und – trotz seiner heute (!) offensichtlichen Optimierungsnotwendigkeiten - nicht hoch genug eingeschätzt werden. Nach über 10 Jahren Erfahrung sind nun sowohl aus rechtlicher als auch aus technischer Sicht allerdings deutliche Fortentwicklungen angezeigt.

5 Möglichkeiten für eine solide Abstandsfestlegung

Angesichts der zum Ende des Abschnitts 4 aufgezeigten, weitestgehend fundamentalen Schwächen der bisherigen (bis dato weitestgehend für den Anlagenbetreiber oder Dritte folgenlosen) Methoden der Abstandsfestlegung, muss die Erarbeitung einer Methode für eine solide Abstandsfestlegung als nur langfristige lösbare Aufgabe angesehen werden.

Bevor in den Unterabschnitten dieses Abschnitts 5 wenigstens punktuell dargestellt werden soll, welchen Beitrag zu dieser Aufgabe seitens Naturwissenschaft und Technik leisten können, ist allerdings nochmals festzustellen, dass ein guter Teil der zu lösenden Aufgaben ganz oder teilweise nicht auf naturwissenschaftlich-technischem Wege lösbar ist, sondern politischer / rechtlicher Initiative bedarf: Dies betrifft, wie bereits erwähnt, neben der Grundsatzfrage der Legitimation (der „Berechtigung“) zur Festlegung und Umsetzung der dargestellten Anforderungen insbesondere die verbindliche Festlegung

- der Definition des „unerwünschten Ereignisses“,
- des Umfangs der relevanten Eingangsgrößen (und damit der weniger relevanten, außer Acht gelassenen) und
- der – im weitesten Sinne – Rechenvorschriften zur Abstandsfestlegung,
- der mit der Abstandsfestlegung verbundenen Folgen für Betroffene, d.h. Art und Schwere der Einschränkungen für den Abstandsverursacher oder den „im Abstand“ Befindlichen,
- des akzeptablen Maßes des unerwünschten Ereignisses und seiner Folgen, ab der diese als unbeachtlich angesehen wird, d. h. die „Höhe des Schutzniveaus“.

Nur zur Frage der relevanten Eingangsgrößen sowie der – im weitesten Sinne – Rechenvorschriften können Naturwissenschaft und Technik einen ernstlichen Beitrag leisten. Die Hoffnung allerdings, dass diese Aspekte weitestgehend der Naturwissenschaft und Technik zur Lösung überantwortet werden können, dürfte sich gleichwohl als trügerisch erweisen. Zu hoch sind die bestehenden und wohl auch noch langfristig fortdauernden Erkenntnislücken – was nicht primär als Aufforderung zur vertieften Forschung verstanden werden soll. Allenfalls punktuell dürfte vertiefte Forschung zu verwertbaren (im Sinne von generalisierbaren) Erkenntnissen führen. Vielmehr sollte akzeptiert werden, dass u. a.

- die (glücklicherweise!) sehr beschränkte Datengrundlage,

- der Umstand, dass während eines „Ereignisses“ keine / kaum Daten erhoben werden (können),
- dass größere Versuche sich aufgrund des Aufwands, der Gefährlichkeit und der ökologischen Folgen „nahezu verbieten“ und dass
- insbesondere die stoffliche Vielfalt und Vielfalt der anlagenseitigen Randbedingungen in „Störfallanlagen“ ein schier unüberschaubares Feld aufspannen und

einer „Vervollständigung“ der Erkenntnisse dauerhaft im Wege stehen. Man stelle sich allein den Aufwand vor, um das tatsächliche fluiddynamische Ausbreitungsverhalten sich ausbreitender Flüssigkeiten unterschiedlicher Viskosität auf komplexen, mit einer Vielzahl von Hindernissen und Senken versehenen Böden unterschiedlicher Neigung und Struktur für (nur!) einige Dutzend „typische“ ebenerdige Anlagenkonstellationen zu ermitteln. An den Zusatzaufwand bei mehrgeschossigen Anlagenkonstellationen mit Gitterrostbühnen etc. möge man gar nicht denken.

Diese mangelnde tatsächliche Kenntnis und fehlende Möglichkeit zur Erlangung der „nötigen“ Erkenntnisse mit vertretbarem Aufwand mag leichter zu akzeptieren sein, wenn man sich vergegenwärtigt, dass selbst die – wie immer erlangte – „genaue“ Erkenntnis über ein Szenario nichts über den Ablauf eines – evtl. aus dem Blick der Eingangsgrößen nur geringfügig abweichenden – Szenarios sagt. Schon die Frage, ob ein Leck „oben“ an der Rohrleitung ist oder „unten“, ob es eine „runde“ oder „längliche“ Form hat, ob auf dem Boden darunter Fässer stehen oder nicht oder die Türe des Gebäudes offen oder geschlossen ist, beeinflusst ein Ereignis möglicherweise tiefgreifend. Derlei Einflussgrößen entziehen sich jedoch in den meisten Fällen jeder Prognose! Insofern ist es auch mit – wie immer erlangter – „genauer“ Erkenntnis über ein Szenario (oder auch einige) nicht möglich, den tatsächlichen Ablauf einer tatsächlichen Störung mit Stofffreisetzung zu prognostizieren.

Dies im Blick spricht vieles dafür, anstelle allzu beträchtlichen Aufwands zur Erlangung der „nötigen“ Erkenntnisse vermehrt auf Konventionen – im Sinne von naturwissenschaftlich-technisch sachverständig und politisch/rechtlich abgestimmten Vereinfachungen (bspw. zur Leckgröße) zu setzen. Dieser Ansatz dürfte ein höheres Maß an Ehrlichkeit und Transparenz enthalten, als der zuweilen verkrampfte Versuch, bspw. das ein oder andere Leck durch komplexe Berechnungen „voraussagen“ zu wollen. Zu diesem Ansatz können die Ausführungen in den nachstehenden Unterabschnitten erste Hinweise und Anregungen geben; weitere konkretisierende Vorschläge mögen ebenfalls in den „Zuständigkeitsbereich“ von Naturwissenschaft und Technik fallen (und sind sicher hier und da für die ein oder andere Frage auch schon erarbeitet oder diskutiert), sind aller-

dings heute im Rahmen dieser Ausarbeitung unter den vorgegebenen Restriktionen nicht zu leisten. Das Thema insgesamt ist wie ausgeführt ohnehin nur langfristig und gemeinsam zwischen allen beteiligten Interessensgruppen in Diskurs und politischer Auseinandersetzung lösbar – ein Feld weit über Naturwissenschaft und Technik hinausgehend.

Relevante Folgerungen und Empfehlungen sind nachstehend mit „➤“ markiert.

Diese gelten ausdrücklich nicht für die, in Fußnote 5 in Abschnitt 1 dieser Ausarbeitung gestreiften konkreten Szenarien, für die regelmäßig im Rahmen der betreiberinternen Gefahrenanalysen orientierende Berechnungen durchgeführt werden, um deren Auswirkungen abschätzen und ggf. ergänzende Maßnahmen festsetzen zu können.

5.1 Zielbestimmtheit

Zielbestimmt heißt, dass das Ziel der „Abstandsfestlegung“ vorab angemessen definiert und bestimmt ist. Diese Aufgabe ist in erster Linie politisch-rechtlicher Art und umfasst folgende Punkte

- Entscheidung für einen deterministischen oder probabilistischen Ansatz
 - Aufgrund der heutigen Sach- und Erkenntnislage wird derzeit aus praktischer Sicht die Fortführung des deterministischen Ansatzes empfohlen.
- Im Falle des deterministischen Ansatzes Definition des „Größten stofflichen Gefahrenpotentials unter einschränkenden Bedingungen“³⁷
 - Hier wird eine Betrachtung einzelner Behälter / Behältnisse oder betriebsmäßig miteinander in offener Verbindung stehender Behälter / Behältnisse als am ehesten praktikabel empfohlen; Abschottmaßnahmen mögen – wenn nachweisbar im Störfall ausreichend schnell und sicher wirksam – mit berücksichtigt werden, Dominoeffekte sollten mangels Prognostizierbarkeit außen vor bleiben.
- Festlegung von Eingangsgrößen
 - Diese sind nur und insoweit zu berücksichtigen, wie diese solide bestimmbar, ordentlich definiert oder als Konvention festgelegt sind; dazu siehe nachstehend Abschnitt 5.2

³⁷ Der Verzicht auf einschränkende Bedingungen ergäbe das bekannte „Worst-Case-Szenario“ (Exceptioneller Störfall) der Katastrophenschutzplanung. Auch dieses ließe sich im Grundsatz als maßgeblich für den Abstand festlegen, würde allerdings zu nicht praktikablen, gleichsam dem „Nullrisiko“ entsprechenden Abständen führen. Diese Abstandswerte dürften staatspolitisch / gesellschaftlich nicht tragfähig sein und müssten insoweit wiederum durch stark abschwächende Folgen für die Betroffenen (siehe einleitend Abschnitt 3 dieser Ausarbeitung) oder ein rigides Zonierungsmodell ausgeglichen werden. Davon wird deshalb abgeraten.

- Mittelfristig erscheint es theoretisch wünschenswert, auch übergeordnete Faktoren durch – moderate als Konvention festzulegende – Zu- und Abschlagsfaktoren zu berücksichtigen. Inwieweit dies allerdings praktikabel ist, muss die Zukunft zeigen.
- Wahl eines methodischer Ansatzes:
 - Auftragsgemäß wird hier nur der bis dato herrschende, auf Ausbreitungsrechnungen fußende Ansatz weiter verfolgt; auf die Vor- und Nachteile eines anderen Ansatzes – siehe Exkurs Nr 1. - wird hier nur nochmals hingewiesen.
- Festlegung der Höhe des Schutzniveaus durch Bestimmung eines Grenzwerts und³⁸ einer „Leckgröße“

Beide Vorgaben sind primär rechtlich-politischer Natur und stellen – innerhalb vernünftiger Grenzen der jeweiligen Werte - keine naturwissenschaftlich-technische Fragestellung dar.

- Ein für möglichst viele Stoffe vorhandener, allgemein anerkannter Grenzwert (oder eine Regelung zur Auswahl eines Grenzwerts aus den vorhandenen, bspw. stets den „kleinsten“) sollte unabhängig vom berechneten Einwirkungszeitraum zugrunde gelegt werden. Denn der Berechnung des Einwirkungszeitraums liegt kein tatsächliches und zu unterstellendes Freisetzungsszenario zugrunde; der errechnete Zeitraum wird sich primär aus festgelegten Konventionen hinsichtlich der Freisetzungzeiten ergeben. Diese Konventionen bilden zusammen mit den anderen gleichartigen Festlegungen eines Modells ein zusammenhängendes „Bündel von Vereinbarungen“, von denen nicht einzelne herausgelöst und „scheinbar“ realitätsnäher gewählt werden sollten. Eine solche Veränderung von Konventionen ist nur statthaft, wenn diese sich unmittelbar aus der tatsächlichen Situation ergibt, bspw. wenn die Belastungszeit aufgrund begrenzter Stoffmenge tatsächlich wesentlich kürzer ausfallen muss als es der Konvention entspricht.³⁹

Es sind Regelungen zu treffen, wie bei fehlenden Grenzwerten zu verfahren ist. Aufgrund der Konventionsgebundenheit der Berechnungen einerseits sowie der begrenzten Datenlage und teils stark divergierender Ansätze bei gleichen Stoffen andererseits wird von Dosisbetrachtungen o. ä. generell abgeraten.

- Die „Leckgröße“ sollte konsequent fest vorgegeben werden, womöglich mit unterschiedlichen Werten für unterschiedliche Anlagenarten, Grundprozesse oder Stoffe. Eine Abwei-

³⁸ Siehe Fußnote 17 zur Notwendigkeit zweier Größen

³⁹ Anderes gilt allerdings bei konkreten Szenarien im Sinne der Fußnote 5 in Abschnitt 1

chung von dieser Festlegung dürfte nur dann statthaft sein, wenn sich diese nahezu zwingend aus den anlagentechnischen Gegebenheiten ableitet.

5.2 Vollständigkeit der Eingangsdaten

5.2.1 Basisdaten

Stoffe

- In Fällen hinreichend konkreter Genehmigungen ist hier keine ergänzende Festlegung notwendig.
- Die in diesem Zusammenhang auftretende Frage, wie mit „unbestimmten“ Genehmigungen umzugehen ist, ist in der Arbeitshilfe KAS 32 derzeit beantwortet. Wiewohl rechtlich nachvollziehbar ist aus technischer Sicht der dort vorgegebene Ansatz allerdings in vielen Fällen wenig sinnvoll, da er zu einer drastischen Überschätzung des tatsächlichen Gefahrenpotentials führt. Technisch sinnvollere Ansätze – die allerdings womöglich auf größere rechtliche Bedenken stoßen und / oder einer rechtlichen Fixierung durch Einschränkung der „unbestimmten“ Genehmigung bedürften – wäre eine Festlegung der Stoffe anhand ...
 - I. des derzeit vor Ort vorliegenden „schlimmstmöglichen“ Stoffes
 - II. eines seitens des Betreibers zur Handhabung reklamierten „schlimmstmöglichen“ Stoffes
 - III. des „schlimmstmöglichen“ Stoffes, der in den Genehmigungsunterlagen jemals – und sei es beispielhaft – genannt wurde.
 - IV. des „schlimmstmöglichen“ Stoffes anhand der organisatorischen und technischen Möglichkeiten im Betriebsbereich (bspw. Ausmaß und Qualität der Arbeitsschutzmaßnahmen beim Umgang mit Stoffen, Vorhandensein von Detektionssystemen für Freisetzungen) oder eine Kombination dieser Praktiken.

Stoffmengen, unterschieden nach

- Gesamtmenge
 - Diese Größe ist bei der bisherigen Praxis der Abstandsfestlegung kaum je relevant und bedarf keiner weiteren Festlegung.
- Einzelmengen entsprechend festzulegender Regelungen zur gemeinsamen oder getrennten Betrachtung von Behältern / Behältnissen

- Es sollte – insbesondere mit Blick auf LUP-Störfälle – festgelegt werden, unter welchen Bedingungen Unterteilungsmöglichkeiten und wie berücksichtigt werden dürfen. Diese Festlegung könnte am ehesten durch Darstellung einiger exemplarischer Fallgestaltungen und deren entsprechende Bewertung in Form einer sachverständig fundierten Konvention erfolgen.

Stoffeigenschaften, insbesondere

- Banale Stoffeigenschaften (u. a. Molgewicht, Dichten, Aggregatzustand, Siedepunkt, Verdampfungsenthalpie, Wärmekapazität, Dampfdruck)

Praktische Schwierigkeiten, die ergänzende Festlegungen erfordern, treten nur vereinzelt auf. Hier sind keine generellen Regelungen zweckdienlich.

- Wirkungsdaten (Toxikologische Daten, Störfallbeurteilungswerte)
 - Es bedarf einer eindeutigen Festlegung der zugrunde zu legenden Grenzwerte incl. Regelungen, in welcher Reihenfolge (bei Fehlen des bevorzugten Werts) ersatzweise auf andere Werte zurückgegriffen werden darf, ob und unter welchen Bedingungen die Zeitabhängigkeit der errechneten Immissionsbelastung sich in abweichenden Grenzwerten niederschlagen darf⁴⁰ und wie mit Grenzwertänderungen umzugehen ist. Diese Festlegung muss als reine Konvention verstanden werden, die zuvorderst in den Bereich der Politik fällt, da sie gleichsam der Festlegung der „Höhe des Schutzniveaus“ entspricht.

Prozesstechnische Bedingungen, insbesondere

- Druck
 - Es bedarf einer präzisen Definition, ob unter „Druck“ bspw. der maximal technisch mögliche, der durchschnittliche oder der maximal zulässige und ob der Ruhe- oder Fließdruck gemeint ist. Diese Definition selbst ist sodann eine Konvention, der Wert selbst eine tatsächlich zu ermittelnde Größe.

In vielen Fällen ist – nach präziser Definition - die freisetzungswirksame „treibende“ Druckdifferenz vergleichsweise leicht bestimmbar und ändert sich während des Freisetzungsvorgangs nicht wesentlich, bspw. bei großen Volumina, bei denen der Innendruck al-

⁴⁰ Soweit der Berechnung des Einwirkungszeitraums kein tatsächliches und zu unterstellendes Freisetzungsszenario zugrundeliegt, sondern sich der errechnete Zeitraum vielmehr primär aus festgelegten Konventionen hinsichtlich der Freisetzungzeiten ergibt (wie bspw. im Leitfaden KAS 18), ist es nicht sinnvoll, spezielle zeitabhängige Grenzwerte zur Beurteilung heranzuziehen. Hier sollte es aus Gründen banaler Logik bei den generell festgelegten Grenzwerten bleiben.

leine hydrostatisch und / oder durch den Dampfdruck des eingeschlossenen Mediums bestimmt ist. Auch wenn der Innendruck bspw. in einer Rohrleitung durch eine Pumpe verursacht wird, deren betriebliche Förderleistung deutlich größer als der Freisetzungsmengenstrom aus der Leckfläche ist, so kann die freisetzungswirksame „treibende“ Druckdifferenz konservativ, aber nicht übertrieben pessimistisch, gleich der „Nullförderhöhe“ der Pumpe gesetzt werden. In anderen Fällen aber ist die Bestimmung der freisetzungswirksamen „treibenden“ Druckdifferenz schwieriger, bspw. bei Druckerzeugern (Pumpen), deren Förderleistung in der Größenordnung des Freisetzungsmengenstroms aus der Leckfläche (bei Ansatz der „Nullförderhöhe“ der Pumpe) liegt oder wenn der Freisetzungsmengenstrom aus der Leckfläche sogar oberhalb des zulässigen Arbeitsbereichs der Pumpe liegt. In diesen Fällen sind ergänzende Überlegungen – und womöglich Konventionen - vonnöten.

- Temperatur
 - Es bedarf einer präzisen Definition, ob unter „Temperatur“ bspw. die maximal technisch mögliche, die durchschnittliche oder die maximal zulässige gemeint ist und ob externe Erwärmung (Sonnenstrahlung) zu berücksichtigen ist. Für unbeheizte und ungekühlte Medien ist es voraussichtlich sinnvoll, einen Standardwert (20°C) als Konvention anzusetzen. Dieser Ansatz ist als Mittelwert über den Jahreslauf eher konservativ hoch, da die Jahresdurchschnittstemperatur hierzulande deutlich niedriger liegt. Ansonsten ist der Wert selbst eine tatsächlich zu ermittelnde Größe.
- Konzentration
 - Auch hier ist eine präzise Definition notwendig, welche Werte (zulässig, möglich, durchschnittlich) anzusetzen sind und dazu, wie im Falle von (für Mischungen oft) nicht verfügbaren banalen Stoffdaten vorgegangen werden soll.
- Einfache weitere prozesstechnische Randbedingungen werden hier nicht weiter behandelt, waren im Zuge der vier untersuchten Betriebsbereiche nicht relevant.

Anlagentechnische Bedingungen, insbesondere

- Ort
 - Es ist notwendig, festzuschreiben
 - ab welcher Ausdehnung eines Gefahrenpotentials dieses nicht nur als „Punkt“ sondern flächig erfasst werden soll; hier bietet sich womöglich eine vereinfachte flächige Erfassung

an derart, dass der ermittelte Abstandswert um die halbe Diagonale des auslösenden Blockfelds eines Anlagenkomplexes vergrößert wird. Dies wäre eine Konvention.

- ob (bei LUP-Störfällen) eine Abtragung des Abstandswerts der realen Situation entsprechend erfolgen soll oder ab der Außengrenze des Betriebsbereichs; letztere Vorgehensweise dürfte abgesehen von grundsätzlichen rechtlichen Bedenken – angesichts großflächiger „ungefährlicher“ Nutzungen und Brachen auf vielen „Werksgeländen“ - auch technisch in den meisten Fällen kaum vertretbar sein. Dies wäre eine Konvention.

- Bauliche Situation (Umschließung, Gebäude, Auffangwanne, ggf. Luftwechsel)

Es bedarf der konkreten Festlegung, welche Randbedingungen bei der Berücksichtigung der baulichen Situation anzunehmen sind:

Seitliche ganz- oder teilweise Umschließung

- Ist eine Umschließung vorhanden, die flüssigkeits- oder gasdicht ausgeführt ist, kann diese berücksichtigt werden (beispielsweise „Schutzwände“ bei der Freisetzung von schweren Gasen). Bei der Freisetzung von Gasen müsste aber im Rahmen einer Konvention festgelegt werden, welche Rückhalteeffekte diesen Umschließungen zugewilligt werden können.
- Bei der Betrachtung von Bränden und Wärmestrahlung ist zu berücksichtigen, ob die Umschließung während der gesamten Branddauer als Abschirmung wirksam ist oder ob nach einer bestimmten Zeit die Umschließung durch die Wärmeeinwirkung ihre Integrität verliert und daher ab diesem Zeitpunkt nicht mehr als Abschirmung berücksichtigt werden kann.

Gebäude (allseitige Umschließung)

- Bei der Berücksichtigung von Gebäuden ist zu ermitteln, ob im Gebäude freigesetzte Gase und Dämpfe im Gebäude vollständig zurückgehalten werden oder ob durch Öffnungen (Fenster, Türen, Entlüftungsöffnungen) Freisetzungen in die Umgebung möglich sind. Im Rahmen einer Konvention könnte festgelegt werden, dass verschließbare Öffnungen im bestimmungsgemäßen Betrieb als verschlossen anzunehmen sind und deshalb nicht mit zu berücksichtigen sind; des weiteren könnten je nach Ausführung des Gebäudes Luftwechselraten vorgegeben werden.
- Ansonsten ergeben sich für die Verdunstung von Lachen oder Freisetzung von Gasen innerhalb eines Gebäudes gänzlich andere Rahmenbedingungen als im Freien (nahezu ru-

hende Luft ohne Berücksichtigung einer Luftströmung), so dass eine „Windgeschwindigkeit über der Lache“ als Konvention vorzugeben ist.

- Hinsichtlich der Betrachtung von Bränden ist bei entsprechender Branddauer auch die Widerstandsfähigkeit des Gebäudes gegen Wärmestrahlung zu berücksichtigen. Beispielsweise würden sich für durch Brandwände geschützte Seiten im Hinblick auf die Wärmestrahlung keine Sicherheitsabstände ergeben.

Auffangwanne

- Auffangwannen sind sehr individuell ausgelegt. Dies betrifft nicht nur die Oberflächenform / Topologie (Gesamtneigung oder Teilneigungen, Ableitung in Pumpensumpf usw.), sondern auch die Oberflächenbeschaffenheit (Beton glatt oder rau, Stahl, Sand, Kies, ...). Dies hat direkte Auswirkungen auf die Größe der möglichen Lachenfläche, deren zeitliche Ausbreitung sowie hinsichtlich der Abschätzung einer mittleren Lachentiefe bei Flüssigkeiten. Als mögliche Konvention könnte festgelegt werden, dass – soweit sinnvoll – die gesamte Auffangwannenfläche oder in Abhängigkeit des Typs der Fläche und der Neigung Teile davon als mit Leckageflüssigkeit benetzt zu betrachten ist. Die Berücksichtigung und modellhafte, möglichst realitätsnahe Nachbildung der Topologie der Auffangwanne dürfte nur in wenigen Fällen mit vertretbarem Aufwand möglich sein, zumal bei impulsbehafteten oder örtlich innerhalb der Wanne nicht lokalisierten Freisetzungen.

Technische Lüftungseinrichtungen / Einsatz von Wäschern

- Über technische Lüftungseinrichtungen werden Gase und Dämpfe nach außen gefördert. Bei der Berechnung ist zu berücksichtigen, dass zusätzlich zur Verdunstung und Vermischung in der Raumluft auch der Abtransport des Gas/Luft-Gemisches zu berücksichtigen ist. Hier wären ebenfalls die entsprechenden Rahmenbedingungen – technische bedingte Luftwechselrate - in Form einer Konvention oder auf Basis der Auslegungsdaten festzulegen.
 - Beim zusätzlichen Einsatz von Wäschern („Störfallwäscher“) kann bei einer Berücksichtigung die Freisetzung von Schadstoffen deutlich bis gänzlich reduziert werden. Auch hier müsste eine Festlegung abhängig vom Stoff und den Aufnahmeeigenschaften (Kapazität und Leistung) des jeweiligen Wäschers erfolgen.
- Grundlegende Auslegungsmerkmale der Anlage (bspw. Auslegung nach dem Stand der Technik für verschiedene Anlagearten [bspw. offene Anlage, drucklose Anlage, nach Druckgeräte-RL

ausgelegte Anlage], Grad der Überdimensionierung [Sicherheitsbeiwerte], besondere gefahrerhöhende oder reduzierende Betriebsweise [seltener Betrieb, passive oder aktive Lagerung])

Die Berücksichtigung grundlegender Auslegungsmerkmal der Anlage bei der Abstandsfestlegung kann allenfalls indirekt erfolgen, da solcherart Merkmale keinen direkten Einfluss auf die Eingangsgrößen der Ausbreitungsrechnungen haben.

- Da diese Merkmale am ehesten einen Einfluss auf die (Un)wahrscheinlichkeit eines unerwünschten Ereignisses haben sollten – kaum aber auf dessen Ablauf, wenn es denn eingetreten ist – bietet sich hier eine Berücksichtigung im Rahmen der Leckgrößenfestlegung an. Dies kann durch Zu-/Abschlagsfaktoren (bspw. Passive Lagerung: Abschlagsfaktor 30%) oder zu konkrete zahlenmäßige Vorgaben (bspw. passive Lagerung: Statt DN 25 DN 20) erfolgen.

Auch jetzt wird, wie in Abschnitt 4 gezeigt, bereits ähnlich verfahren, allerdings ausschließlich nach subjektiv-sachverständiger Beurteilung.

- Um diese Subjektivität einzugrenzen, sind hier konkrete Vorgaben, um / auf welchen Wert die Leckgröße in Abhängigkeit der grundlegenden Anlagenmerkmale angepasst werden kann, notwendig. Dies kann bspw. in einer tabellarischen Übersicht „Eigenschaft- Faktor“ erfolgen.

Diese zahlenmäßigen Festlegungen wären allerdings, wie Vieles, nur eine Konvention, die der tatsächlichen Anlagensicherheit im Einzelfall nicht angemessen Rechnung trägt und die Abstandsfestlegung würde sich bei weitgehender Ausarbeitung dieses Teilthemas in Teilen der im Exkurs 1 skizzierten Indexmethode (ergänzt um eine – wie immer begründete – Ausbreitungsrechnung) annähern. Auch kommen hier bei weitgehender Ausgestaltung dieses Teilthemas die unter 5.2.3 angeführten Bedenken hinsichtlich der – zwangsläufig subjektiven - Berücksichtigung „übergeordneter Faktoren“ zunehmend in den Blick.

5.2.2 Daten für Ausbreitungsrechnung:

Vorab ist zur Abgrenzung des möglicherweise „Gewünschtem“ (eine „genaue“ Beschreibung von Ereignissen mittels Ausbreitungsrechnungen) vom Machbaren auf Folgendes generell hinzuweisen:

Unbeschadet der möglichst „genauen“ Anpassung der Parameter einer Ausbreitungsrechnung an die Gegebenheiten des Einzelfalls fließt in nahezu jedem Fall in die Modellierung eine große Zahl

von Konventionen und Vereinfachungen ein, so dass das Ergebnis in aller Regel nicht als Prognose eines – wie immer ausgelöst – realen Ereignisses angesehen werden darf; es handelt sich selbst bei sog. „Auslegungsstörfällen“ tatsächlich meist um „ursachenunabhängige“ Ereignisse⁴¹.

Dies gilt umso mehr, je komplexer und vielgestaltiger tatsächliche Ereignisabläufe eintreten können.

- So kann bspw. der Abstandswert, der einem einfachen „Auslaufen“ einer mäßig flüchtigen Flüssigkeit aus einem drucklosen Gebinde in eine Auffangwanne im Freien zuzuweisen ist, vergleichsweise realitätsnah bspw. mit den Modellen des Leitfadens KAS 18 bestimmt werden. Denn die hier maßgeblichen Vorgänge sind – Leckgröße, durchschnittliche Wetterbedingungen und einige weitere Größen als Konvention weiter vorausgesetzt – von recht wenigen Einflussgrößen abhängig und mögliche Ereignisabläufe sind nicht allzu vielgestaltig.
- Demgegenüber ist bspw. der Abstandswert, der der Freisetzung eines siedenden oder druckverflüssigten Mediums am Kopf einer kontinuierlich, bei höherem Druck betriebenen Destillationskolonne auf der x-ten Bühne einer Anlage zuzuweisen wäre, nicht realitätsnah zu bestimmen. Denn die möglichen Ereignisabläufe sind äußerst vielgestaltig und die letztlich – neben denen als Konvention festgelegten Parametern wie Leckgröße - maßgeblichen Größen wie bspw.
 - o das dynamische Verhalten der Kolonne [u.a. Druckabfall, Verschiebung deren Trennschnitts],
 - o die Lage und Form des Lecks [u.a. Lage in Flüssig- oder Gasraum, Abmessungen, Scharfkantigkeit, Stabilität],
 - o die thermischen und mechanischen Wechselwirkungen des austretenden Mediums mit der Umgebung [u. a. Abkühlung, Ausregnen, Verspritzen, Lachenbildung],
 - o die sich einstellenden Luftströmungsverhältnisse im Bereich der Leckagesind weder in den zur Verfügung stehenden Modellen zu berücksichtigen noch – jedenfalls zum größten Teil – überhaupt vorhersagbar sondern schlicht zufällig.

Modelle, die einzelne der vorgenannten Einflussgrößen untersuchen, sind zwar vorhanden und haben zum Teil wertvolle Erkenntnisse zum theoretischen Gesamtverständnis der Ereignisse ge-

⁴¹ Anderes gilt allerdings bei konkreten Szenarien im Sinne der Fußnote 5 in Abschnitt 1

liefert. Sie sind allerdings regelmäßig aus folgenden Gründen nicht geeignet zur zahlenmäßigen Bestimmung eines Abstandswerts:

- Untersuchungen beschränken sich auf einen überschaubaren Parameterbereich, bspw. wenige Stoffe, enger Druckbereich und halten andere relevante Größen fest oder wählen derart ideale Bedingungen, dass bestimmte in der Realität äußerst relevante Größen (wie die mechanische Reaktion eines Freistrahls mit der Umgebung) unberücksichtigt bleiben können.
- Der Wert der entsprechenden Parameter ist für einen realen Fall oft nicht vorhersagbar sondern – in weiten Bereichen – zufällig. Insoweit bedürfte es für die Verwendung entsprechender Modelle bei der Bestimmung des angemessenen Abstand, die anderen hier genannten Einwände außen vor gelassen, einer Festlegung der entsprechenden Parameter in Form einer Konvention.
- Teile der – oft älteren – Untersuchungen sind schlecht dokumentiert, so dass Gültigkeitsbereich der Ergebnisse und genaue Versuchsanordnung nicht klar sind.

Unbeschadet der vorstehenden Einwände liefern die entsprechenden Untersuchungen wie ausgeführt oftmals gleichwohl wertvolle qualitative Erkenntnisse.

Diese generelle Bewertung im Blick soll nachstehend für einige wesentliche Größen dargestellt werden, was „machbar“ und sinnvoll ist hinsichtlich der Abstandsfestlegung mittels Ausbreitungsrechnungen und der dazu benötigten Größen. Dem Ergebnis vorweggreifend wird sich hier und da zeigen, dass zu einigen – weiter oben ernstlich kritisierten – Punkten schlicht keine „bessere“ Alternative erkennbar ist. Hier bleibt nichts, als mit dem „Unvollkommenen“ zu arbeiten und im Sinne von Ehrlichkeit und Transparenz diese „Unvollkommenheit“ nicht hinter scheinbar „genauen“ Überlegungen zu verstecken.

Anzusetzende Leckgröße samt

- o Form und damit Ausflussbeiwert
- o Art der Ausströmung (einphasig, zweiphasig, mit/ohne Spray)

Diese wesentliche Einflussgröße ist zugleich, wie dargelegt, eine der am wenigsten zu prognostizierenden. Und sie ist – im deterministischen Sinne⁴² – zugleich ein indirektes Maß für die (Un)wahrscheinlichkeit eines Szenarios. Grob vereinfacht gilt: Je „größer“ die Leckgröße desto unwahrscheinlicher das Szenario.

⁴² Nur auf Basis eines einzigen jeweils betrachteten Gefahrenpotentials, d. h. unter Außerachtlassung der Anzahl der Gefahrenpotentiale und weiterer kleinerer Gefahrenpotentiale

- Letztlich bedarf es, wie hier ausführlich dargestellt, insoweit einer gesellschaftlich-rechtlichen Festlegung einer Leckgröße.

Diese kann je nach Art der Anlage oder des Stoffs durchaus unterschiedlich ausfallen, wie es sich bspw. schon derzeit im Leitfaden KAS 18 (DN 10 für sehr leicht flüchtige, extrem toxische Stoffe, DN 25 für leicht flüchtige, toxische Stoffe, DN 50 für entzündbare Stoffe) findet. Dies spiegelt nach Angaben der Ersteller dieses Leitfadens, da auf Basis von Betriebserfahrungen und Auswertung des Unfallgeschehens festgelegt, implizit auch den Stand der Technik der jeweiligen Anlagen wider. So mögen Anlagen, in denen ausschließlich brennbare, nicht aber (leicht flüchtige) giftige Stoffe gehandhabt werden, - vertretbarerweise! - einen durchaus weniger (oder weniger ausgeprägte) organisatorische und technische Maßnahmen umfassenden Stand der Technik aufweisen als Anlagen, in denen mit leicht flüchtigen giftigen Stoffen oder giftigen Gasen umgegangen wird. Umgekehrt wird der Stand der Technik bei Anlagen mit (sehr)leicht flüchtigen und (sehr) giftigen Stoffen tendenziell umfangreichere (besser ausgeprägte, verlässlichere etc.) technische und organisatorische Maßnahmen als bei Anlagen mit weniger flüchtigen und / oder weniger giftigen Stoffen umfassen. So verfügen beispielsweise Anlagen, in denen mit Phosgen im industriellen Maßstab umgegangen wird, bspw. meist über doppelwandige Ausführung von Komponenten und/oder ein Containment und/oder über Gaswarnanlagen, welche wirksame „Wasservorhänge“ (mit Hilfsstoffen) zu Niederschlagung eventueller Freisetzungen ansteuern sowie über weitergehende Maßnahmen der Wartung und Instandhaltung.

- Im Rahmen der Abstandsfestlegung sollte von der derart vorgegebenen Leckgröße nur in eindeutigen begründeten Ausnahmen abgewichen werden, bspw. wenn die tatsächliche Anlagenausführung eindeutig und ernstlich von den üblichen Bedingungen des Umgangs mit den entsprechenden Stoffen – also vom stoffspezifischen Stand der Technik - abweicht. Der Grad der entsprechenden Abweichungen ist – auch wenn damit der tatsächlichen Anlagensicherheit im Einzelfall nur ungenügend Rechnung getragen wird – bevorzugt in einem Beispielkatalog festzulegen. Ein Beispiel wäre die Festlegung derart, dass die Leckgröße nicht über das größte Anschlussmaß von Druckgasbehältern hinausgehen sollte.
- Allein die Erfüllung des Standes der Technik wird jedenfalls im Regelfall keine Veränderung der Leckgröße gegenüber den Standardvorgaben rechtfertigen. Vielmehr ist die Erfüllung des Standes der Technik hinsichtlich des Umgangs mit den jeweiligen Stoffen ge-

rade Voraussetzung für Abstandsfestlegungen überhaupt – Abstand darf kein Ersatz für eine dem Stand der Technik nicht genügende Anlagenausführung sein.

Freisetzungshöhe

Hier besteht kein ernsthafter Änderungsbedarf. Es handelt sich um eine tatsächlich ermittelbare Größe.

- Womöglich sollte allerdings festgeschrieben werden, welcher Höhenwert bei der Erstreckung einer Anlage über größere Höhen zugrunde zu legen ist.

Freisetzungszeit (primär, sekundär)

In dem bisher meist praktizierten einfachen Fall der Abstandsfestlegung über die Maximalkonzentration (ERPG-2-Wert o. ä.)

- muss bei Gasen (und druckverflüssigten Gasen mit bestimmendem Flash/Sprayanteil) die primäre Zeit nur dann eindeutig festgelegt werden, wenn diese - bei sehr kleinen Behältern und ernstlichen Leckagen – mengenbedingt so klein ist, dass eine stationäre Immissionssituation nicht erreicht wird. Die sekundäre Zeit entfällt in diesem Fall bzw. ist irrelevant.
- muss ansonsten die primäre Zeit eindeutig festgelegt werden, da diese die insgesamt austretende Stoffmenge und damit die Emission über die Nachverdunstung während der sekundären Zeit bestimmt.
- muss bei Lachen bildenden Stoffe die sekundäre Zeit nur dann eindeutig festgelegt werden, wenn diese - bei Ansatz sehr kurzer Interventionszeiten (Abdecken der Lache o. ä.) oder geringer austretender Stoffmenge und (sehr selten) schneller Verdunstung – so klein ist, dass eine stationäre Immissionssituation nicht erreicht wird. Da entsprechend kurze Interventionszeiten wenig plausibel sind, wird der Einfachheit halber meist von einer stationären Situation ausgegangen werden.
- Beide Zeiten hängen im erheblichen Maße von der zur Verfügung stehenden Stoffmenge (siehe oben zum Punkt „Einzelmenge“) sowie der anzusetzenden Interventionszeiten ab. Hier ist der derzeit extrem weite Spielraum durch genauere Festlegungen einzuengen, praktische Erfahrungen zeigen, dass derart kurze Interventionszeiten, dass eine stationäre Immissionssituation nicht erreicht wird, kaum zu erwarten sind.

Diese Festlegung könnte am ehesten durch Darstellung einiger exemplarischer Fallgestaltungen und deren entsprechende Bewertung in Form einer sachverständig fundierten Konvention erfolgen.

Ein Sonderfall ist der Versuch der Abstandsfestlegung über nicht einen einzigen festen Grenzwert sondern je nach prognostizierter Dauer der Immissionsbelastung⁴³ über entsprechend zeitlich angepasste Werte (AEGL-Werte für unterschiedliche Zeiten). Wählt man diesem Weg, so sind die o. g. Aspekte „Einzelmenge“ und „Interventionszeit“ stets festzulegen.

- Gerade in diesem Fall könnte die Interventionszeit – als ganz wesentliche Einflussgröße – durch tabellarische Vorgaben (im Sinne einer Konvention) in Abhängigkeit von Art und Umfang der Überwachung und der Maßnahmen der Gefahrenabwehr sinnvoll eingegrenzt werden, um hier Ergebniskonsistenz bei der Abstandsfestlegung zu verbessern.

Bei einer Beurteilung mittels zeitabhängiger Grenzwerte (Dosis, AEGL-2-Werte für unterschiedliche Zeiträume) ist sowohl sekundäre als auch primäre Freisetzungzeit in nahezu jedem Fall ergebnisrelevant.

- Hier ist eine entsprechende Festlegung sowohl für die primäre als auch die sekundäre Zeit notwendig.

Angesichts beschränkter und zudem nicht einheitlicher Datenlage zu derlei Grenzwerten wird von diesem Ansatz – jedenfalls ohne sehr fundierte toxikologische Grundsatzbearbeitung mit dem Ziel eindeutiger Dosis-Wirkungs-Beziehungen, die hinsichtlich Stoffumfang und Validität wenigstens den bisherigen Kanon der ERPG-Werte entsprechen sollten – allerdings abgeraten.

Ausbreitungsverhalten auf dem Boden (Lachenbildung, -ausbreitung, -form und -höhe)

Diese Eingangsgröße ist, abgesehen von der oben besprochenen Leckgröße, einer der wesentlichsten Einflussfaktoren bei der letztendlichen Abstandsfestlegung über Ausbreitungsrechnungen. Sie wird deshalb – exemplarisch auch für die anderen, nicht in dieser Tiefe behandelte Faktoren – vertieft betrachtet.

⁴³ Siehe aber Fußnote 41

Die flächigen Abmessungen der Lache sind von der, die Lache bildenden Stoffmenge und den Gegebenheiten der Umgebung – insbesondere von Unebenheit und Neigung des Bodens sowie dem Vorhandensein von Begrenzungen (wie Bordsteinkanten, Auffangräumen) oder Bodeneinläufen – abhängig. Die Menge und Spannweite der Einflussfaktoren ist sehr groß, so dass eine einfache Modellierung nicht möglich ist. Vergleichsweise einfach ist hinsichtlich der Lachengröße nur der Fall, wo diese durch tatsächliche Gegebenheiten (wie Aufkantungen, Wälle, Auffangräume) begrenzt ist und die derart gegebene maximale Lachengröße frühzeitig während des primären Freisetzungsvorgangs erreicht wird. In diesem Fall kann ohne allzu großen Fehler die Lachengröße von Beginn an gleich der Größe des Auffangraums gesetzt werden.

Wird diese maximale Größe nicht oder erst zum Ende des primären Freisetzungsvorgangs erreicht, so stellt sich die Frage nach der zeitabhängigen Ausbreitung der Lache. Diese ist wiederum von den Stoffeigenschaften, wie der Viskosität, sowie den örtlichen Gegebenheiten abhängig. Vorhandene Untersuchungen und Modelle bspw. zur zeitabhängigen Ausbreitung einer Lache haben nur einen sehr eingeschränkten Gültigkeitsbereich, zumeist für waagrechte, unbegrenzte Platten vernachlässigbarer Unebenheit. Die sich zeitabhängig ergebende Lachenfläche unter realen Bedingungen kann in vielen Fällen schlicht nicht angemessen vorhergesagt werden - jedenfalls soweit diese nicht baulich eindeutig so kleinflächig begrenzt ist, dass diese Maximalfläche frühzeitig erreicht wird.

Wenn sich die Schichthöhe der Lache nicht einfach aus der Stoffmenge der Lache und der begrenzten Lachengröße oder sonstigen, klar definierten Gegebenheiten (wie Bodenneigungen) zwangsläufig ergibt, so besteht keine praktikable Möglichkeit, diese für reale Bedingungen vorherzusagen.

Deshalb kommen in der Praxis in der Regel einfache Schätzwerte zum Einsatz, bspw. die folgenden

- | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">- ruhiges Wasser 1,8 mm- Beton, Stein 5 mm- ebener Sand, Kies 10 mm- Farm-, Weideland 20 mm- unebener, sandiger Boden 25 mm |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

oder (aus anderer Quelle)

Table 3.1 Characteristic average roughnesses of some subsoils

Subsoil	Average roughness (m)
Flat sandy soil, concrete, stones, industrial site	0.005
Normal sandy soil, gravel, railroad yard	0.010
Rough sandy soil, farmland, grassland	0.020
Very rough, grown over sandy soil with pot-holes	0.025

oder aus einer weiteren Quelle

6 Mindestlachtiefen

Die folgende Tabelle enthält Beispiele für Annahmen zu Mindestlachtiefen l_{\min} in Abhängigkeit von der Bodenart. Es wird angenommen, daß der Boden undurchlässig ist.

Bodenart	unebener Kies	ebener Kies	Sand	Beton / Stein	unbekannt
Min. Tiefe: l_{\min}	25 mm	10 mm	10 mm	5 mm	10 mm

oder auch

Surface	Minimum thickness (m)
Wet soil	0.03
Dry soil	0.05
Concrete	0.01
Insulating concrete	0.01
Water	0.001

Man erkennt, dass die vorgenannten Daten inkonsistent, mehr oder minder unpräzise definiert sind und reale Situationen in Anlagen kaum erfassen. Auch welche der o. g. Werte für welche konkrete Situation zugrunde zu legen sind, ist weiter dem Beurteiler überlassen.

Es muss konstatiert werden, dass diese Werte im Grunde kaum mehr als durch Experteneinschätzung fundierte Konventionen darstellen und nur für homogene, nicht geneigte Gelände ohne Bodeneinläufe, Aufkantungen und Begrenzungen gelten. Auch gelten sie offensichtlich nur für nicht allzu kleine Lachen, d.h. solche die sich über ein Mehrfaches des Abstands zwischen typischen Bodenunebenheiten erstrecken.

Sie berücksichtigen überdies nicht eine mikro- oder makroskopische Porosität des Bodens, d. h. die Möglichkeit, dass Flüssigkeit versickert und damit (in Relation zu den Quellraten aus der La-

che) einerseits dem Stoffaustausch mit der Atmosphäre weitgehend entzogen ist, andererseits aber – bei druckverflüssigten Gasen) durch die vergrößerte Kontaktfläche mit dem (warmen) Boden mehr Energiezufuhr für die Nachverdampfung zur Verfügung steht. Weitere Eigenschaften des Bodens, wie dessen Benetzungsvermögen oder dessen Strömungswiderstand für einsickernde Flüssigkeiten sind gleichfalls nicht berücksichtigt.

Nach Ansicht der Sachverständigen ist die Entwicklung von Modellen, die all diese Effekte angemessen berücksichtigen und zudem die Abbildung wesentlicher praktisch und tatsächlich auftretender Situationen ermöglichen, mit vertretbarem Aufwand auch kaum möglich.

- Aus diesem Grunde ist es geboten und notwendig, hier weitestgehend auf Konventionen zurück zu greifen. Diese dürften komplexer sein (da es sich nicht um „eine Zahl“ sondern eine Verknüpfung mehrerer Größen – min. und max. Schichthöhe, Neigung, Hindernis- und Senkensituation etc. – handelt) und ist nicht im Rahmen dieser Ausarbeitung inhaltlich zu bewältigen.

Die Form der Lache ist insoweit relevant, dass es bei einer nicht runden Lache – bei Verdunstung von Flüssigkeiten - für die resultierende Quellrate von Bedeutung ist, ob die Lache in Längs- oder Querrichtung angeströmt wird.

- In der Praxis wird stets von einer runden Lache ausgegangen. Dies stellt einen sinnvollen Ansatz auch für anders geformte Lachen dar, da dies quasi einer Art Mittelwertbildung über alle im Freien möglichen Anströmrichtungen (welch ja gemeinhin ebenfalls nicht bekannt sind) entspricht. Derart könnte eine Konvention festgeschrieben werden.

Für die Verdampfung von Flüssigkeiten ist die Lachenform von untergeordneter Bedeutung, da dieser Prozess nicht primär über ein Konzentrationsgefälle zwischen der Luft über der Lache und der Lache sondern allein über die zur Verfügung stehende Wärmemenge gesteuert ist.

Verdampfung / Verdunstung aus der Lache

Angesichts der zutage geförderten gravierenden Unstimmigkeiten der verschiedenen verwendeten Formeln / Modelle sowie der Schwierigkeiten beim Übergang zwischen den beiden Phänomenen „Verdunstung“ und „Verdampfung“ sind hier dringend Verbesserungen angezeigt.

- Da – wie an anderer Stelle ausführlich dargelegt – die Gesamtbeschreibung des Ereignisablaufs einer Störung durch Ausbreitungsrechnungen ohnehin nur prognostischen Charakter und nur einen sehr geringen Realitätsbezug zu realen Ereignissen, ist es hier wo-

möglich angezeigt, derzeit möglichst einfache, in sich aber konsistente Ansätze zu wählen ohne größere Rücksicht auf tatsächliche Versuchsergebnisse im Einzelfall. Alleine zu diesem – wissenschaftlich von vielen Personen und vielen Seiten bearbeiteten - Aspekt eine leidliche Übersicht zu erhalten, dürfte allerdings dem Umfang mehrerer Promotionsarbeiten entsprechen.

Dies wäre eine Konvention hinsichtlich der Modelle und eine naturwissenschaftlich-technische Festlegung hinsichtlich der daraus gewonnenen Zahlen.

Raumeffekte

Entsprechende Szenarien wurden in der Stichprobe der vier Betriebsbereiche nicht untersucht; diesbezügliche siehe oben zu „Bauliche Situation“.

Ausbreitungsverhalten in der Luft (Schwergas, Neutralgas, Topografie, Rauigkeit etc.)

Das Ausbreitungsverhalten, insbesondere unmittelbar an der Austrittsstelle und im Nahbereich, hat einen erheblichen Einfluss auf die zu ermittelnden Abstände. Die wesentlichsten Einflussfaktoren sind:

- der anfängliche Austrittsimpuls und die Freisetzungsrichtung,
- physikalisch-chemische Kenngrößen des luftgetragenen Schadstoffs (u.a. Siedepunkt, spezifische Wärmekapazität, Verdampfungsenthalpie, Dichte und Aggregatzustand),
- Wechselwirkungen der „Schadstoffwolke“ mit Anlagen und Gebäuden innerhalb des Betriebsbereiches sowie der Bebauung und dem Gelände in der Umgebung.

Austrittsimpuls und Freisetzungsrichtung

Bei einer Freisetzung einer Flüssigkeit bzw. eines druckverflüssigten Gases aus der Flüssigphase hat der anfängliche Austrittsimpuls einen Einfluss auf die Zerstäubung der Flüssigkeit (Aerosolbildung) und damit auf den Anteil des freigesetzten Massenstroms, der zusätzlich zum spontan verdampfenden Anteil als Flüssigkeitsmitriss sofort in die Luft getragen wird. Auch wenn hierzu einige naturwissenschaftlich-technische Modelle entwickelt worden sind, so basieren diese auf vereinfachenden und idealisierenden Annahmen, die den tatsächlichen Gegebenheiten nur in einfachen Fällen und dann auch nur näherungsweise gerecht werden können. Daher wird der Flüssigkeitsmitriss häufig durch pauschale Zuschlagsfaktoren (bspw. 50%) berücksichtigt.

- Ob und in welcher Weise dieser Effekt zu berücksichtigen ist, ist deshalb in einer Konvention festzulegen.

Für die nachfolgende Verdampfung bzw. Verdunstung aus einer Flüssigkeitslache ist der anfängliche Austrittsimpuls von geringer Bedeutung, die Freisetzung in die Atmosphäre erfolgt nahezu impulslos. Ausgenommen wäre ein Fall, bei dem eine stark impulsbehaftete Freisetzung einer Flüssigkeit zu einer Lachenbildung auch außerhalb eines definierten Rückhalteriums (bspw. Auffangwanne) und damit zu einer Lachenvergrößerung führen könnte.

- Eine Notwendigkeit zur Betrachtung solcher Szenarien kann nur im Einzelfall bewertet werden, im Sinne einer weitgehend vereinheitlichten Vorgehensweise wäre eine Konvention, dass solche Ereignisse nicht zu betrachten sind, sinnvoll.

Bei einer Freisetzung aus der Gasphase bildet sich an der Austrittsstelle in nahezu allen Fällen ein turbulenter Gasfreistrahls aus, der zu einer erhöhten Einmischung von Umgebungsluft und starken Verdünnung des Schadstoffs im Nahbereich führt. Andererseits ist es möglich, dass der turbulente Gasfreistrahls unmittelbar an der Austrittsstelle auf ein Strömungshindernis prallt und der anfängliche Austrittsimpuls nahezu vollständig aufgezehrt wird. Beide Grenzfälle – impulsbehaftet bzw. impulslos – führen im Allgemeinen zu stark unterschiedlichen Ergebnissen bei den errechneten Abständen. Beim hindernisfreien Ausströmen als turbulenter Gasfreistrahls hat auch die Freisetzungsrichtung einen sehr großen Einfluss auf die Abstände. Eine Freisetzung vertikal nach oben führt zu kleineren Abständen, während eine horizontale Freisetzung (in Windrichtung) größere Abstände ergibt und eine Freisetzung vertikal nach unten durch den Aufprall auf den Boden zu einem gänzlich anderen Ausbreitungsverhalten (impulslos) führt. Auch im Falle des Austritts von Flüssigkeiten unter Druck hat die unmittelbare Umgebung des Freisetzungsortes erheblichen Einfluss auf die weitere Freisetzung. So führt bspw. eine hindernisfreie bodennahe Freisetzung in einer Auffangwanne eher zu einer begrenzten Lachen- (und damit Verdunstungs-)fläche wogegen sich bei einer auf Hindernisse treffende Freisetzung auf einer höheren (Gitterrost-)bühne möglicherweise anstelle einer Lache eine komplexe großflächig benetzte Oberfläche auf benachbarten Bauteilen ergibt.

- Da über Freisetzungsort und -richtung keine verlässlichen Annahmen getroffen werden können und eine große Vielzahl von Kombination auf Grund der anlagenspezifischen Gegebenheiten möglich ist, wären auch Konventionen über den Austrittsimpuls, die Freisetzungsrichtung und die Hindernisfreiheit anzustreben.

Physikalisch-chemische Kenngrößen

Die physikalisch-chemischen Kenngrößen des luftgetragenen Schadstoffs bestimmen maßgeblich das Ausbreitungsverhalten im Nahbereich. Vorrangig hängt das Ausbreitungsverhalten von der Dichte des luftgetragenen Schadstoffs relativ zur Dichte der Umgebungsluft ab. Dieses Verhalten – Ausbreitung im Nahbereich als Schwergas oder Neutral-/Leichtgas - ergibt sich unmittelbar aus der Gas-/Dampfdichte und kann in den Rechenmodellen angemessen berücksichtigt werden (bspw. nach Blatt 1 bzw. Blatt 2 der VDI-Richtlinie 3783). Schwieriger zu erfassen ist das Schwergasverhalten von druck- oder kälteverflüssigten Gasen, die nach Freisetzung teilweise spontan verdampfen und sich hierbei auf Siedetemperatur abkühlen (oft deutlich unter 0°C). Es kommt zu Sekundäreffekten wie Abkühlen der Umgebungsluft (Zunahme der Dichte) und ggf. Kondensation von Luftfeuchtigkeit, die ebenfalls zu einer „schweren“ Gaswolke führen können, auch bei Gasen, die leichter sind als Luft. Ein typisches Beispiel ist Ammoniak, aber auch bei kälteverflüssigten Gasen wie Sauerstoff und sogar Wasserstoff können diese Phänomene regelmäßig beobachtet werden. Solche Effekte können mit den üblichen Rechenmodellen, wenn überhaupt, nur näherungsweise „richtig“ erfasst werden.

- Insofern ist auch hier eine Konvention erforderlich, auf welche Weise Schwergasereffekte zu berücksichtigen sind.

Andere ausbreitungsbestimmende physikalisch-chemische Kenngrößen des luftgetragenen Schadstoffs wie Siedepunkt, spezifische Wärmekapazität und Verdampfungsenthalpie sind im Allgemeinen bekannt oder können für die meisten Stoffgemische in hinreichender Genauigkeit abgeschätzt werden. Diese Daten sind nur zur Berechnung der Flash-Verdampfung von druckverflüssigten Gasen erforderlich. Die Berechnung erfolgt auf Basis einer einfachen Energiebilanz in den Rechenmodellen mit hinreichender Genauigkeit.

Nahezu keine oder nur sehr wenige naturwissenschaftlich-technische Modelle existieren für die luftgetragene Ausbreitung von festen Schadstoffen (Feinstäube). Solche Betrachtungen können auf Grund des in Einzelfällen beträchtlichen Gefahrenpotentials (bspw. Pharma-Wirkstoffe) für eine Festlegung eines angemessenen Abstands durchaus relevant sein, sind allerdings bei der Beschreibung von Auslegungs- und Dennoch-Störfällen bspw. in Sicherheitsberichten eher selten zu finden.

- An dieser Stelle ist womöglich eine Einzelfallbetrachtung angezeigt.

Wechselwirkungen der „Schadstoffwolke“ mit der Umgebung

Das Ausbreitungsverhalten der „Schadstoffwolke“ wird maßgeblich durch die Anlagen- und Gebäudestruktur unmittelbar am Freisetzungsort und innerhalb des Betriebsbereiches beeinflusst. Hierbei handelt es sich im Allgemeinen um komplex strukturierte Strömungshindernisse, die nicht einfach parametrisiert und demzufolge von den Rechenmodellen nicht angemessen berücksichtigt werden können. Diese Hindernisse im Nahbereich können je nach Art und Lage einerseits zusätzliche Turbulenz erzeugen und das Einmischen von bzw. Verdünnen mit Umgebungsluft fördern, andererseits durch Kanal- oder Schluchtenbildung auch entgegengesetzte Effekte hervorrufen.

Ebenfalls keine Berücksichtigung finden Einflüsse bestimmter Einrichtungen in der Anlage, die eine besondere Wirkung auf das Ausbreitungsverhalten haben können wie bspw. Luftansaug- oder Austrittsöffnungen im Bereich von Gebäuden, eine verstärkte Sogwirkungen in der Nähe von Kühltürmen oder eine erhöhte natürliche Konvektion im Bereich von Anlagenteilen mit sehr hohen Prozesstemperaturen.

Solche Effekte sind naturwissenschaftlich-technisch nur mit numerischen Simulationsprogrammen (CFD) und auch nur ansatzweise „korrekt“ modellierbar. Es bedarf hierfür eines sehr hohen (unverhältnismäßigen) Zeitaufwands, um die individuelle Anlagen- und Gebäudestruktur angemessen abzubilden (i.d.R. werden auch hier Abschneidekriterien für Strukturen unterhalb einer bestimmten Größe festgelegt) und die Vielzahl der möglichen Kombinationen aus Freisetzungsort, Freisetzungsrichtung, Windrichtung/-stärke zu erfassen. Die Simulationsprogramme greifen auf verschiedene naturwissenschaftlich-technische Untermodelle zu Strömungsverhalten (bspw. Turbulenzmodelle), Wärme- und Stoffaustauschvorgängen und Stoffdaten zurück, so dass letztendlich auch hier bereits im Vorfeld Konventionen getroffen worden sind. Würde man – den sehr hohen Aufwand hintangestellt – entsprechende Berechnungen zur Abstandsfestlegung anstreben, so bliebe gleichwohl die (wieder auf Konventionen basierende) Entscheidung zu treffen, welches der Vielzahl der Ergebnisse letztlich den Abstand bestimmt (bspw. ein Mittelwert oder, der Maximalwert aus allen Berechnungen für eine Windrichtung).

- Es erscheint auch deshalb im Regelfall wenig sinnvoll, allzu komplexe Modellrechnungen zur Abstandsfestlegung einzusetzen.

Die Wechselwirkungen der „Schadstoffwolke“ mit der Bebauung außerhalb des Betriebsbereiches bzw. der Geländeform im Fernbereich kann in den einfachen Rechenmodellen wie bspw. nach der VDI-Richtlinie 3783 (Blatt 1 für Leicht- und Neutralgase) in sehr stark vereinfachender Weise

durch eine Rauigkeitsklasse und eine normierte mittlere Bebauungshöhe berücksichtigt werden. Besondere topographische Gegebenheiten (Senken, Anhöhen, Tallagen) und deren Orientierung können nicht erfasst werden. Bei der Schwergasausbreitung nach Blatt 2 erfolgt dieses für den Nahbereich durch Wahl eines idealisierten Ausbreitungsgebietes, das mehr oder weniger gut den tatsächlichen Gegebenheiten in der Anlage entspricht.

- Die relative Einfachheit dieser Modelle, der eher geringe Rechenaufwand, die geringe Manipulationsanfälligkeit und die – im Unterschied zu komplexen CFD-Modellen – Transparenz der Eingangsdaten sowie der Ergebnisse spricht für derartige Modelle. Allerdings wäre es wünschenswert wenigstens großräumige topographische Gegebenheiten (Senken, Anhöhen, Tallagen) mit erfassen zu können.

Meteorologische Randbedingungen

Die meteorologischen Randbedingungen haben erheblichen Einfluss auf die zu ermittelnden Abstände. Darüber hinaus sind die meteorologischen Daten standort- und zeitabhängig. So beträgt die mittlere Windgeschwindigkeit für den Standort Oldenburg etwa 5,6 m/s. Für den nur wenige Kilometer entfernten Flughafen Bremen wird die mittlere Windgeschwindigkeit nur mit etwa 4,6 m/s angegeben.

Die bei einer Ausbreitungsrechnung in jedem Fall zu berücksichtigenden Randbedingungen sind

- Windgeschwindigkeit
- Stabilitätsklasse
- Inversionschichten.

Windgeschwindigkeit:

Die Windgeschwindigkeit ist entscheidend, wie stark die Vermischung der freigesetzten Schadstoffe an der Quelle ist und wie schnell die Schadstofffracht transportiert wird. Gleichzeitig erhöhen sich mit zunehmender Windgeschwindigkeit auch die Turbulenzen, so dass die Vermischung mit der Umgebungsluft verbessert wird. Daher werden die größten Entfernungen grundsätzlich für sehr niedrige Windgeschwindigkeiten ermittelt.

- Im Interesse konservativer Abschätzungen könnten zur Ermittlung der Abstände eine sehr niedrige Windgeschwindigkeit angenommen werden. Dagegen spricht, dass diese niedrigen Windgeschwindigkeiten sehr selten sind, nur an wenigen Tagen oder nur einigen Stunden auftreten. So wird vom Deutschen Wetterdienst DWD die Wahrscheinlichkeit für

windstille Tage im unmittelbaren Küstenbereich mit 0 Tage pro Jahr, im niedersächsischen Binnenland mit maximal 5 Tagen angegeben. Jedenfalls ist eine Festlegung einer, den Berechnungen zugrunde zu legenden Windgeschwindigkeit, im Sinne einer Konvention zwingend.

Stabilitätsklassen:

Stabilitätsklassen beschreiben die Ausbildung von Turbulenzen in der Atmosphäre aufgrund der vertikalen Temperaturschichtung. Wenn die Temperatur entsprechend der Druckveränderung mit zunehmender Höhe abnimmt, adiabater Temperaturgradient, dann wird von einer indifferenten Temperaturschichtung oder Stabilitätsklasse gesprochen.

Wenn der Temperaturgradient höher ist als der adiabate, spricht man von einer labilen oder auch instabilen Temperaturschichtung (labile Stabilitätsklasse) und wenn die Temperaturveränderung geringer ist, von einer stabilen Temperaturschichtung.

Labile und stabile Temperaturschichtungen stellen Extremfälle dar und ergeben sich insbesondere an sehr warmen Sommernachmittagen (labile Stabilitätsklasse) oder an kalten Wintertagen über gefrorenen Boden. Stabile Temperaturschichtungen stellen sich in der Regel nur bei Windstille ein. Häufigste Stabilitätsklasse ist fast überall die indifferente Stabilitätsklasse.

- Es erscheint deshalb sinnvoll, diese und nur diese den Berechnungen eines Abstandswerts zugrunde zu legen.

Hinweis: Andere Ausbreitungsmodelle als die VDI 3783 verwenden andere, nicht einfach vergleichbare Ausbreitungsklassen, die zu gänzlich anderen Ergebnissen führen können.

Inversionsschichten:

Inversionsschichten entstehen, wenn die Temperaturänderung bei zunehmender Höhe größer Null ist, d.h. die Luft wärmer wird. Solche Inversionsschichten verhindern die vertikale Vermischung der Luft und damit den Stoffaustausch. Die Schadstofffracht kann über große Entfernungen transportiert werden, ohne dass die Konzentration nennenswert reduziert wird. Aufgrund ihrer Charakteristik treten Inversionsschichten in der Regel nur in Verbindung mit einer stabilen Temperaturschichtung auf. Neben deren bloßem Vorhandensein ist auch deren Lage (Höhe über Grund) maßgeblich für das Ergebnis; diese ist allerdings nur sehr schlecht prognostizierbar.

- Es erscheint deshalb sinnvoll, den Berechnungen eines Abstandswerts keine Inversionsschicht zugrunde zu legen.

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, dass die ungünstigsten Ausbreitungsbedingungen sich ergeben, wenn die Windgeschwindigkeit bei 1 m/s liegt (Windstille) und eine stabile Wetterlage mit einer Inversionschicht vorliegt. Das Zusammentreffen aller drei Randbedingungen ist sehr selten. Die Wahrscheinlichkeit, dass in dieser Situation eine störungsbedingte Freisetzung von Schadstoffen erfolgt, ist äußerst gering.

- Daher wird empfohlen, analog Leitfaden im KAS-18 zur Ermittlung des angemessenen Abstands die für den Standort wahrscheinlichsten meteorologischen Bedingungen, d.h. mittleren Windgeschwindigkeit, indifferente Temperaturschichtung und keine Inversionschicht zugrunde zu legen.

Die Rauhigkeitsklasse oder auch die Quellhöhe sind keine meteorologischen Randbedingungen, sondern standortbezogene Randbedingungen. Ihr Einfluss auf die Ergebnisse ist in der Regel geringer, als die vorgenannten meteorologischen Bedingungen. Sie werden an anderer Stelle betrachtet.

Beurteilungswert

Angesichts der derzeitigen Datenlage, der vielen noch nicht bewältigten Aufgaben im Zusammenhang mit dem Thema der Abstandsfestlegung erscheint es aus heutiger und praktischer Sicht am ehesten angezeigt, hier

- entweder vorerst bei den bewährten ERPG 2- Werten zu bleiben oder
- AEGL-2-Werte (aufgrund des größeren Datenumfangs) zu wählen, in letzterem Fall ist allerdings ergänzend festzulegen wie – insbesondere im Bereich der schon bis dato in die Realnutzung eingeflossenen Ergebnisse von „LUP-Störfällen“ nach Leitfaden KAS 18 (der mit ERPG 2- Werten arbeitet) mit „Altergebnissen“ umzugehen ist und welcher zeitliche Wert aus dem AEGL-Kanon genommen werden soll.

Last but not least ist an dieser Stelle nochmals nachdrücklich darauf hinzuweisen, dass letztlich die Frage des Beurteilungswerts eine gesellschaftliche–rechtliche ist, definiert sie doch zusammen mit der „Leckgröße“ (als Maß für die (Un)wahrscheinlichkeit) das zu tolerierende „Restrisiko“. Da schon einer der Parameter – nämlich die Leckgröße – im Regelfall nicht naturwissenschaftlich-technisch abgeleitet werden kann und insoweit (wie die gesamte Abstandsfestlegung) nicht mit real zu erwartenden Ereignissen korreliert, spricht im Grunde auch nichts dagegen, jeden anderen Grenzwertsatz zu wählen, wenn nur im Sinne einer Proportionalität der Ergebnisse für jeden

Stoff der gleiche „Typ“ Grenzwert (bspw. durchgehend ERPG 2- Werte oder durchgehend – einfache oder x-fache - AGW-Werte) gesetzt wird.

Art und Umfang weiterer relevanter Einflussgrößen richten sich nach dem gewünschten Detaillierungsgrad der Berechnung.

5.2.3 Übergeordnete Faktoren

Nach ausführlicher Diskussion unter den beteiligten Sachverständigen kann zu diesem Punkt keine abschließende Empfehlung gegeben werden. Die wesentlichen diesbezüglichen Aspekte wurden bereits in 3.2.3 erörtert.

Einerseits ist es „reizvoll“, als relevant erachtete Elemente der (sicherheits)technischen und – organisatorischen Situation sowie übergeordneter Randbedingungen wie bspw.

- Ausmaß der Wartung und Instandhaltung,
- Intensität der persönlichen und automatischen Anlagenüberwachung
- Qualifikation des Personals,
- Leistungsbereitschaft der internen Gefahrenabwehrkräfte

zu erfassen, indem Festlegungen getroffen werden, wie dies

- zahlenmäßig möglichst objektiv geschehen
- und bei der Abstandsfestlegung berücksichtigt werden kann, bspw. durch Zu-/Abschläge beim Quellterm oder beim ermittelten Abstandswert

Allerdings besteht hierbei die nicht zu vernachlässigende Gefahr, dass durch scheinbar objektive Kriterien der Blick für die Anlagensicherheit als Ganzes verstellt wird und bei der Beurteilung der tatsächlichen Anlagensicherheit punktuell (im Unterschied zur Ermittlung des „größten Gefahrenpotentials) notwendige subjektive Faktoren außen vor bleiben und dass sogar eine Anlage hin auf diese abstandsrelevanten, scheinbar objektiven Kriterien „optimiert“ wird.

Es gilt auch und gerade hier:

- Je mehr „genormt“ ist, desto eher wird das Gefahrenpotential, nicht aber die Anlagensicherheit beschrieben.
- Je mehr Eingangsdaten berücksichtigt werden sollen oder können, ohne für diese zugleich – je nach Situation eindeutig anzupassende - Werte in Form von Konventionen vorzugeben, desto höher ist die Fehler- und Manipulationsanfälligkeit des Systems.

Die Festlegung der entsprechenden komplexen, oft nicht-technischen Einflussgrößen sowie deren Korrelation mit dem letztendlichen Ergebnis in Form eines Abstandswerts dürfte jedenfalls einen umfassenden Diskussionsbedarf innerhalb aller beteiligten Kreise bedingen und ist deshalb aufwendig und – wenn denn als wünschenswert erachtet - nur auf lange Sicht umsetzbar.

5.2.4 Für probabilistische Ansätze notwendige Zusatzdaten

Da es sich bei den vier untersuchten Fällen durchweg um deterministische Untersuchungen handelte können sich hieraus derzeit keine Hinweise zu diesem Teilthema ergeben.

Aufgrund der in 4.2.4 dieses Thesepapiers dargestellten grundsätzlichen praktischen Schwächen probabilistischer Ansätze resp. deren Datenlage können diese allenfalls auf sehr lange Sicht – und nach Fundierung der deterministischen Methode – als erweiterte Möglichkeit für eine solide Abstandsfestlegung angesehen werden.

5.3 Proportionalität

Sind die Eingangsgrößen festgelegt und – wie bisher – vorgesehen, die Proportionalität über Ausbreitungsrechnungen herzustellen, sind

- Modelle, Rechenvorschriften, programmtechnische Umsetzung und Rundungsvorgaben etc., festzulegen und

es dürfte sich praktisch als notwendig erweisen,

- durch eine Vielzahl von Modell- und Vergleichsrechnungen die Proportionalität und Stetigkeit der Ergebnisse fortlaufend zu überprüfen.

Zur Vermeidung von Missverständnissen sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Proportionalität und Konsistenz zwar scheinbar eng miteinander verknüpft sind, aber zwei doch sehr differierende Aspekte betreffen.

- Proportionalität betrifft das Verhältnis von Abstandswerten zwischen zwei verschiedenen Situationen und fordert, dass der „besseren Situation“ bei identischem Bearbeiter ein kleinerer Abstandswert zuerkannt wird.
- Konsistenz dagegen betrifft das Verhältnis von Bearbeitern und fordert, dass bei identischer Situation unabhängig vom Bearbeiter ein – annähernd – gleicher Abstandswert ermittelt wird.

Wie im Exkurs Nr. 1 dargestellt ist es nicht zwingend, die Proportionalität über Ausbreitungsrechnungen zu erzielen.

5.4 Konsistenz

Das Gebot der Konsistenz wird wie ausgeführt primär umgesetzt durch

- präzise Definition und Festlegung der Eingangsgrößen,
- soweit notwendig gleichfalls präzise Festlegung, wie die Eingangsgrößen zu bestimmen sind und nicht zuletzt
- die Wahl geeigneter, vereinheitlichter Rechenmodelle und ggf. deren programmtechnische Umsetzung.

Praktisch dazu zwei Hinweise:

- Vorbild könnten in diesem Zusammenhang bspw. die Regeln und Normen zur Schallemissions- und -immissionsmessung (Stichwort: TA Lärm) oder zur Wärmebedarfsberechnung für Gebäude (Stichwort: EnEV) sein.
- Sehr wünschenswert wären regelmäßige Vergleichsrechnungen zwischen den auf dem Gebiet tätigen Sachverständigen; analog zu der Vorgehensweise bei der Analyse von Luftschadstoffen in anerkannten Laboren („Ringversuche“). Nur so dürften gleichermaßen generelle und punktuelle Fehler und Schwächen der Vorgehensweise frühzeitig erkannt und beherrscht werden können.

5.5 Transparenz

- Eine nachvollziehbare Abstandsfestlegung setzt voraus, dass die vorstehend genannten drei wesentlichen Schritte der Vollständigkeit, Proportionalität und Konsistenz angemessen dokumentiert und für (betroffene) Dritte zugänglich gemacht sind.

6 Mögliche Anwendungsbereiche der Abstandsfestlegungen

6.1 Generelles

Für welche Regelungsbereiche Abstandsfestlegungen angewandt werden können oder sollten ist keine naturwissenschaftlich-technische, sondern eine rechtliche (und letztlich gesellschaftliche) Fragestellung. Hierbei sind insbesondere die beiden grundlegenden Parameter „Größe des Abstands“ und „Grad der Nutzungseinschränkungen“ nicht naturwissenschaftlich-technisch bestimmbar, d.h. es bedarf einer rechtlichen (und letztlich gesellschaftlichen) verbindlichen Festlegung

- der mit der Abstandsfestlegung verbundenen Folgen für Betroffene, d.h. Art und Schwere der Einschränkungen für den Abstandsverursacher oder den „im Abstand“ Befindlichen.

Beachte: Eine den in Abschnitt 3 genannten Kriterien genügende Abstandsfestlegung ist bloß notwendige Voraussetzung, dass aus dieser Festlegung Folgen für Dritte überhaupt abgeleitet werden können – sie kann aber keineswegs die Frage beantworten, welcher Art und Schwere diese Folgen sein sollten.

- des akzeptablen Maßes des unerwünschten Ereignisses und seiner Folgen, ab der diese als unbeachtlich angesehen wird, d. h. die „Höhe des Schutzniveaus“.

Beachte: Ohne diese Vorgabe kann mit einer Abstandsfestlegung, auch wenn diese oben genannten Kriterien voll und ganz genügt, kein verwertbarer Abstandswert ermittelt werden, sondern nur ein – wiederum an anderer Stelle zu bewertender – Verlauf der „Störgröße in Abhängigkeit des Orts“.

Hinsichtlich der Größe des Abstands und des Grads der Nutzungseinschränkungen sei nochmals auch auf deren Wechselbeziehung hingewiesen. So führt ein sehr hohes Schutzniveau voraussichtlich zu einem eher großen Abstandswert; um die Folgen dessen überschaubar zu halten, mögen in diesem Fall die Folgen für die Vielzahl Betroffener eher moderat (bspw. nur Einschränkungen auf die Zukunft) festgelegt werden. Umgekehrt mag es ein eher niedriges Schutzniveau und damit ein geringer Abstandswert angezeigt erscheinen lassen, die Folgen für die ja geringere Zahl Betroffener eher weitreichend (bspw. Umsiedlung) festzusetzen.

Aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht sind allerdings wenigstens einige Aspekte dabei von Bedeutung:

- Wenn aus einer Abstandsfestlegung Konsequenzen für Dritte gezogen werden sollen, so muss diese Festlegung wenigstens die in den vorgenannten Abschnitten dargestellten Kriterien der

- o Zielbestimmtheit,
- o Vollständigkeit der Einflussgrößen,
- o Proportionalität,
- o Konsistenz und
- o Transparenz

erfüllen. Dass dies derzeit nicht der Fall ist und die bestehenden Defizite nicht kurzfristig angemessenen beseitigt werden können, wurde ausführlich dargestellt.

- Die in einem Störfall (und auch bei normalbetrieblichen Emissionen) tatsächlich auftretenden Belastungen des Umfelds einer Anlage durch Schadstoffkonzentrationen (Wärmestrahlung, Druckbelastung) nehmen stetig mit der Entfernung ab. Dem sollten die Festlegungen von Nutzungseinschränkungen in diesem Bereich tendenziell folgen, d. h. die Restriktionen innerhalb des festgelegten Abstands sollten mit der Entfernung vom Gefahrenpotential sinken und der „Randbereich“ des festgelegten Abstands sollte idealerweise fließend in einen uneingeschränkt nutzbaren Bereich übergehen.

Diese Forderung führt unmittelbar zu einem andernorts – bspw. in Großbritannien – bereits langjährig üblichen Ansatz, Stufen der Schutzbedürftigkeit für typische Ansiedlungen festzulegen und die Fläche innerhalb des festgelegten Abstands zu zonieren, um derart vereinfacht zu einer Beurteilung der Verträglichkeit zu gelangen.

- Auch noch so „gute“ Abstandsfestlegungen nach Vorgaben, die sämtliche o. g. Kriterien in Gänze erfüllen, werden Ergebnisunsicherheiten (Toleranzen / Fehler) aufweisen. Diese sind umso größer je komplexer die Verfahrensweisen zur Abstandsermittlung sind. Um dieser Unschärfe bei der Bestimmung der Abstände Rechnung zu tragen sind Regelungen für Beurteilungen in Grenzbereichen (zwischen Zonen oder am Rande des festgelegten Abstands) ergänzend notwendig, auch bspw. für Vorhaben, die sich über Zonengrenze hinweg erstrecken. Der letztlich für die praktische Handhabung festgelegte Abstand sollte schon deshalb die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigen und könnte sich beispielsweise an Grundstücksgrenzen, Straßenzügen, naturräumlichen Strukturierungen oder Landmarken orientieren.

6.2 Beurteilung der Nachbarschaft

Wie ausgeführt dienen Abstände im hier thematisierten Sinn der Vermeidung oder Minderung von Folgen unerwünschter Ereignisse – im konkreten Fall solcher durch nicht bestimmungsgemäße Emissionen von der Seveso-III-Richtlinie unterfallenden Anlagen - durch „zu enges Nebeneinander“ konflikträchtiger Nutzungen. Es ist offensichtlich, dass der letztendlich für notwendig erachtete von den Eigenschaften beider beteiligter Seiten abhängt,

- einerseits von der Größe des unerwünschten Ereignisses (abgebildet in dem ermittelten Abstandswert),
- andererseits von der Empfindlichkeit (Schutzbedürftigkeit) der in Rede stehenden Nutzung.

Um hier zu einer konkreten Anwendung des festgelegten Abstandswerts (als Maß für die Größe des unerwünschten Ereignisses) zu gelangen, ist festzustellen, welcher Bruchteil des festgelegten Abstandswerts (im Folgenden: „Soll-Abstand“) für notwendig erachtet wird und damit die Frage: „Was ist zu enges Nebeneinander?“ zu beantworten. Erst der Vergleich von tatsächlich in der Örtlichkeit gegebenem Abstand mit dem Soll-Abstand der Nutzung gestattet es, eventuelle Konsequenzen für die nachbarschaftliche Situation und Entwicklung abzuleiten.

Die Größe des nutzungsabhängigen Soll-Abstands als Bruchteil des festgelegten Abstandswerts richtet sich aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht nach der Empfindlichkeit der jeweiligen Nutzung, je empfindlicher (schutzbedürftiger) desto größer - bis hin zum festgelegten Abstandswert selbst⁴⁴ - müsste dieser Wert ausfallen. Im Regelfall⁴⁵ ist das Verhältnis von nutzungsabhängigem Soll-Abstand als Bruchteil des festgelegten Abstandswerts zu tatsächlichem Abstand (d. h. bildlich, die Lage innerhalb des Abstandswerts in Relation zur Schutzbedürftigkeit der Nutzung) ein geeignetes Maß für die Größe des Konflikts.

- Ist das Verhältnis zwischen nutzungsabhängigem Soll-Abstand und tatsächlicher Distanz kleiner oder gleich Eins („Soll“ \leq Ist“) so liegt kein Konflikt / kein „zu enges Nebeneinander“ vor;
- liegt das Verhältnis über Eins („Soll“ $>$ Ist“), so besteht ein Konflikt.

⁴⁴ Da der festgelegte Abstandswert im Wesentlichen Ergebnis einer Festlegung anhand Konventionen und einiger anlagenseitiger Faktoren ist, wäre es grundsätzlich auch möglich, diesen Abstandswert „durchschnittlich“ schutzbedürftigen Nutzungen direkt zuzuweisen womit sich bei „besonders schutzbedürftigen“ Nutzungen eine über den ermittelten Abstandswert hinausgehender Soll-Abstand ergäbe. Diese Vorgehensweise wäre allerdings voraussichtlich weniger illustrativ und schlechter Dritten zu vermitteln, so dass es praktisch angeraten sein dürfte, den festgelegten Abstandswert als Obergrenze zu setzen und nur „nach unten“ zu zonieren.

⁴⁵ In Einzelfällen, insbesondere bei sehr eng benachbarten Nutzungen, mögen auch absolute Soll-Abstände ein sinnvoller Ansatz sein.

Dies beantwortet aber nicht die Frage nach der tatsächlichen Größe des Soll-Abstands, der Verfahren zu dessen Ermittlung und der darin zu berücksichtigenden Eingangsgrößen.

Insoweit liegt hier ein ähnlich grundlegendes Defizit vor, wie bei dem in den Abschnitten 3 und 5 ausführlich erörterten Schritt der „Abstandsfestlegung“. Dies ist heute nur deshalb weniger augenfällig, weil die Praxis die Frage des Soll-Abstands auf verschiedene Weisen unbeantwortet lässt:

- Im Fall von „Auslegungs-Störfällen“ wird die – sich aufgrund mangelnder Normierung ergebende - Variabilität der Abstandsfestlegung soweit ausgenutzt, dass das pauschale Ziel (Abstandswert < Abstand zur Werksgrenze) regelmäßig erreicht wird und somit keine überhaupt betroffene Nachbarschaft in Erscheinung tritt.
- Im Fall von (sich noch variabler darstellenden) „Dennoch-Störfällen“ werden derzeit regelmäßig keine ernstlichen Konsequenzen aus den Ergebnissen abgeleitet, d. h. – in Grenzen – jede nachbarschaftliche Situation toleriert.
- Im Falle von „LUP-Störfällen“ ist im Zweifelsfalle behördlicherseits die Tendenz zu beobachten, jegliche als schutzbedürftig (nach subjektiven Kriterien) eingestufte nachbarschaftliche Situation innerhalb des festgelegten Abstandswerts als „zu enges Nebeneinander“ einzuordnen, d. h. den Soll-Abstand durchweg oberhalb (aber ohne inhaltliche Prüfung der Schutzbedürftigkeit des Vorhabens und ohne zahlenmäßige Benennung!) des festgelegten Abstandswerts festzulegen.

Keine dieser Vorgehensweise ist langfristig zielführend, insbesondere die letztgenannte – und derzeit praktisch bedeutsamste – widerspricht in erheblichem Maße naturwissenschaftlich-technischen Ansätzen, da sie die Eigenschaften der in Rede stehenden Nutzung ganz außen vor lässt und damit

- weder die tatsächliche Empfindlichkeit (Schutzbedürftigkeit) der Nachbarschaft gegenüber dem unerwünschten Ereignis und seinen Folgen,
- noch deren tatsächliche Distanz zur Quelle des unerwünschten Ereignisses (Anlage) und damit die in einem Störfallfall tatsächlich auftretenden Belastungen (in Relation zu den noch für tolerabel, den festgelegten Abstandswert bestimmenden erachteten = „Höhe des Schutzniveaus“) berücksichtigt.

Beide Faktoren sind offensichtlich nicht konstant und müssen deshalb aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht Berücksichtigung finden, wenn man nicht zu einer naturwissenschaftlich-technisch unververtretbaren Schwarz-Weiß-Betrachtung gelangen will. Mit der Berücksichtigung die-

ser beiden Faktoren wird zugleich der strenge deterministische Blickwinkel aufgebrochen und (auf vergleichsweise einfache Weise) um eine Risikoperspektive erweitert, ohne direkt eine äußerst aufwendige (und derzeit fachlich im Regelfall nicht zu leistende) probabilistische Gesamtuntersuchung anzustoßen. Vielmehr bleibt es beim deterministischen Ansatz hinsichtlich des unerwünschten Ereignisses und damit innerhalb der derzeitigen Systematik des deutschen Anlagensicherheitsrechts.

Inwieweit allein aus rechtlicher Sicht gleichwohl generell oder in bestimmten Fällen einer oder beide der genannten Faktoren außen vor bleiben dürfen oder sollen (Stichwort: Generelles Verschlechterungsverbot) kann an dieser Stelle nicht geklärt werden.

Praktisch führen diese Überlegungen unmittelbar zu einem Modell, wie dem nachstehend beispielhaft erläuterten PADHI-Modell Großbritanniens. Sämtlich dieser Modelle und Methoden bestehen aus wenigstens drei Schritten.

Der erste Schritt ist die (1) Einteilung von Vorhaben in „Schutzbedürftigkeitsstufen“.

Nachstehend werden beispielhaft die entsprechenden Einteilungen in „Schutzbedürftigkeitsstufen“ für „Housing“ samt Begründung des PADIHI-Modells wiedergegeben; auf eine Übersetzung aus dem Englischen wird ausdrücklich verzichtet, um dadurch keine zusätzlichen Unschärfen und Zweifelsfragen hervorzurufen.

Development type	Examples	Development detail and size	Justification
DT2.1 – Housing	Houses, flats, retirement flats/ bungalows, residential caravans, mobile homes	Developments up to and including 30 dwelling units and at a density of no more than 40 per hectare – Level 2	Development where people live or are temporarily resident. It may be difficult to organise people in the event of an emergency
	Exclusions		
	Infill, backland development	DT2.1 x1 Developments of 1 or 2 dwelling units – Level 1	Minimal increase in numbers at risk
	Larger housing developments	DT2.1 x2 Larger developments for more than 30 dwelling units – Level 3	Substantial increase in numbers at risk
		DT2.1 x3 Any developments (for more than 2 dwelling units) at a density of more than 40 dwelling units per hectare – Level 3	High-density developments

© Crown Copyright

Die Schutzbedürftigkeit steigt in diesem Modell von Level 1 bis Level 4 an und ist wie folgt orientiert:

- Level 1 – Based on normal working population.
- Level 2 – Based on the general public – at home and involved in normal activities.
- Level 3 – Based on vulnerable members of the public (children, those with mobility difficulties or those unable to recognize physical danger).
- Level 4 – Large examples of Level 3 and very large outdoor examples of Level 2.

Mit „Level 1“ sind im PADHI-Modell allerdings auch Planungen oder Vorhaben umfasst, die – wenigstens teilweise – nicht als schutzbedürftig im Sinne des Art 13 Seveso-III-Richtlinie anzusehen sind; dies hat seine Ursache auch darin, dass das PADHI-Modell seit den 70er Jahren und damit weit vor Inkrafttreten der Seveso-Richtlinien in Gebrauch ist und ausdrücklich alle Planungen im Umfeld gefährlicher Industrieanlagen zu bewerten versucht.

Bei der Zuordnung in die Stufen der Schutzbedürftigkeit wird von typischen Bauvorhaben der jeweiligen Art ausgegangen, die bspw. bauseitig keine Maßnahmen zur Erhöhung der Verträglichkeit mit der benachbarten gefährlichen Industrieanlage ergriffen haben. Bauseitige Maßnahmen – wenn denn praktikabel einsetzbar - können im Rahmen einer Einzelfallentscheidung womöglich dazu führen, dass das entsprechende Vorhaben weniger schutzbedürftig ist, d. h. einer niedrigeren Schutzbedürftigkeitsstufe zugeordnet werden kann. Ebenso können besondere Umstände zu einer höheren Schutzbedürftigkeitsstufe führen.

An die Festlegung von „Schutzbedürftigkeitsstufen“ schließt sich als zweiter Schritt (2) eine Zonierung der „Consultation distance“ (hier damit: des in Rede stehenden festgelegten Abstandswerts) an. Diese kann generell anhand verschiedener Beurteilungskriterien (Spitzenkonzentrationswerte, Dosiswerte und / oder Wahrscheinlichkeiten eines bestimmten Schadens) erfolgen.

In einem abschließenden Schritt ist nun noch eine (3) Zuordnung der Stufen der Schutzbedürftigkeit zu den festgelegten Zonen durchzuführen. D. h. es ist festzulegen, wo (in welcher Zone) was (welcher Grad der Schutzbedürftigkeit) als verträglich angesehen werden kann.

Dies geschieht im PADHI-Modell durch eine einfache Matrix der folgenden Art

Stufe der Schutzbedürftigkeit	1	2	3	4
Innere Zone	+	-	-	-
Mittlere Zone	+	+	-	-
Äußere Zone	+	+	+	-

Hierbei bedeutet: +: Keine Einwände gegen das Vorhaben; -: Einwände gegen das Vorhaben.

Zweifelsohne ist dieses Model weder optimal noch einfach „Eins zu Eins“ auf deutsche Verhältnisse übertragbar. Allerdings erfüllt es wenigstens zu einem guten Teil schon die grundlegenden Anforderungen nach den Abschnitten 3 und 5 dieser Ausarbeitung, insbesondere die nach Proportionalität, Konsistenz und Transparenz. Ein guter Teil dieser positiven Bewertung ist der vergleichweisen Einfachheit des Modells geschuldet.

Strebt man eine Verfeinerung des Modells an so wäre es bspw. möglich, bei Schritt (1) ausgehend von einem Kriterienkatalog zur Beurteilung der Schutzbedürftigkeit, wie er sich bspw. in der Arbeitshilfe der Bauministerkonferenz findet, eine aufwendigere und womöglich genauere Beurteilung der Schutzbedürftigkeit von nachbarschaftlichen Planungen und Vorhaben vorzusehen.

Hierzu müssten die ebenda genannten Kriterien

- Anzahl zeitgleich anwesender Personen und deren Aufenthaltsdauer,
- Personendichte und Einzelgruppenstärke,
- ganztägige oder zeitlich begrenzte Nutzung,
- Mobilität der Personen, Zuordnung der Nutzungen in „beruflichen“ oder „privaten“ Bereich,
- typische Nutzungssituation,
- individuelle Handlungs-/Einsichtsfähigkeit der Personen (Erwachsene/Kinder mit / ohne Aufsicht),
- Art und Dauer des Publikumsverkehrs,
- Verhältnis ortskundiger Personen zu Ortsfremden,
- besondere Schutzbedürftigkeit betroffener Personengruppen,
- Leichtigkeit, mit der Notfallkräfte am schutzbedürftigen Vorhaben eingreifen können
- anhand konkreter Vorgaben / Zahlenwerte untergliedert werden (bspw.
 - unter 10 / bis 100 / bis 1.000 / über 1.000 Personen;
 - Aufenthaltsdauer > 50% [Wohnen] / 30-50 % [Ladenlokale] / 10-30% [Büros] / ...,
 - Verhältnis Ortskundiger / Ortsunkundiger oder
 - mehr / gleich viel / weniger besonders empfindliche Personen als in der Normalbevölkerung),
- diese jeweils mit Punktwerten o. ä. versehen werden

- und sodann eine Rechenvorschrift aufgestellt werden, anhand derer die Punktwerte zu einem Gesamtindex zusammengeführt werden.
- Dieser – je nach Nutzung und deren Schutzbedürftigkeit ganz unterschiedliche - Gesamtindex bestimmt sodann in einer einfachen Korrelation den Soll-Abstand als Bruchteil des festgelegten Abstandswerts (bei entsprechender Kalibrierung bspw. Index = 100 >> Soll-Abstand = festgelegter Abstandswert, Index = 40 >> Soll-Abstand = 0,4 * festgelegter Abstandswert).
- Hierbei können bspw. auch nichtlineare „k.o.-Kriterien“ Eingang finden (bspw. wenn Punktwert für ein Kriterium über einem Wert x liegt, dann hat der Gesamtindex mindestens einen Festwert y).
- Soweit rechtlich geboten – was an dieser Stelle dahinstehen muss - könnte ebenfalls die bestehende Vorbelastung („Gemengelage“) bspw. durch einen Abschlagsfaktor Berücksichtigung finden; naturwissenschaftlich-technisch wäre dies allerdings nicht begründbar.
- Ebenso möglich wäre es, eine entsprechende Bilanzierung über mehrere Vorhaben / Planungen und damit über einen längeren Betrachtungszeitraum (Stichwort: „Langfristige Entwicklung“) hinweg vorzunehmen und hierfür ergänzende Regelungen bei Schritt (3) zu treffen.
- Dies brächte – noch mehr als der Versuch einer Quantifizierung der Schutzbedürftigkeit eines Einzelvorhabens – einen langfristigen Risikoaspekt auf Seiten der Nachbarschaft (nicht aber der Anlage!) mit in die Betrachtung.

Eine derart komplexere Bewertung der Schutzbedürftigkeit (Schritt(1)) bedingt eine entsprechend komplexere Stufung („Zonierung“) des festgelegten Abstandswerts, im Extremfall hin zu einem stetigen „stufenfreien“ Modell.

Dieser Ansatz entspräche im Grundsatz der im Exkurs Nr. 1 dargestellten Methode zur Abstandsfestlegung; die ebenda genannten Vor- und Nachteile gelten hier in ähnlicher Weise. Er ist aber noch sehr weit von einer Realisierung entfernt, da derzeit in Fachkreisen noch tiefe und grundsätzliche Uneinigkeit über die Schutzbedürftigkeit selbst elementarster Planungen / Vorhaben besteht, wie u. a. anhand einiger Fußnoten der o. g. Arbeitshilfe der Bauministerkonferenz erkennbar ist.

6.2.1 Beurteilung von Vorhaben und Planungen in der Nachbarschaft

Die Beurteilung von Vorhaben und Planungen in der Nachbarschaft sollte aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht ausschließlich anhand eines, wie vorstehend dargestellten Zonierungsmodells erfolgen.

Der Soll-Abstand als Bruchteil des festgelegten Abstandswerts wird wie vorstehend erläutert anhand der Schutzbedürftigkeit des Vorhabens ermittelt, der festgelegte Abstandswert ist zuvor anhand der in den Abschnitten 3 und 5 diskutierten Methodik (d. h. derzeit mittels Ausbreitungsrechnungen, alternativ mittels einer Indexmethode [siehe Exkurs zum Ende Abschnitt 3.2.1]) festzulegen.

Aus dem Vergleich des tatsächlich in der Örtlichkeit vorhandenen Abstands mit dem – von der Schutzbedürftigkeit des Vorhabens einerseits, von der Größe des unerwünschten Ereignisses (= festgelegter Abstandswert) andererseits abhängigen – Soll-Abstand (oder bildlich: aus der Lage innerhalb des Abstandswert und der Schutzbedürftigkeit des Vorhabens) ergibt sich, ob und inwieweit ein Konflikt vorliegt.

Welche Konsequenzen allerdings für den Fall eines Konflikts zu ziehen sind, ob diese „absolut“ sein müssen oder der Abwägung zugänglich sind und ob im letzterem Fall das Maß des Konflikts (zahlenmäßige Größe des Verhältnisses der beiden Werte) beachtlich ist, ist allerdings eine rein rechtliche (und gesellschaftliche) Fragestellung, die im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht beantwortet werden kann.

Aus fachtechnischer Sicht kann allenfalls schlaglichtartig auf – immer wieder thematisierte – technische oder organisatorische Maßnahmen als Möglichkeit zur Konfliktlösung eingegangen werden; an dieser Stelle nur bezüglich vorhabenseitiger Maßnahmen, in Abschnitt 6.3.1 bezüglich anlagenseitiger Maßnahmen.

Zu nennen wäre hier insbesondere

- Zonierung innerhalb des Plangebiets oder teilweiser Planungsverzicht (Nutzungseinschränkung z. B. keine Wohnungen o. Einrichtungen hohen Publikumsverkehrs).
- Besondere Lüftungstechnische Maßnahmen an den Bauten
 - Diese Maßnahme ist im Wohnungsbau fast stets inakzeptabel.
 - Sie ist im Einzelfall praktikabel für öffentlich genutzte Großgebäude mit technischer Lüftung o. ä.
 - Sie ist über weite Bereiche möglicher Freisetzungen und für alle Stoffe gut wirksam.

- Sie erfordert einen hohen technischen Aufwand (Notwendigkeit schneller Reaktionszeiten und sicherer Detektion), umso schwieriger je kleiner der tatsächliche Abstand und je stofflich vielfältiger die Gefahrenpotentiale sind.
- Kombinationen mit spezieller Ausrichtung von Gebäuden haben in der Regel keinen nachweisbaren positiven Effekt.
- Besondere konstruktive Maßnahmen an den Bauten
 - Diese können in hohem Maße wirksam sein gegen Brand- und (mit Einschränkungen) Explosionsgefahren.
 - Hinsichtlich stofflicher Gefahren sind diese – abgesehen von den heute ohnehin gegebenen konstruktiven Dichtheitsanforderungen an Gebäude – weitestgehend inakzeptabel (bspw. Schutzräume), insbesondere im Wohnungsbau.
- Bauliche, die Stoffausbreitung vermindern Maßnahmen (bspw. Schutzwälle)
 - Solche Maßnahmen sind nur sinnvoll im Nahbereich (Schwergasausbreitung) insbes. für brennbare Gase.
 - Sie haben keine positiven Effekte im Fernbereich.
 - Ein Wirksamkeitsnachweis ist in den meisten Fällen sehr aufwendig.
- Alarm- und Gefahrenabwehrplanung
 - Banale Maßnahmen der Alarm- und Gefahrenabwehrplanung (wie die nach der Seveso-III-Richtlinie verpflichtende Information der Nachbarschaft über das Verhalten im Ereignisfall oder das bloße Vorhandensein der öffentlichen Feuerwehr) sind nicht als belastbare ergänzende (den Konflikt mindernde) Maßnahme anzusehen, da sie ohnehin verpflichtend resp. allort üblich sind.
 - Ergänzende Maßnahmen, wie regelmäßige Übungen sind im Wohnungsbau fast stets inakzeptabel.
 - Sie erfordern aufgrund der notwendigen kurzen Reaktionszeiten einen hohen technischen und organisatorischen Aufwand und sind mit allort üblichen Mitteln (bspw. Warnung durch umherfahrende Lautsprecherwagen) nicht zu realisieren.

Diese Maßnahmen verändern nicht den nach den Abschnitten 3 und 5 ermittelten Abstandswert sondern sollen der Reduzierung der Schutzbedürftigkeit und damit des Soll-Abstands der Nutzung dienen.

Für alle der vorgenannten und ggf. weiteren ähnliche Maßnahmen gilt, dass diese nur schwer in ein vollständiges, proportionales, konsistentes und transparentes Bewertungsschema zur Ermittlung der Schutzbedürftigkeit Eingang finden können. Durch die für derartige Maßnahmen notwendige Einzelfallbeurteilung kommt in die Gesamtbetrachtung zwingend ein subjektives Element. Dies kann allenfalls durch einen Katalog von – hinsichtlich der Reduzierung der Schutzbedürftigkeit bewerteten - Beispiellösungen vermindert werden, indem diese Beispiellösungen als Orientierung dienen. Eine streng naturwissenschaftlich-technische Bewertung der „Wirksamkeit“ entsprechender Maßnahmen ist nur im Ausnahmefall möglich.

6.2.2 Beurteilung von Gemengelagen

Es gibt keinerlei substantielle naturwissenschaftlich-technische Gründe, bei der Bewertung bestehender Konfliktlagen („Gemengelagen“) anders zu verfahren, als bei neuen Vorhaben und Planungen in der Nachbarschaft.

Hier wäre der Soll-Abstand als Bruchteil des festgelegten Abstandswerts anhand der Schutzbedürftigkeit des Bestands zu ermitteln, nachdem der festgelegte Abstandswert anhand der in den Abschnitten 3 und 5 diskutierten Methodik bestimmt ist. Aus dem Vergleich zwischen „Soll“ und „Ist“ ergibt sich wiederum, ob und inwieweit ein Konflikt vorliegt.

Allein, ob für den Fall eines bestehenden Konflikts andere (evtl. mildere) Konsequenzen zu ziehen sind als für den Fall einer geplanten und noch nicht realisierten Nutzung ist wiederum eine rein rechtliche (und gesellschaftliche) Fragestellung, die im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht beantwortet werden kann.

6.3 Beurteilung von Anlagen

Die Beurteilung von Anlagen in Relation zur Nachbarschaft muss aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht den identischen Prinzipien folgen, wie in Abschnitt 6.2. für den umgekehrten Fall dargestellt.

Auch hier steht der – nach den Methoden des Abschnitts 3 und 5 – festgelegte Abstandswert für die Größe des unerwünschten Ereignisses und der Soll-Abstand (als Bruchteil des festgelegten Abstandswerts) für die nach Abschnitt 6.2 bewertete Schutzbedürftigkeit der Nutzung. Aus dem Vergleich von Soll-Abstand zum tatsächlichen Abstand in der Örtlichkeit ergibt sich wiederum, ob und inwieweit ein Konflikt besteht.

Jedoch beantworten die Methoden zur Festlegung des Abstandswerts (Anlagenseite, Größe des unerwünschten Ereignisses) und des Soll-Abstands (Vorhabenseite, Schutzbedürftigkeit) – und seien sie noch so fundiert und den in Abschnitt 3 dargestellten Anforderungen genügend - nicht die Frage nach den Konsequenzen für den Fall eines Konflikts, ob diese „absolut“ sein müssen oder der Abwägung zugänglich sind und ob im letzterem Fall das Maß des Konflikts (zahlenmäßige Größe des Verhältnisses der beiden Werte) beachtlich ist. Dies ist weiterhin eine rein rechtliche (und gesellschaftliche) Fragestellung, die im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht beantwortet werden kann.

Bevor aber Konsequenzen überhaupt zu ziehen sind, sind

- eine Methode zur Festlegung des Abstandswerts (Anlagenseite, Größe des unerwünschten Ereignisses) und
 - eine Methode zur Bestimmung des Soll-Abstands (Vorhabenseite, Schutzbedürftigkeit)
- zu schaffen und der grundsätzliche Umgang mit sich ergebenden eventuellen Konflikten auf eine rechtlich (gesellschaftlich) fundierte Basis zu stellen.

Sämtliche dieser Anforderungen erscheinen derzeit weitgehend nicht erfüllt und bedürfen bis zu einer soliden „serienreifen“ Umsetzung voraussichtlich sowohl grundlegende Neuerarbeiten und umfassender Erprobung als auch des gesellschaftlichen Diskurses über die Methoden, die berücksichtigten Eingangsgrößen und deren Gewichtung. Der Leitfaden KAS 18 kann in diesem Zusammenhang womöglich als – nützlicher, aber weit vom heute für notwendig Erachteten entfernt – erster Ansatz genutzt werden.

6.3.1 Beurteilung im Rahmen von Neu- oder Änderungsgenehmigungsverfahren

Angeichts der vorstehend dargestellten unbefriedigenden Ausgangslage muss konstatiert werden, dass bereits allein aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht – und unbeschadet der fundamentalen rechtlichen und gesellschaftlichen „Baustellen“ - ein solides Instrument zur Beurteilung von Anlagen unter Abstandsgesichtspunkten derzeit nicht existiert und auch nicht kurzfristig geschaffen werden kann. Die bisher zur Abstandsermittlung eingesetzten Methoden mögen im Grundsatz teils geeignet sein, lassen aber wesentliche Qualitätsanforderungen – siehe Abschnitt 3 bis 5 - bei der heutigen Umsetzung weitgehend vermissen. Sie gestatten in der heutigen Form keine solide (rechtssichere!) Festlegung eines Abstands, mit dem relevante Folgen für den Anlagenbetrieb oder Dritte verbunden sind. Sie dienen vielmehr allenfalls der Illustration der Gefähr-

dungsmöglichkeiten durch eine Anlage sowie der qualitativen Veranschaulichung des Gefahrenpotentials. Diese negative Bewertung gilt für die – insoweit ansatzweise „normierte“ – Methoden des Leitfadens KAS 18 bei strenger Anwendung nur mit Einschränkungen; hier ist wenigstens im Ansatz eine belastbare Festlegung eines Abstands und ein Relativvergleich über verschiedene Anlagen sinnvoll möglich. Gleichwohl sind hier auch dringend Verbesserungen im Sinne der Qualitätsanforderungen nach Abschnitt 3 geboten.

Diese ansatzweise positive Bewertung des Leitfadens KAS 18 hat allerdings auch nur dann Bestand, wenn weiterhin – wie ebenda – das „größte stoffliche Gefahrenpotential unter (durch den Leitfaden KAS 18 vorgegebenen) einschränkenden Bedingungen“ Gegenstand der Betrachtung sein soll. Dieser Ansatz wurde und wird außerhalb der sicherheitstechnischen Fachkreise oftmals kritisch gesehen und in Zweifel gezogen. Wesentlich dafür ist der weitestgehende Verzicht auf eine probabilistische Komponente bei dieser Art der Abstandsfestlegung. Zwar wird kaum je über die „Wahrscheinlichkeit“ eines Ereignisses diskutiert, allerdings stellt es sich oft als nahezu unvermittelbar heraus, wenn einer kleinen Anlage (bspw. mit einem „Chlorfass“) der gleiche Abstandswert zugewiesen wird, wie einem umfangreichen Chemiepark, bei dem eine Fülle von Gefahrenpotentialen vorliegen, von denen – zufällig – eben ein solches „Chlorfass“ das „größte“ ist. Insoweit besteht mittelfristig wohl ein begründeter Anlass, wenigstens hinsichtlich „Art und Menge der Gefahrenpotentiale“ über einen wenigstens rudimentären probabilistischen Ansatz nachzudenken.

Aus fachtechnischer Sicht soll - unbeschadet vorstehender grundsätzlicher Kritik - an dieser Stelle schlaglichtartig kurz auf technische oder organisatorische Maßnahmen als Möglichkeit zur Konfliktlösung eingegangen werden; hier nur bezüglich anlagenseitiger Maßnahmen, in Abschnitt 6.2.1 bezüglich vorhabenseitiger Maßnahmen.

Zu nennen und zu diskutieren wäre hier u. a.

- Verzicht auf den Einsatz des gefährlichen Stoffs (oder Reduzierung der relevanten Handlungsbedingungen wie Druck und Temperatur)

Diese Maßnahme hat, da sie an der eigentlichen Ursache ansetzt, sehr beträchtlichen Effekt, dürfte aber praktisch kaum eine Bedeutung erfahren, sieht man von den Fällen einer nicht ausgenutzten („zu umfangreichen“, „unbestimmten“) Genehmigung ab. Diesbezüglich sei auf Abschnitt 4.2.1 & 5.2.1 „Stoffe“ dieser Ausarbeitung verwiesen.

Ansonsten dürfte nahezu jeder Anlagenbetreiber schon aufgrund Eigeninteresse und anderer Rechtsvorgaben („Substitutionsgebot“, „Ersatzstoffprüfung“) die Möglichkeiten zur Vermeidung gefährlicher Stoffe und zur Senkung relevanter Betriebsparameter soweit möglich, ausgenutzt haben.

- Generelle Optimierung und Verbesserung der Anlage

Diese Maßnahme kann jedenfalls so lange, wie die in Abschnitt 5.2.1 „Grundlegende Auslegungsmerkmale“ und 5.2.3 „Übergeordnete Faktoren“ diskutierten übergeordneten Maßnahmen keine solide Berücksichtigung bei der Abstandsfestlegung finden (können), nicht angemessen berücksichtigt werden. Im Übrigen wäre bei jeder generellen Optimierung und Verbesserung zu prüfen, ob diese bspw. nur oder primär dem Arbeitsschutz oder der Verfügbarkeit dient oder ob diese tatsächlich relevante Auswirkungen auf die bestimmenden Gefahrenpotentiale hat.

- Maßnahmen zur Verringerung der „sekundären“ Freisetzung aus Lachen freigesetzten Schadstoffs, wie

- Begrenzung der Lachenfläche

Diese Maßnahme ist – nur bei Flüssigkeiten, nicht bei druckverflüssigten Gasen - tatsächlich wirksam, vergleichsweise leicht in vielen Fällen umzusetzen. Im Rahmen traditioneller Ausbreitungsrechnungen ist unter Zuhilfenahme ergänzender notwendiger Konventionen bereits heute auch eine sachgerechte Berücksichtigung bei der Abstandsfestlegung möglich.

- Abdeckung der Lache

Diese Maßnahme ist – nur bei nicht allzu niedrig siedenden Flüssigkeiten, nicht bei druckverflüssigten Gasen - tatsächlich wirksam, allerdings in hohem Maße von übergeordneten Faktoren (Verfügbarkeit, Schnelligkeit und Qualität des Eingriffs) abhängig. Sie ist deshalb vorerst nicht sinnvoll solide bewertbar. Im Übrigen kann der leichtfertige und sorglose Einsatz dieser Maßnahmen bei druckverflüssigten Gasen und sehr niedrig siedenden Flüssigkeiten einen gegenteiligen Effekt bewirken, dadurch, dass Wärmeeintrag über das aufgetragene Medium sowie Verwirbelung (Luft- und Medienseitig) eine erhöhte Freisetzung bewirkt.

- Maßnahmen zur Rückhaltung von freigesetzten Schadstoffen, wie

- Wasserberieselung der relevanten Anlagenteile

Diese, immer wieder propagierte Maßnahme ist –auch und gerade ausweislich jüngster Untersuchungen – in sehr vielen Fällen (nicht nur, aber insbesondere bei nicht sehr gut wasserlöslichen Gasen) von nur sehr eingeschränkter Wirksamkeit. Der Effekt einer Wasserberieselung liegt oft ausschließlich in der Unterdrückung einer eventuellen Schwergasausbreitung infolge Verwirbelung; wodurch der Abstandswert in typischen Fällen nur marginal gesenkt wird.

- Einhausung oder „Containment“, evtl. mit Absaugung zu einem Wäscher für die freigesetzten Schadstoffe

Diese Maßnahme ist – jedenfalls theoretisch – das Optimum zur Senkung der Abstandswerte, die auf Basis traditioneller Ausbreitungsrechnungen ermittelt werden. Mit einer Absaugung zu einem Wäscher hin versehenen Anlagen kann auf diese Weise oft ein Abstandswert von Null zugewiesen werden – wobei es in diesem Sonderfall zweifelhaft sein mag, ob auf diese Weise das tatsächliche Gefahrenpotential (welches allen Maßnahmen zum Trotz ja nicht „Null“ ist) noch angemessen abgebildet wird.

- Maßnahmen zur Begrenzung der Ausbreitung von Schadstoffen außerhalb des Nahbereichs, wie

- Wälle, Mauern

Derlei Maßnahmen haben sich für die luftgetragene Ausbreitung leicht flüchtiger, giftiger Stoffe als weitgehend wirkungslos erwiesen, da sie nur das Ausbreitungsverhalten im Nahbereich beeinflussen können (Vermeidung einer Schergasausbreitung). Für die Ausbreitung von explosionsfähigen Schwergaswolken haben derlei Maßnahmen eine sinnvolle Berechtigung.

- Bei Gefahren durch Brände und Explosionen

- Bauliche Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen

Derlei Maßnahmen sind in vielen Fällen erprobt und sinnvoll umzusetzen, sei es in Form von Brandwänden oder gezielten Druckentlastungseinrichtungen.

Bei allen vorgenannten Maßnahmen ist zudem stets im Blick zu halten, dass Abstandsfestlegungen gleich welcher Methodik wie dargestellt stets nur ein unvollkommenes Abbild der tatsächlichen Anlagensicherheit sind. Vor allem soweit Abstandsfestlegungen anhand einer Vielzahl spezieller („manipulierbarer“) Eingangsgrößen ermittelt werden – d. h. insbesondere durch Ausbreitungsrechnungen - muss deshalb bei der Diskussion und Bewertung möglicher Maßnahmen auf Seiten der Anlagen im Übrigen ganz generell kritisch unterschieden werden zwi-

schen Maßnahmen, die den Abstandswert reduzieren und solchen die eine tatsächliche sicherheitstechnische Verbesserung mit sich bringen.

Sicherheitstechnische Maßnahmen können keiner, beiden oder einer der beiden Kategorien angehören, wie folgende Beispiele zeigen:

- Die Verbesserung der Flucht und Rettungswegesituation in einer Anlage verringert weder den Abstandswert noch führt sie zu einer signifikanten Reduktion des Gefahrenpotentials für Dritte außerhalb der Anlage.
- Die Absenkung des Betriebsdrucks in einer Anlage reduziert (bei Beibehaltung aller anderen Betriebsparameter) in der Regel sowohl den Abstandswert als auch das tatsächliche Gefahrenpotential.
- Die erheblich verbesserte Schulung des Betriebspersonals, die Erhöhung der Inspektionsintervalle oder die Installation einer Werkfeuerwehr stellt in der Regel eine durchaus wesentliche sicherheitstechnische Verbesserung dar. Diese lässt sich jedoch mit den bisherigen Modellen zur Ermittlung des angemessenen Abstands (Ausbreitungsrechnung ohne klare Vorgaben zur Berücksichtigung übergeordneter Faktoren) nicht sinnvoll abbilden. Insoweit reduzieren diese Maßnahmen den Abstandswert nicht, obschon sie eine tatsächliche Verbesserung darstellen.
- Der Ersatz von großen Fässern für Chlor in einer Chlordosierstation durch kleine Fässer / Flaschen (beispielsweise 500 kg anstelle 1000 kg) bewirkt – bei der derzeit üblichen Abstandsfestlegung analog KAS 18 Leitfaden - eine erhebliche Reduktion des Abstandswerts. Ob sich hierdurch allerdings das tatsächliche Gefahrenpotential der Anlage in gleichem Maße oder überhaupt reduziert, wäre zu diskutieren, insbesondere da kleinere Gebindegrößen (bei gleichbleibendem Verbrauch) eine größere Anzahl von (besonders gefahrenträchtigen) Handhabungsvorgängen bedingen.

Nur im Idealfall ist eine sinnvolle sicherheitstechnische Maßnahme beiden Kategorien zuzuordnen. In der Praxis treten jedoch beträchtliche Diskrepanzen auf.

6.3.2 Beurteilung des Anlagenbestands

Auch hier gilt das für den umgekehrten Fall Gesagte: Es gibt keinerlei substantielle naturwissenschaftlich-technischen Gründe, bei der Bewertung bestehender Konfliktlagen („Anlagenaltbestand

in Gemengelage“) anders zu verfahren als bei neuen Anlagen mit schutzbedürftigen Nutzungen in deren Umfeld.

Allein, ob für den Fall eines bestehenden Konflikts andere (evtl. mildere) Konsequenzen zu ziehen sind, als für den Fall einer geplanten und noch nicht realisierten neuen Anlage ist wiederum eine rein rechtliche (und gesellschaftliche) Fragestellung, die im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht beantwortet werden kann.

Es ist diesbezüglich insbesondere auch darauf hinzuweisen, dass langjährige Rechtslage in Deutschland ist, dass auch der "Stand der (Sicherheits)technik" hinsichtlich störfallverhindernder Vorkehrungen gerade einheitlich allein auf die Anlage bezogen ist und nicht je nach situativer Vorbelastung ein anderes Maß annimmt. Die Frage, inwieweit aufgrund der situativen Vorbelastung unterschiedliche Maßnahmen der Störfallbegrenzung zum Zuge kommen können (oder sollen) ist nicht generalisierend zu beantworten sondern bedarf einer Verhältnismäßigkeitsprüfung und Abwägung der eventuellen gegenläufigen Interessen im Einzelfall.

Bei den vier untersuchten Betriebsbereichen wurden seitens der bearbeitenden Sachverständigen entsprechende ergänzende störfallbegrenzende Maßnahmen – insbesondere Einhausungen – zwar angesprochen, aber (auch aufgrund teils eher geringen Gefahrenpotentials) generell als unverhältnismäßig verworfen. Eine Bewertung zur rechtlichen und tatsächlichen Umsetzbarkeit ergänzender störfallbegrenzender Maßnahmen in einem konkreten Fall aus technischer und situativer Sicht ist stets Sache eventueller Einzelgutachten.

Exkurs Nr. 3 – Brauchen wir einen Abstand?

In strenger logischer Reihenfolge hätte es bereits vor Inangriffnahme des Thema dieser Ausarbeitung einer grundsätzlichen Antwort auf die Frage, ob es eine Abstandsfestlegung⁴⁶ überhaupt braucht und ob und ggf. welche Folgen für Dritte mit dieser verbunden sein sollten, bedurft.

Da dies allerdings – wie ausgeführt – in allererster Linie eine rechtlich-politische Frage ist, nämlich die nach der Höhe des Schutzniveaus bzw. dem akzeptablen Risiko, wurde eben diese Frage für diese naturwissenschaftlich-technische Ausarbeitung einstweilen hintangestellt.

Die Behandlung des Themas wäre allerdings unvollständig, würde nicht wenigstens der Versuch gemacht, diese Frage kurz aus naturwissenschaftlich-technischen Blickwinkel zu beleuchten (nicht: zu beantworten), um zu zeigen, welche Hilfestellung aus diesem Blickwinkel zur Beantwortung der Frage geleistet werden kann.

⁴⁶ Über die bereits vorhandenen Vorgaben bspw. des allgemeinen Bauordnungsrechts incl. Brandschutzrecht, des Rechts der überwachungsbedürftigen Anlagen und einige wenige andere spezialgesetzliche Regelungen (bspw. im Sprengstoffrecht) hinausgehend

Die oben dargestellte Grundsatzfrage findet sich in ähnlicher Form in vielen risikobehafteten Lebensbereichen, sei es z. B. in Form einer Frage nach einem generellen Tempolimit im Straßenverkehr, oder nach verpflichtenden Schutzimpfungen in der Pädiatrie.

Im vorliegend zu diskutierenden Fall ist die Bearbeitung dieser Frage aus naturwissenschaftlich technischer Sicht allerdings schwieriger als bspw. in den vorgenannten Beispielen. Denn es kann in diesem Fall (glücklicherweise!) eben nicht auf einen umfangreichen Fundus tatsächlicher Erfahrungen aus Schadensfällen zurückgegriffen werden (wie bspw. im Straßenverkehr), auch nicht auf hinreichende, womöglich gar statistisch leidlich abgesicherte Kenntnisse der Vor- und Nachteile der jeweiligen Entscheidung (wie bspw. bei Schutzimpfungen im Kindesalter).

Versucht man sich dennoch an einer wenigstens überschlägigen Aufarbeitung des bekannten Unfallgeschehens in „Störfallanlagen“ und vergleichbaren Anlagen so finden sich folgende Facetten.

- Für die letzten Jahrzehnte sind es in der Bundesrepublik Deutschland so gut wie keine ernsthaften, bleibenden Personenschäden oder Todesfälle außerhalb der Anlage selbst und deren direkter Umgebung durch „Störfälle“ dokumentiert.
- Das über die Bundesrepublik Deutschland hinaus, innerhalb Mittel- und Westeuropas dokumentierte Unfallgeschehen ist durch einige wenige sehr große „Störfälle / Unfälle“ geprägt, namentlich die Ereignisse in Toulouse, Enschede und (ohne bleibende Personenschäden oder Todesfälle außerhalb des Betriebsbereichs) Bouncefield. Über diese großen „Störfälle / Unfälle“ hinaus ist die Lage innerhalb Mittel- und Westeuropas ähnlich der in der Bundesrepublik Deutschland.
- Bemerkenswerterweise sind die o. g. wenigen „großen“ Ereignisse in Prozessanlagen– wie auch der Fall (ohne bleibenden Personenschäden oder Todesfälle außerhalb der Betriebe) „Ritterhude“ - der Kategorie „Explosion“ (nachrangig auch: Brand) zuzurechnen, einem Ereignistypus der
 - aufgrund seiner Schnelligkeit des Ablaufs wenig bis keine begrenzenden Vorkehrungen gestattet und
 - sich noch weniger als die bloße Schadstoffausbreitung (wie in dieser Ausarbeitung behandelt) solide prognostizieren lässt.
- Nicht zuletzt sei darauf hingewiesen, dass einem wesentlichen Anteil der „schweren“ Schadensfälle nicht oder jedenfalls nicht als sinnvollstes und „mildestes“ Mittel mit Abstandsfestlegungen, sondern schlicht mit besserer Anlagenüberwachung oder konventionellen (innerbetrieblichen) Sicherheitsmaßnahmen vorzubeugen gewesen wäre:
 - Die Ammoniumnitrat-Explosion in Toulouse war entsprechend der in Fachkreisen akzeptierten Theorie auf die
 - (1) offene Handhabung mit Radlader (Verschmutzungsgefahr),
 - (2) verunreinigten (Retourenware vom Landwirt, mit Schmieröl, Diesel) Ammoniumnitrats in
 - (3) sehr großen Einzelmengen (Lose Haufwerksschüttung) zurückzuführen.Durch die in Deutschland vorgegebene Handhabung ausschließlich
 - (1) in verpackten Einzeleinheiten (Säcke, Big Bags) wird die, die Zersetzung initiiierende
 - (2) Verschmutzung vermieden sowie – im dennoch unterstellten Zersetzungsfall – diese auf
 - (3) Einzelbinde begrenzt.
 - Die gravierenden Folgen des Explosionsereignisses von Enschede waren primär Folge der nach Art und Menge illegalen Lagerung von Feuerwerkskörpern. Einer solchen Ursache kann naturge-

mäß nicht mit Abstandsfestlegungen begegnet werden, da solche Festlegungen stets nur am nach Art und Menge legalen Vorhandensein von Stoffen anknüpfen und nicht etwa „vorbeugend“ eine illegale Situation unterstellen könnten.

Vorstehende, zweifelsohne nur schlaglichtartige und pauschalisierte Ergebnisse können aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht nicht absolut, sondern nur in Relation zur Situation in anderen (oft ungleich stärker) risikobehafteten Lebensbereichen eingeordnet werden. Bei diesem Vergleich kann festgestellt werden, dass in diesen anderen Lebensbereichen

- oft „positive“ Folgen (Risikominderung insgesamt) klar ersichtlich sind und
- trotzdem risikobeschränkende Limitierungen (Tempolimit, Impfpflicht) oft nur sehr zögerlich eingesetzt werden, selbst wenn die „negativen“ Folgen für Dritte eher gering sind.

Daraus kann aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht durchaus gefolgert werden, dass die hier in Rede stehenden Risiken durch „Störfallanlagen“ wohl „erst recht“ ein „akzeptables“ Risiko darstellen, also die Höhe des derzeitigen Schutzniveaus im Regelfall angemessen zu sein scheint.

Dementsprechend ist es aus diesem Blickwinkel mangels „Gefahr“ schwierig, die Notwendigkeit von Abstandsfestlegungen, die mit (negativen) Folgen für Dritte verbunden sind, zu fordern und zu begründen. Eine andere Einordnung mag sich aufgrund politischer oder gesellschaftlicher Überlegungen ergeben. Diese mögliche – und von Art. 13 der Seveso-III-Richtlinie und den Vorläuferregelungen auch gewünschte - Einordnung wäre allerdings auf Basis der derzeitigen naturwissenschaftlich-technischen Faktenlage eher dem Bereich der – politisch und gesellschaftlich gewünschten - Vorsorge zuzurechnen und dürfte sich in erster Linie an zukünftige Entwicklungen, weniger aber an Bestandssituationen richten.

7 Schwierigkeiten der der Bearbeitung der Aufgabenstellung

Die Bearbeitung der in der Einleitung formulierten Aufgabenstellung war aufgrund fachlicher, personeller und zeitlicher Restriktionen mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Der größte Teil dieser Schwierigkeiten war bereits vor Projektbeginn offenkundig. Da die ursächlichen Restriktionen allerdings weder seitens des Auftraggebers noch seitens des Auftragnehmers beseitigt werden konnten, sondern aus externen Vorgaben resultierten, wurden die Arbeiten auf Wunsch des Auftraggebers gleichwohl aufgenommen und soweit möglich abgeschlossen.

Folgende wesentliche Restriktionen sind zu nennen:

Fachlich:

- Diese Ausarbeitung konnte in weiten Teilen auf keinerlei substantielle Vorarbeiten zurückgreifen. Vielmehr wurden im Zuge der Ausarbeitung sehr grundlegende Fragestellungen deutlich, deren Bearbeitung unter den vorliegenden Restriktionen nur ganz ansatzweise möglich war.
- Auf ausdrücklichen Wunsch des Auftraggebers wurde in dieser Ausarbeitung ausschließlich ein monodisziplinärer „naturwissenschaftlich-technischer“ Ansatz zur Lösung der aufgeworfenen Problemstellungen verfolgt, obschon das Thema seitens des Auftragnehmers ausdrücklich als multidisziplinär eingeordnet wurde. Diese Einordnung hat sich im Zuge der Bearbeitung bestätigt und noch dahingehend verfestigt, dass wesentliche und grundlegende Teilthemen einer naturwissenschaftlich-technischen Lösung nicht – oder jedenfalls erst nach Bearbeitung durch andere Fachdisziplinen - zugänglich sind. Insoweit konnten wesentliche Aspekte des Themas nicht bearbeitet werden, sondern waren an andere Fachdisziplinen zu verweisen.
- Die vier in Abschnitt 1 genannten, auszuwertenden Untersuchungen konnten aus den in Abschnitt 2.3.4 genannten Gründen nur sehr eingeschränkt als Grundlage für diese Ausarbeitung dienen; in weiten Teilen basiert diese Ausarbeitung insoweit auf darüber hinausgehenden Erfahrungen der beteiligten Sachverständigen.

Personell:

- Für die Erstellung dieser Ausarbeitung wurde den Fachkollegen und insbesondere dem federführenden Sachverständigen ein Aufwand von nur je 6 Manntagen eingeräumt. Dieser Zeitrahmen beinhaltet sowohl die Auswertung der in Abschnitt 1 genannten Untersuchungen, deren Diskussion im Kreise der Fachkollegen im Rahmen von drei Fachgesprä-

chen, die Erstellung dieses Thesepapiers als auch dessen Diskussion mit den beteiligten Fachkollegen und weiteren Sachverständigen sowie die persönliche Ergebnisvorstellung gegenüber dem Auftraggeber.

Zeitlich:

- Die Beauftragung zur Erstellung dieser Ausarbeitung erfolgte – nach diversen Vorgesprächen – gegenüber dem federführenden Sachverständigen erst Ende Januar 2016; die vier in Abschnitt 1 genannten, auszuwertenden Untersuchungen lagen vollständig erst Mitte März 2016 vor; diese Ausarbeitung war bis Ende März 2016 anzufertigen.
- Aufgrund terminlicher Engpässe bei den beteiligten Fachkollegen und dem unterzeichnenden Sachverständigen konnten wünschenswerte Abstimmungen nicht stets zu Ende geführt und verbliebene Fragen nicht in Gänze geklärt werden.

8 Resümee

Das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz hat eine Gruppe von Sachverständigen nach § 29b BImSchG unter Federführung der TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG mit der Ausarbeitung von Handlungsvorschlägen zu Abstandsfestlegungen für Anlagen und Betriebsbereiche, die dem Störfallrecht unterliegen, beauftragt.

Hierbei sollte ausgehend von der derzeit gebräuchlichen Praxis der Abstandsfestlegung untersucht werden,

- welche Anforderungen generell an derartige Festlegungen zu stellen sind,
- ob und wie diese derzeit erfüllt werden und
- ob und auf welche Weise diese zukünftig erfüllt werden könnten.

Hintergrund der Untersuchung waren Überlegungen und Tendenzen, dass an die Abstandsfestlegungen zukünftig womöglich unmittelbare Pflichten für den Betreiber und / oder Dritte nach Einhaltung der festgelegten Abstände angeknüpft werden könnten.

Als Themeneinstieg wurde anhand von vier durch die Sachverständigen durchgeführten Untersuchungen ermittelt,

- ob diese hinsichtlich Eingangsdaten, Rechenwegen und Modellen vergleichbar sind,
- welcher Vertrauensbereich den Ergebnissen zuerkannt werden kann und
- ob die ermittelten Abstandswerte
 - o mit dem Gefahrenpotential des Betriebsbereich und / oder
 - o der tatsächlichen Anlagensicherheitkorrelieren.

Aufgrund unabgestimmter Auswahl der untersuchten Betriebsbereiche war eine Vergleichbarkeit kaum gegeben.

Der Vertrauensbereich der Ergebnisse musste durchweg als ungenügend bewertet werden; die ermittelten Abstandswerte korrelieren solide weder mit dem Gefahrenpotential des Betriebsbereichs noch mit der tatsächlichen Anlagensicherheit.

Anschließend wurden die zu diesem Ergebnis führenden Ursachen untersucht und vorab die Kriterien

- Zielbestimmtheit,

- Vollständigkeit der Eingangsdaten,
- Proportionalität,
- Konsistenz und
- Transparenz

erarbeitet, denen eine solide Abstandsfestlegung genügen muss:

Wesentliche Vorarbeiten dabei erfordern rechtlich-staatspolitische Antworten. Erst danach kann Naturwissenschaft und Technik Empfehlungen bspw. zur „Normierung“ von Eingangsdaten, Rechenwegen und Modellen geben.

Dass die derzeitige Praxis der Abstandsermittlung mittels Ausbreitungsrechnungen den Anforderungen weitgehend nicht genügt hat mehrere Ursachen:

- Fehlen der o. g. rechtlich-staatspolitischen Vorgaben, wodurch eine inakzeptable Beliebigkeit in die Mehrzahl der Abstandbetrachtungen gelangt.
- Fehlen von „normierenden“ Vorgaben hinsichtlich Methoden zur modellhaften Ermittlung, Bewertung und Berechnung von Abständen.
- (Glücklicherweise!) sehr beschränkte naturwissenschaftlich-technische Erkenntnisse hinsichtlich des Ablaufs der zu modellierenden Störungen und deren tatsächlichen Vielgestaltigkeit, die sich einer Prognose weitgehend entzieht. Dieser Ursache muss durch Setzung von Konventionen abgeholfen werden.
- Nicht hinreichend bestimmte Genehmigungssituationen.

Erste sinnvolle Ansätze einer Lösung durch Schaffung entsprechender Vorgaben sind mit dem Leitfaden KAS 18 geschaffen worden. Allerdings sind hier sowohl aus rechtlicher als auch aus technischer Sicht deutliche Fortentwicklungen angezeigt, insbesondere hinsichtlich weiterer Konkretisierungen durch Konventionen sowie Erhöhung des Grads der Verbindlichkeit.

Möglichkeiten und Ansätze für Fortentwicklungen wurden sodann aufgezeigt. Es wurde dabei darauf hingewiesen, dass normierte Verfahren allerdings eine Beschreibung der tatsächlichen Anlagensicherheit eher erschweren und bei hoher Komplexität und vielen zu bestimmenden Eingangsdaten teils fehler- und manipulationsanfällig sind. Von probabilistischen Ansätzen wurde aufgrund der derzeit schon bei deterministischen Ansätzen unbefriedigenden Situation abgeraten.

Abschließend wurde kurz beleuchtet, welche Anwendungsbereiche für eine Abstandsfestlegungen offen stünden, wenn diese denn die Anforderungen erfüllen würden. Hier wurde insbesondere dargelegt, dass aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht zwar eine gestufte Sichtweise (Zonierung des Abstandsbereichs) angezeigt ist; aber eine Unterscheidung zwischen Bestands- und Planungssituationen aus diesem Blickwinkel nicht abgeleitet werden kann.

Es wird versichert, dieses Thesenpapier nach bestem Wissen und Gewissen, unparteiisch und ohne Ergebnisweisung angefertigt zu haben.



Maik Bäumer
ISC; Inherent Solutions Consult GmbH & Co. KG



Dr. Eberhard Dachwitz
TÜV NORD Systems GmbH & Co KG



Jürgen Farsbotter
TÜV NORD Systems GmbH & Co KG



Dr. Klaus Herrmann
INBUREX; Consulting Gesellschaft für
Explosionsschutz und Anlagensicherheit mbH



Sibylle Mayer
TÜV NORD Systems GmbH & Co KG