

Sicherheitsrelevante Aspekte bei der Gefahrgutcontainer-Lagerung

Ein Leitfaden



(Quelle: M. Schütz)

Dipl.-Ing. Manfred Schütz
Landesumweltamt NRW
Fachbereich 84

Stand: Mai 2006

Inhalt:

Abkürzungen	3
1. Gefahrgutcontainerlager	4
1.1 Einführung	4
1.2 ISO-Container	4
1.3 Standort und Kapazität	5
2. Stoffliche Gefahrenpotenziale	6
2.1 Fixierung eines Stoffrahmens	6
2.2 Störfallauswirkungsbetrachtungen	9
3. Lagerverwaltung	10
3.1 EDV-System	10
3.2 Zusammenlagerungsverbote	10
3.3 Genehmigungskonformität	11
3.4 Auslagerung	11
4. Gewässerschutz	12
4.1 Leckageauffangvolumina	12
4.2 Löschwasserrückhaltung	13
4.3 Havarieplatz	13
5. Erkennen und Eindämmen von Leckagen	14
5.1 Leckageerkennung	14
5.2 Eindämmen von Leckagen und Emissionen	15
6. Brand- und Explosionsschutz	16
6.1 Explosionsschutz	16
6.2 Baulicher Brandschutz	16
6.3 Brandfrüherkennung	17
6.4 Brandbekämpfung	18
7. Ein- und Auslagerung	19
7.1 Lastaufnahmemittel	19
7.2 Kräne	20
7.3 Flurförderzeuge	21
7.4 Einsatzbereitschaft und Betriebseinstellung	23
8. Naturbedingte Gefahren	24
8.1 Hochwasser	24
8.2 Windlast und Erdbeben	25
9. Arbeitsschutz	26
10. Literatur	27

Abkürzungen

'	= Fuß (Maßeinheit) = 304,8 mm
ABEK	Atemschutz - Kombinationsfiltertyp
ADR	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
AEGL	Acute Exposure Guideline Levels for Hazardous Substances (EPA/USA)
AEGL2	Ab dieser Konzentration sind irreversible Schäden oder Fluchtbehinderung möglich.
Bft	Beaufort (Windstärke)
CSC	Internationales Übereinkommen über sichere Container
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbau
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
ERPG	Emergency Response Planning Guidelines (AIHA/USA)
ERPG2	Unterhalb dieser Konzentration treten keine irreversiblen Schäden und keine Fluchtunfähigkeit auf.
FD	Flüssigkeitsdicht
FDE	Flüssigkeitsdicht nach Eindringprüfung
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft
HCl	Summenformel für Chlorwasserstoff
IBC	Intermediate Bulk Container
ISO	International Organization for Standardization
LC	Lethal Concentration
LC ₅₀	Mittlere tödliche Konzentration; die berechnete Konzentration der Substanz in der Atemluft, die zum Tode von 50% der über eine bestimmte Zeitspanne hinweg exponierten Versuchstiere führt.
LGK	Lagerklasse (siehe /3/)
LöRüR1	Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe
p _D	Dampfdruck
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
SO _x	Summenformel für Schwefeloxide
TEEL	Temporary Emergency Exposure Limit (U.S. Department of Energy (DOE))
TEEL2	Unterhalb dieser Konzentration treten keine irreversiblen Schäden und keine Fluchtunfähigkeit auf.
TEU	Twenty Feet Equivalent Unit (20'-Standardcontainer)
TOC	Total Organic Compounds (Kohlenwasserstoffe)
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
TRwS	Technische Regel wassergefährdender Stoffe
VCI	Verband der Chemischen Industrie
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WGK	Wassergefährdungsklasse

1. Gefahrgutcontainerlager

1.1 Einleitung

Seit Jahrzehnten nimmt der Containerverkehr mit erheblichen Wachstumsraten zu. Der Transport von Gütern – auch der von Gefahrgütern - in den hinsichtlich ihrer Größe weltweit genormten ISO-Containern weitet sich mehr und mehr aus. So entstanden auch in Nordrhein-Westfalen in den letzten Jahren mehrere neue Lager für Gefahrgutcontainer.

Wegen ihrer Lagerkapazität und der Vielzahl der gelagerten Gefahrstoffe unterliegen diese Lager in aller Regel den erweiterten Pflichten der Störfall-Verordnung. Einige sicherheitsrelevante Aspekte wurden im Rahmen der Genehmigungsverfahren der oben erwähnten neuen Lager häufig kontrovers diskutiert. Im Folgenden werden die Wesentlichen der zu diskutierenden Themen behandelt.

1.2 ISO-Container

Im Bereich des Gefahrgut-Transportes werden zum einen Tank- und Silocontainer, zum anderen Boxcontainer zum Transport von IBC und Palettenware (Fässer, Kanister, Säcke und dergl.) verwendet. Überwiegend wird hierbei die Standardgröße von 20 Fuß (20') eingesetzt; in geringfügigem Umfang erfolgt der Transport auch in 30'- und 40'- Boxcontainern.

Die weltweite Erfolgsgeschichte der ISO-Container beruht im wesentlichen auf deren genormten Abmessungen. So besitzt z.B. der 20'-ISO-Container der Reihe 1 nach DIN ISO 668 folgende Maße /1/:

Nennlänge: 6.058 mm Breite: 2.438 mm Höhe: 2.590 mm

Dies ist der sogenannte Standardcontainer, anhand dessen die Lager- oder Transportkapazitäten (als TEU) angegeben werden.

Für die sicherheitstechnische Beurteilung sind bei einer Reihe von Stoffen, z. B. toxischen und/oder hochentzündlichen Gasen oder auch kritischen toxischen Flüssigkeiten wie beispielsweise Brom, Informationen hinsichtlich der maximalen Behältergröße von Interesse. Im Rahmen der Störfallauswirkungsbetrachtungen kann eine differenziertere Abschätzung erfolgen, wenn z. B. bei einem Stoff wie Brom angegeben wird, ob dieser nur in Kleingebinden in einem Frachtcontainer oder in einem Tankcontainer gehandhabt wird. Entsprechend differenziert können und müssen die sicherheitstechnischen Maßnahmen auf den vorliegenden Fall abgestimmt werden.

Der Inhalt eines 20'-Tankcontainers im Vollrahmen-Design kann hinreichend konservativ mit 26.000 l abgeschätzt werden. Ein 20'-Boxcontainer, gefüllt mit Fassware, ergäbe eine Kapazität von 15.600 l (= 78 Fässer à 200 l) /2/. Im wesentlichen aus Kostengründen geht die Entwicklung beim Transport flüssiger Gefahrstoffe hin zum

Tankcontainer. Die Lagerkapazitäten der Gefahrgutcontainerlager werden denn auch zu 90 – 100% für die Lagerung von 20'-Tankcontainern genutzt.



(Quelle: M. Schütz)

Abb. 1.2.1: Am Hafenbecken bereitgestellte 20'-Tank- und -Boxcontainer

1.3 Standort und Kapazität

Die betrachteten Lager für Gefahrgutcontainer sind zum einen angesiedelt in Chemie-parks, in denen sie als Pufferlager für einen Teil des In- und Outputs an Gefahrstoffen dienen. Die Kapazitäten dieser Lager liegen im Bereich von 30 bis 350 TEU.

Weitere Gefahrgutcontainerlager befinden sich auf den Betriebsgeländen bi- oder tri-modaler Umschlagterminals in den Binnenhäfen entlang der Wasserwege, in der Hauptsache der „Rheinschiene“. Durch Verzögerungen beim Umschlag von einem auf ein anderes Verkehrsmittel, z. B. wegen Hoch- oder Niedrigwasser, Verkehrsstaus u. dergl., oder Kapazitätsengpässen beim Kunden, z. B. bei Lagerhaltung oder Transport, wird die Zwischenlagerung von Gefahrgutcontainern erforderlich. Die Kapazitäten dieser Lager bewegen sich im Bereich 30 – 40 TEU.

Die Ansiedlung von Gefahrgutcontainerlagern erfolgt in Industriegebieten oder Sondergebieten „Hafen“, was letztendlich auch unter sicherheitstechnischen Aspekten (ausreichende Löschwasserversorgung, hinreichende Sicherheitsabstände zur Wohnbebauung, etc.) erforderlich ist.

2. Stoffliche Gefahrenpotenziale

Grundlage einer jeden sicherheitstechnischen Beurteilung ist eine umfassende Stoffbeschreibung, aus der die gehandhabten Gefahrenpotenziale eindeutig hervorgehen. Naturgemäß wird in einem Gefahrgutcontainerlager eine breite Palette verschiedenartigster Gefahrstoffe gehandhabt. Eine Stoffbeschreibung kann deshalb sehr umfangreich ausfallen, wenn alle zur Einlagerung vorgesehenen Stoffe und Zubereitungen, die namentlich in Anhang I der Störfall-Verordnung aufgeführt werden oder unter die dort unter den Nrn. 1 – 10b genannten Stoffkategorien fallen, inklusive ihrer physikalischen, chemischen und toxischen Kenndaten aufgelistet werden.

Häufig wird der Stoffbeschreibung gem. Anh. I eine Tabelle mit „ausgewählten“ oder „beispielhaften“ Stoffen beigelegt, ergänzt um eine Auswahl von Sicherheitsdatenblättern. Die Stoffbeschreibungen sind also nicht abschließend und können dies aufgrund der Funktion der Containerlager auch nicht sein. Es handelt sich um „Vielstofflager“, für die genehmigungstechnisch zumindest für bestimmte Gefahrenpotenziale ein „Stoffrahmen“ festgelegt werden muss.

2.1 Fixierung eines Stoffrahmens

Bei den Stoffkategorien können einzelne Gefahrenpotenziale wie Brennbarkeit oder Toxizität durch verschiedene Kriterien eingegrenzt und unter diese subsummiert werden. Hierdurch kann ein „Stoffrahmen“ gespannt werden, innerhalb dessen Stoffe und Zubereitungen genehmigungskonform gelagert werden dürfen.

Neben der Beschreibung anhand Anh. I der Störfall-Verordnung sind die VCI-Lagerklassen (LGK) gemäß dem „VCI-Lagerkonzept“ als wichtigstes Hauptkriterium zu nennen /3/. Praktisch in allen Gefahrgutcontainerlagern werden Stoffe bzw. Zubereitungen gelagert, die folgenden VCI-Lagerklassen zuzuordnen sind und mit denen die o. g. Vorgehensweise beschriftet werden kann:

Tab. 2.1.1

LGK	Bezeichnung
3A	Entzündliche flüssige Stoffe
3B	Brennbare Flüssigkeiten
6.1A	Brennbare giftige Stoffe
6.1B	Nichtbrennbare giftige Stoffe
8A	Brennbare ätzende Stoffe
8B	Nichtbrennbare ätzende Stoffe
10	Brennbare Flüssigkeiten (so weit nicht 3A oder 3B)
11	Brennbare Feststoffe
12	Nichtbrennbare Flüssigkeiten
13	Nichtbrennbare Feststoffe

Die VCI-Lagerklassen sind definiert über das Regelwerk (z. B. TRGS 515, 511, etc.), bestimmte relevante Gefahrenhinweise (R-Sätze), das Transportrecht (z. B. ADR-Klassifizierungen) u. dergl.. Da die meisten Gefahrstoffe mehrere gefährliche Eigenschaften aufweisen, gibt es für diese eine Hierarchie hinsichtlich der Zuordnung eines Stoffes bzw. einer Zubereitung zu einer Lagerklasse. Dies wird in Kap. 2.3 des „VCI-Lagerkonzeptes“ anhand eines Ablaufdiagramms prägnant dargestellt.

Wichtig an dieser Stelle zu erwähnen ist der Umstand, dass zwar die Zuordnung zu den ADR-Klassen 1 bis 8 häufig mit den VCI-Lagerklassen übereinstimmt, aber nicht in allen Fällen! In einer Reihe von Fällen ist bei der Lagerung (→ VCI-Lagerklasse) eine andere gefährliche Eigenschaft eines Stoffes im Fokus als beim Transport. Beispielfähig sei hier die Flusssäure erwähnt: Wegen ihrer ätzenden Eigenschaften wird sie in die ADR-Klasse 8 eingestuft; bei der Lagerung wird aber die Toxizität in den Vordergrund gestellt, so dass hier die Zuordnung zur LGK 6.1B erfolgt. Im Übrigen ist reiner Fluorwasserstoff wegen seines knapp unter 20°C liegenden Siedepunktes sogar in die LGK 2A einzustufen.

Eine weitergehende Differenzierung innerhalb der Lagerklassen kann mit Hilfe verschiedener Nebenkriterien geschehen. Dies sei nachfolgend anhand einiger Lagerklassen verdeutlicht:

- Die LGK 3A umfasst hoch- und leichtentzündliche sowie entzündliche Flüssigkeiten, die durch die entsprechenden Gefahrenhinweise R12, R11 und R10 gekennzeichnet sind. So können mit Hilfe dieser R-Sätze Untergruppen der LGK definiert werden.
- Die LGK 4.2 enthält selbstentzündliche Stoffe, eine Stoffeigenschaft mit einer großen Bandbreite hinsichtlich des Gefahrenpotentials. Eine Differenzierungsmöglichkeit, die dem Rechnung trägt, ist durch die Abstufungen des Transportrechts gegeben. So findet sich z. B. im ADR, Kap. 2.2.42 die Kategorisierung in „selbstentzündlich (pyrophor)“, „selbsterhitzungsfähig“ und „weniger selbsterhitzungsfähig“ /4/.
- Die LGK 5.1C beinhaltet brandfördernde Stoffe und Zubereitungen, die der TRGS 511 unterliegen. Es handelt sich hierbei um ammoniumnitrat-haltige Zubereitungen der Gruppen A - C. Diese Gruppen werden – jeweils unterteilt in mehrere Untergruppen – in Kap. 3 der TRGS 511 definiert und können somit zur Bildung von Teilmengen dieser LGK herangezogen werden.

Ein besonderes Gefahrenmerkmal ist die Toxizität von Stoffen bzw. Zubereitungen. Es ist nämlich hierbei zu beachten, dass z. B. die Brennbarkeit ein höherrangiges Gefahrenmerkmal bei der Einstufung eines Gefahrstoffes in die richtige Lagerklasse darstellt, so dass z. B. auch in der LGK 3A eine Reihe von giftigen und sehr giftigen Flüssigkeiten zu finden sind und die Toxizität somit ein lagerklassenübergreifendes Gefahrenmerkmal ist.

Häufig muss wegen der örtlichen Gegebenheiten in Verbindung mit den getroffenen technischen und organisatorischen Maßnahmen eine Limitierung der gelagerten Gefahrenpotenziale erfolgen; hierzu ist ein geeignetes Grenzkriterium zu definieren. Eine praktikable Lösung zur Bildung dieses Grenzkriteriums besteht in der Bildung einer Kennziffer, die die Aufstellung einer Rangfolge der toxischen Stoffe erlaubt. Diese Kennziffer ist ein Quotient Q_{tox} , der das Freisetzungspotenzial eines Stoffes zu dessen toxischem Gefahrenpotenzial ins Verhältnis setzt. Hierbei wird das Freisetzungspotenzial repräsentiert durch den Dampfdruck p_D bei 20°C, das toxische Gefahrenpotenzial durch den LC_{50} -Wert (Ratte, 4h)¹. Diese Parameter werden in Sicherheitsdatenblättern am ehesten aufgeführt. Das Grenzkriterium ist im Einzelfall anhand von Störfallauswirkungsbetrachtungen (siehe folgendes Kapitel) zu ermitteln. An dieser Stelle sei gesagt, dass der Quotient Q_{tox} ein eher grobes Abschneidekriterium darstellt und daher mit Augenmaß zu betrachten ist, d. h. eine gewisse Sicherheitsmarge sollte in den Betrachtungen berücksichtigt werden.

Weiter können auch vordergründig unproblematische Stoffe zu Problemen führen, da sie bei Kontakt mit Wasser toxische Gase bilden. Diese Stoffe sind mit dem Gefahrenhinweis R29 „Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase“ versehen. Diese Gefahr kommt in einem Gefahrstoffcontainerlager bei der Leckage eines entsprechenden Stoffes mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Tragen, da zumeist Reste von Regenwasser in den Lagerwannen vorhanden sind.

Ein prägnantes Beispiel für einen solchen Stoff ist Thionylchlorid, das in die LGK 8B einzustufen ist. Bei dessen Hydrolyse entstehen jedoch erkleckliche Mengen giftiger Gase, nämlich Chlorwasserstoff (HCl) und vor allem Schwefeloxide (SO_x). Für solche, aber auch andere Gefahrenpotenziale muss - wenn die Lagerung nicht komplett abgeschlossen wird - gegebenenfalls eine Limitierung der Einlagerung erfolgen. Eine Limitierung kann z. B. über die Behältergröße (Fassware im Boxcontainer: ja / Tankcontainer: nein!) oder über die Eingrenzung auf bestimmte Stellplätze mit Hilfe der Lagerverwaltungs-EDV (siehe Kap. 3 dieses Leitfadens) erfolgen.

Wie oben schon erwähnt, kann diese Vorgehensweise für die in Tab. 2.1.1 aufgeführten Lagerklassen gewählt werden. Bei bestimmten, sehr hohen Gefahren- und Freisetzungspotenzialen – hier sind in erster Linie die Gase und Gasmischungen der VCI-Lagerklasse 2A „Verdichtete, verflüssigte oder unter Druck gelöste Gase“ zu nennen – sind dagegen auf den Einzelstoff abgestellte Störfallauswirkungsbetrachtungen und damit eine explizite Auflistung in der Stoffbeschreibung erforderlich. Insbesondere das oben dargelegte Prozedere bei toxischen Stoffen, bei dem mit dem Abschneidekriterium Q_{tox} gearbeitet wird, lässt sich bei diesen Stoffen nicht durchgängig praktizieren.

¹ LC_{50} : Mittlere tödliche Konzentration; die berechnete Konzentration der Substanz in der Atemluft, die zum Tode von 50% der über eine bestimmte Zeitspanne hinweg (hier: 4 Stunden) exponierten Versuchstiere (hier: Ratte) führt.

2.2 Störfallauswirkungsbetrachtungen

Im Rahmen der sicherheitstechnischen Beurteilung sind mit Hilfe anerkannter Rechenmodelle Störfallauswirkungsbetrachtungen durchzuführen. In aller Regel wird hierzu das allseits anerkannte Modell nach der VDI-Richtlinie 3783 verwendet /5/. Bei Einhaltung des Standes der Technik – dies schließt z. B. die ausschließliche Handhabung und Lagerung transportrechtlich zugelassener Container und Behältnisse ein – sind Leckgrößen im Bereich $10 - 30 \text{ mm}^2$ nicht auszuschließen. „Diese Lecks können noch im Rahmen der praktischen Vernunft durch bei der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung unerkannt gebliebene Materialfehler entstehen“ (/6/, Kap. 10/5.2.2).

Zwar sind Tankcontainer, IBC, Fässer u. dergl. nicht den Beanspruchungen (hohe Temperaturen, hohe Drücke, Druckstöße, Abrasion, etc.), wie sie in vielen Produktionsanlagen herrschen, ausgesetzt. Dafür unterliegen sie vor allen Dingen mechanischen Beanspruchungen beim Transport und beim Handling (Ein-/Auslagerung). Ausführungen zu Transportbeanspruchungen finden sich z. B. im Containerhandbuch des GDV /7/.

Im Rahmen der Auswirkungsbetrachtungen sind einige Szenarien, die die verschiedenen Gefahrenpotenziale der gelagerten Stoffe bzw. Zubereitungen abdeckend behandeln, durchzurechnen und zu bewerten. Im Allgemeinen sind die Toxizität und die Brennbarkeit im Fokus der Betrachtungen. Bei der Lagerung brennbarer Stoffe bzw. Zubereitungen sind zum einen Betrachtungen im Hinblick auf mögliche Zündabstände, die aus der Bildung zündfähiger Dampf- oder Gas-Luft-Gemische entstehen können, anzustellen und zum anderen solche hinsichtlich der möglichen Wärmestrahlung, mit der die umstehenden Container im Brandfall belastet werden können.

Das Gefahrenpotenzial der toxischen Stoffe stellt einen besonderen Punkt der Diskussion dar. Im vorherigen Kapitel wurde die Fixierung eines genehmigungsfähigen Stoffrahmens besprochen und in diesem Zusammenhang ein Abschneidekriterium für toxische Stoffe Q_{tox} vorgestellt. In diesem Konzept sind die im Ranking oben stehenden, d. h. die im Verhältnis von Freisetzungspotenzial zu Toxizität kritischsten Stoffe bzw. Zubereitungen anhand von Ausbreitungsrechnungen eingehend zu betrachten.

Für die sich anschließende toxikologische Bewertung der Rechenergebnisse sind als Störfallbeurteilungswerte in erster Linie die AEGL2- bzw. ERPG2-Werte heranzuziehen. Nur wenn diese Werte für den betreffenden Stoff nicht vorliegen, können die TEEL2-Werte verwendet werden. Nach dieser Bewertung zeigt sich letztendlich, ob alle von dem fixierten Stoffrahmen erfassten Stoffe und Zubereitungen unter den jeweiligen örtlichen Randbedingungen ohne oder nur mit konkreten Einschränkungen (z. B. hinsichtlich Behältergröße oder Stellplatzvorgabe) gelagert werden dürfen oder ob bestimmte Substanzen von der Lagerung ganz auszuschließen sind.

3. Lagerverwaltung

3.1 EDV-System

Für die Lagerverwaltung wird in aller Regel ein EDV-System mit geeigneter Software implementiert. Hierbei muss eine hinreichende Absicherung des Systems gegen Datenverlust gegeben sein. Eine hohe Verfügbarkeit der Daten muss sichergestellt werden, indem eine Absicherung gegen Stromausfall erfolgt, ein tägliches Backup der Daten vorgenommen wird, ein umgehender Reparaturservice eingerichtet wird, u. dergl..

Zur Information der Einsatzkräfte im Leckage- oder Brandfall sind einige Grunddaten für jeden Lagerbereich in einem übersichtlichen einseitigen Einlagerungsplan darzustellen:

- Lagerkapazität
- Charakterisierung des Lagergutes anhand von VCI-Lagerklassen, Gefahrensymbolen, relevanten R-Sätzen
- Ggf. Einschränkungen hinsichtlich der Löschmittel

Darüberhinaus muss eine Lagerliste, die – strukturiert nach Lagerbereichen – alle momentan eingelagerten Stoffe bzw. Zubereitungen enthält, verfügbar sein. Wenn nicht sichergestellt ist, dass eine aktuelle Lagerliste jederzeit ausgedruckt werden kann, muss eine tagesaktuelle Version der Lagerliste in Papierform für die Einsatzkräfte an zugänglicher Stelle hinterlegt sein.

3.2 Zusammenlagerungsverbote

Bei der Lagerung von Gefahrstoffen mit unterschiedlichen Gefahrenmerkmalen sind die im technischen Regelwerk niedergelegten Zusammenlagerungsverbote einzuhalten. Diese in einer Reihe von Technischen Regeln und anderen Vorschriften enthaltenen Zusammenlagerungsverbote werden in einem VCI-Konzept /3/ zusammengefasst dargestellt. Hierzu sind die Gefahrstoffe in verschiedene Klassen eingeteilt. Um eine Zuordnung von Stoffen, die mehrere Gefahrenmerkmale aufweisen, zu ermöglichen, wurde gleichzeitig eine Hierarchie dieser Klassen eingeführt.

Aus einer Matrix wird ersichtlich, ob eine strikte Separatlagerung erforderlich ist oder eine Zusammenlagerung – ggf. unter bestimmten Randbedingungen – erlaubt ist. Separatlagerung meint hier die Lagerung in unterschiedlichen Lagerbereichen, d. h. Brandabschnitten. Weiter sind Empfehlungen zur Getrenntlagerung von Stoffen bzw. Zubereitungen, deren Zusammenlagerung zwar erlaubt ist, weil sie z. B. der gleichen Lagerklasse zuzuordnen sind, innerhalb eines Lagerbereiches zu beachten. Solche Empfehlungen können z. B. den Sicherheitsdatenblättern der entsprechenden Stoffe entnommen werden.

Die Stellplatzvergabe für Tankcontainer ist auf der Basis dieser Vorgaben für die Separat- und Getrenntlagerung noch relativ einfach. Schwieriger ist es unter Umständen bei Boxcontainern, deren Inhalt nach Transportrecht zusammengestellt wurde.

Hierbei kann der Fall eintreten, dass bei Anwendung der Zusammenlagerungsverbote ein Teil der Ladung eigentlich separat vom Rest der Ladung zu lagern wäre. Für solche Fälle ist eine individuell auf das Lager abgestellte Vorgehensweise für die Lagerplatzvergabe zu erarbeiten, die aber im wesentlichen die Brennbarkeit des Lagergutes als vorrangiges Kriterium berücksichtigt. Dies korreliert auch mit der Lagerklassenhierarchie des VCI-Konzeptes.

Inzwischen ist auf dem Markt entsprechende Software für die Lagerverwaltung verfügbar, in der das o. g. VCI-Konzept hinterlegt ist und in der weitere individuelle Einlagerungskriterien (siehe z. B. folgendes Kapitel) implementiert werden können.

3.3 Genehmigungskonformität

Wenn der Betrieb des Containerlagers an die Einhaltung eines bestimmten Stoffrahmens (siehe Kap. 2.1 dieses Leitfadens) geknüpft ist, muss vor der Einlagerung jedes Containers geprüft werden, ob dessen Lagerung genehmigungskonform ist, d. h. ob dessen Inhalt in den genehmigten Rahmen passt. Hierzu ist es sinnvoll, neben der Abfrage der VCI-Lagerklasse weitere Einlagerungskriterien als Abfragen in die Software zu integrieren und mit konkreten Lagerplatzzuweisungen zu verknüpfen.

So kann es z. B. notwendig sein, im Hinblick auf die Minimierung möglicher Lachengrößen im Freisetzungsfall nur sortenreine Containerstapel von Tank- oder Boxcontainern zuzulassen und dies durch eine entsprechende Lagerplatzvergabe zu erreichen. Weiter kann es erforderlich sein, für bestimmte Gefahrenpotenziale (z. B. Stoffe mit dem Gefahrenhinweis R29) nur eine eingeschränkte Lagerung auf vorgegebenen Lagerplätzen zuzulassen, bei denen z. B. ein ausreichender Sicherheitsabstand zur Wohnbebauung gegeben ist. Diese organisatorischen Maßnahmen sind dann als Nebenbestimmungen in der Genehmigung enthalten und bei der Lagerplatzzuweisung entsprechend umzusetzen.

3.4 Auslagerung

Bei der Auslagerung ist ein Aspekt zu beachten, der unter Umständen, z. B. bei zur Zersetzung neigenden Stoffen oder sich entmischenden Zubereitungen, sicherheitsrelevant sein kann. Wenn z. B. ein Stoff häufig in einer größeren Anzahl von Tankcontainern gelagert wird, ist darauf zu achten, dass immer der Tankcontainer mit der längsten Lagerzeit ausgelagert wird (First in – First out – Methode). Dieser Aspekt kann durch Aufnahme des Einlagerungsdatums in die Lagerliste berücksichtigt werden.

4. Gewässerschutz

Die Maßnahmen des Gewässerschutzes zielen darauf ab, dass Auffangvolumina für Leckagen und Rückhaltevolumina für kontaminierte Löschwässer in ausreichender Kapazität und Qualität zur Verfügung stehen.

4.1 Leckageauffangvolumina

Das Technische Regelwerk stellt Anforderungen hinsichtlich der erforderlichen Leckageauffangvolumina. Hiernach muss für Leckagen je nach Lagermenge ein Mindestauffangvolumen von 2 – 10 % der Lagermenge vorhanden sein, respektive der Inhalt des größten Behälters aufgefangen werden können. Als größter Behälter wird in aller Regel ein 20'-Tankcontainer gelagert werden, so dass das maximale Behältervolumen konservativ mit 26 m³ angesetzt werden kann.

Als wichtige Erkenntnisquelle für die Qualität von Dichtflächen – sowohl im Lager- als auch im Umschlagbereich – war bisher die TRwS 132 „Ausführung von Dichtflächen“ zu nennen /8/. Diese wurde im Oktober 2005 durch die TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“ abgelöst /9/.

In Tabelle 2 der TRwS 786 werden 10 verschiedene Bauausführungen aufgelistet. Je nach Beanspruchungsstufe sind gemäß Tabelle 3 der TRwS 786 nur bestimmte Bauausführungen für die Dichtflächen zulässig, wobei nach Ableitfläche, Auffangraum und Tiefpunkt unterschieden wird. Die Beanspruchungsstufen sind auf die Festlegungen in den Zulassungsgrundsätzen des DIBt für Abdichtungssysteme abgestimmt. In aller Regel ist davon auszugehen, dass in einem Gefahrgutcontainerlager auch Stoffe der WGK 3 unter Bedingungen, die einer mittleren Beanspruchung (d. h. Beanspruchungsdauer bis 72 h) entsprechen, freigesetzt werden können.

Eine Bauausführung der Lagerwannen für die Container in mindestens 20 cm dickem Ort beton, d. h. FD- bzw. FDE-Beton gemäß „Beton-Richtlinie“ des DAfStb /10/ entspricht dem derzeitigen Stand der Technik. Diese Bauweisen werden als Nrn. 6 und 7 in der Tabelle 2 der TRwS 786 aufgeführt. In dieser Tabelle wird auch auf die entsprechend geeigneten Fugenabdichtungssysteme verwiesen. Fugenbleche und -bänder werden im Vergleich zu Fugendichtsystemen als höherwertig eingestuft; insofern werden bei Einsatz letzterer und der Lagerung von Flüssigkeiten der WGK 3 permanente Leckageerkennungssysteme gefordert /11/.

Im Falle von Leckagen auf Fahrflächen (und ggf. Umschlagflächen, wenn diese nicht in die Auffangwannen der Lagerbereiche entwässern) ist deren Eindringen ins Kanalsystem nach Möglichkeit zu verhindern. Ein großer Anteil der in ISO-Containern transportierten flüssigen Gefahrstoffe sind als brennbar (Gefahrenhinweise R12, R11, R10), giftig (Gefahrenhinweise R23, R26) oder ätzend (Gefahrenhinweise R34, R35) eingestuft. Daher könnten Dämpfe solcher Stoffe in schädlichen Konzentrationen an weiter entfernten Orten aus einem Kanaleinlauf aufsteigen. Im Gefahrstoffcontainerlager sollten aus diesem Grunde mobile Kanalabdeckungen (z. B. magnetische Haftmatten) für solche Fälle bereitgehalten werden.

4.2 Löschwasserrückhaltung

In der „Löschwasserrückhalte-Richtlinie“ (LöRüRl) sind die Mindestanforderungen an die erforderlichen Rückhaltevolumina (für den vorliegenden Fall siehe Kap. 7) sowie an die Bauausführung (siehe Nr. 4.2.4) zum Auffangen der kontaminierten Löschwässer niedergelegt /12/. Die Anforderungen hinsichtlich der Bauausführung werden durch die in Kap. 4.1 dieses Leitfadens erwähnte Bauweise der Lagerwannen in FD- bzw. FDE-Beton abgedeckt.

Im Hinblick auf einen umfangreicheren Brand (Dennoch-Szenario) sollten über die Auffangvolumina der Lagerwannen hinaus weitere Rückhaltungsmöglichkeiten für kontaminierte Löschwässer von zumindest einigen hundert m³ auf den asphaltierten Fahrflächen bzw. im Kanalsystem des Terminals zur Verfügung stehen. In Chemie-parks, in denen hierfür Stapelbecken der werkseigenen Kläranlage genutzt werden können, dürfte dieser Aspekt keine Schwierigkeiten bereiten.

Aber auch in großen Umschlag-Terminals kann dies mit Hilfe des betrieblichen Regenwasser-Kanalsystems bewerkstelligt werden. Im Hinblick auf den Brandfall ist es sinnvoll, wenn eine Zeichnung, d.h. ein Löschwasserrückhalteplan, erstellt wird, der es den Einsatzkräften ermöglicht, einen besseren Überblick über das gesamte Kanalsystem und dessen Absperrmöglichkeiten zu erhalten.

Es ist sicherzustellen, dass kein Abfluss von wassergefährdenden, kontaminierten Löschwässern ins öffentliche Kanalsystem und letztendlich in ein Oberflächengewässer (Fluss, Kanal, Hafenbecken u. dergl.) erfolgt. Hierzu sollte der Hauptschieber, d. h. die zentrale Abriegelung des Anlagenkanalnetzes gegen den Vorfluter, über einen Handschalter, der sinnvollerweise im Betriebsgebäude des Gefahrstoffcontainerlagers in der Nähe der Brandmelderzentrale angeordnet ist, von den Einsatzkräften (Feuerwehr) fernbedient werden können.

4.3 Havarieplatz

Um leckgeschlagene Tankcontainer oder beschädigte Gebinde in Boxcontainern separieren zu können, ist ein Havarieplatz einzurichten, an dem der gesamte Inhalt eines Tankcontainers (max. 26 m³, siehe oben) aufgefangen werden kann. Handelt es sich um eine ortsfeste Betonwanne (in einer den Lagerwannen vergleichbaren Qualität), muss diese als eigenständiger Brandabschnitt ausgelegt werden, d. h. mittels Brandwand oder hinreichendem Sicherheitsabstand von den Lagerwannen getrennt sein.

In den meisten Fällen handelt es sich bei dem Havarieplatz jedoch um eine mobile Leckagewanne. Diese sollte das oben genannte Volumen aufweisen, aus Edelstahl bestehen und einen Sumpf mit Absaugrohr besitzen. Für den Transport mit den vor Ort befindlichen Hebe- bzw. Flurförderzeugen sind Eckbeschläge und Gabelstaplertaschen angebracht.

5. Erkennen und Eindämmen von Leckagen

5.1 Leckageerkennung

Zur Leckageerkennung werden unterschiedliche Konzepte umgesetzt, die auf organisatorischen oder technischen Maßnahmen oder einer Kombination aus beiden beruhen:

- a) In einigen Lagern erfolgt die Überwachung auf Leckagen ausschließlich durch Kontrollgänge sowohl innerhalb als auch außerhalb der Betriebszeiten. Je nach gelagertem Gefahrenpotenzial sind die Zeitabstände dieser Kontrollgänge (bis zu stündlich) zu bestimmen. Lassen sich Leckagen nicht schon eindeutig visuell oder olfaktorisch identifizieren, müssen z. B. vor Abpumpen einer Flüssigkeit aus dem Pumpensumpf einer Lagerwanne in den Regenwasserkanal Proben genommen und analysiert werden.
- b) Eine Kombination aus technischer und organisatorischer Maßnahme stellt die Installation von Füllstandssensoren in den Pumpensämpfen der Lagerwannen dar. Läuft der Füllstandsalarm in einer ständig besetzten Stelle auf, muss das unter a) beschriebene Prozedere ablaufen.
- c) Eine weitere Variante ist die Installation einer Online-Analytik in den Pumpensämpfen. Diese Online-Analytik fußt auf der Erfassung mehrerer Parameter (pH-Wert, TOC, Leitfähigkeit), damit nach Möglichkeit alle gelagerten Flüssigkeiten im Falle einer Leckage detektiert werden können.
- d) Bei der Lagerung von brennbaren, toxischen oder ätzenden Gasen sowie ggf. einigen gefährlichen Flüssigkeiten mit hohen Dampfdrücken wird die Installation einer Gaswarnanlage erforderlich. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Lagerung nicht nur in kleineren Gebinden in Frachtcontainern sondern auch in 20' ISO-Tankcontainern erfolgt.

Anhand der dargestellten Detektionsvarianten wird ersichtlich, dass mit Zunahme des Technikeinsatzes (a) – d)) die Anzahl der erforderlichen Kontrollgänge abnimmt. Welche der Varianten für das jeweilige Gefahrgutcontainerlager erforderlich wird, hängt zum einen von den örtlichen Gegebenheiten (Abstand zur Wohnbebauung u. dergl.) und zum anderen vom gelagerten Gefahrenpotenzial sowie der Art der Lagerung (Behältergröße, Überstapelung, etc.) ab.

5.2 Eindämmen von Leckagen und Emissionen

Wenn eine Leckage festgestellt wurde, ist es in den meisten Fällen erforderlich, schnell zu reagieren und dementsprechende Einsatzmittel hierfür vorzuhalten. Hierzu sind in jedem Fall für organische und anorganische Flüssigkeiten geeignete, nicht brennbare Bindemittel zu bevorraten, mit deren Hilfe ausgetretene Flüssigkeiten schnell abgestreut und weitere Emissionen eingedämmt werden können. Zur Aufnahme der kontaminierten Bindemittel kommen weitere Gerätschaften wie Besen, Schaufeln, Leerfässer, u. dergl. hinzu.

In einigen Fällen werden im Lager auch Abdeckplanen bereitgehalten, um hiermit von Seiten des Personals größere Lachen oder leckende Container abdecken und die Emissionen bis zum Eintreffen der Einsatzkräfte, d. h. der Feuerwehr, herabsetzen zu können.

Weiteres Material wie Bandagen, Stopfen, etc. dient der Abdichtung von Containern und Gebinden und sollte ebenfalls im erforderlichen Umfang vorgehalten werden. Die gesamten erwähnten Einsatzmittel werden idealer Weise zusammen sowie geschützt vor Witterung und mechanischer Beanspruchung in einer Notfallkiste bzw. einem Notfallcontainer aufbewahrt. Dieser sollte an einer geeigneten, jederzeit zugänglichen Stelle des Lagers platziert werden.

Insbesondere bei der Lagerung von Gasen – seien es brennbare oder toxische – sind noch weitergehende Maßnahmen zur schnellen Eindämmung der Emissionen infolge eines Lecks zu ergreifen. Unter Umständen sind vor Ort Hydroschilde, mit deren Hilfe Gaswolken niedergeschlagen bzw. in ihren Konzentrationen stark verringert werden können, bereitzustellen.

Um die Auswirkungen von Leckagen innerhalb der Lagerwannen einzudämmen, sollten bei deren Konzeption folgende Gestaltungsmerkmale berücksichtigt werden. Der Boden der Wannen sollte ein deutliches Gefälle hin zu einer Ablaufrinne bzw. einem Pumpensumpf aufweisen. Ablaufrinnen und Pumpensumpf sollten mit Lochblechen abgedeckt sein, um die Abdampfung von Flüssigkeiten zu verringern. Die Lagerwannen erhalten in aller Regel eine recht hohe Aufkantung und sind rund um die Containerstellplätze zwecks Kontrollgängen mit Gitterrosten abgedeckt; diese Gestaltungsmerkmale dienen ebenfalls der Eingrenzung von Emissionen.

6. Brand- und Explosionsschutz

6.1 Explosionsschutz

Wenn brennbare Gase oder Flüssigkeiten mit den Gefahrenhinweisen R12, R11 und R10 gelagert werden sollen, sind Maßnahmen des Explosionsschutzes zu ergreifen. Nach der Betriebssicherheits-Verordnung ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und ein Explosionsschutzdokument zu erstellen.

Bei der Lagerung brennbarer Flüssigkeiten mit den o. g. R-Sätzen ist in aller Regel das Innere der Lagerwannen als Zone 2 einzustufen, darüber hinaus der bodennahe Bereich eines die Lagerwannen umgebenden Streifens. Die Lagerung brennbarer Gase erfordert noch weiter gefasste Explosionsschutz-Zonen, die noch eher auf den Einzelfall abgestimmt festzulegen sind.

Entsprechend sind ortsfeste elektrische Betriebsmittel wie Brandmelder, Gaswarnsensoren, Leckagedetektoren, Tauchpumpen, etc. innerhalb dieser Zonen in explosionsgeschützter Ausführung zu installieren. Das Gleiche trifft auch auf die verwendeten mobilen Geräte wie Sprechfunkgeräte, Handys, Taschenlampen oder eine Kranfernbedienung bei Einsatz innerhalb der Lagerbereiche zu. Je nach den örtlichen Gegebenheiten kann auch ein explosionsgeschützter Spreader erforderlich werden.

Die eingesetzten Flurförderzeuge sind in aller Regel normaler Bauart. Bestimmte Ausstattungsmerkmale, wie z. B. nasslaufende Scheiben- oder Lamellenbremsen, bei denen die Reibungswärme über einen externen Ölkreislauf abgeführt wird, oder die in der Bauart begründete obenliegende Maschinenbühne bei Portalhubwagen tragen jedoch dazu bei, eine Zündung zu vermeiden.

6.2 Baulicher Brandschutz

Die grundlegende Maßnahme des vorbeugenden Brandschutzes ist die Einteilung des Gefahrgutcontainerlagers in mehrere Lagerwannen. Durch die Errichtung von Brandwänden nach DIN 4102-3 oder die Einhaltung von ausreichenden Sicherheitsabständen zwischen den Lagerwannen werden Brandabschnitte gebildet /13/. Die Brandwände sollten mindestens 1 m über das Lagergut hinausragen und müssen seitlich mindestens 0,5 m überstehen.

Werden Sicherheitsabstände als Maßnahme zur Brandabschnittsbildung gewählt, richten sich diese Abstände im Wesentlichen nach der maximalen Stapelhöhe der Container, aber auch nach der Art der verwendeten Flurförder- und Hebezeuge, mit deren Hilfe die Ein- und Auslagerung bewerkstelligt wird. Beim Einsatz von Teleskopstaplern werden z. B. in der Regel Fahrgassen benötigt, die schon aus diesem Grund einen Sicherheitsabstand von 15 m ergeben. Sicherheitsabstände sollten den Betrag der genehmigten maximalen Lagerguthöhe (Oberkante) nicht unterschreiten, mindestens aber 5 m betragen. Im Übrigen sollte anhand von Auswirkungsbetrachtungen zur möglichen Wärmestrahlung im Brandfall überprüft werden, ob der geplante Abstand

zwischen zwei Lagerwannen unter Berücksichtigung der Anrückzeit der Feuerwehr ausreichend bemessen ist.

Die vorgenannten baulichen Maßnahmen sind um die im Technischen Regelwerk enthaltenen Zusammenlagerungsverbote, mit deren Hilfe bestimmte stoffliche Gefahrenpotenziale während der Lagerung auseinanderdividiert werden sollen, zu ergänzen. Zusammengefasst werden diese Zusammenlagerungsverbote im „VCI-Lagerkonzept“ dargelegt /3/.

Abschließend seien als bauliche Maßnahme die Bewegungsflächen für die Feuerwehr genannt. Um einen möglichst frühzeitigen Löschangriff vortragen zu können, benötigen die Einsatzkräfte eine Feuerwehrumfahrt, die die allseitige Zugänglichkeit der Lagerwannen sicherstellt. Erleichterungen bei dieser Maßnahme sind allenfalls denkbar, wenn – wie bei bestimmten Werkfeuerwehren – besonderes Equipment (z. B. Gelenklöscharm) vorhanden ist. Hinsichtlich der sachgerechten Ausführung der Bewegungsflächen für die Feuerwehr ist auf die DIN 14 090 zu verweisen /14/.

6.3 Brandfrüherkennung

In den Lagerbereichen, in denen brennbare Gase und/oder Flüssigkeiten gelagert werden, kann sich eine Freisetzung mit anschließender Zündung der entstandenen Gas-Luft-Gemische schnell zu einem kaum beherrschbaren Brand auswachsen, da nicht nur der leckgeschlagene, sondern auch die benachbarten Gefahrstoff-Container be- bzw. unterfeuert werden.

Deshalb ist in diesen Lagerbereichen eine Brandfrüherkennung durch Installation einer automatischen Brandmeldeanlage unerlässlich. Als eingesetzte Brandmeldertypen haben sich in den letzten Jahren Flammenmelder und linienförmige Wärmemaximalmelder (Thermosensorkabel) herauskristallisiert. Diese Meldertypen werden entweder einzeln oder in Kombination eingesetzt. Letztere Variante bietet ggf. die Möglichkeit, durch eine Zweimelder-Abhängigkeit das Auftreten von Fehlalarmen weiter zu reduzieren.

Die Flammenmelder werden überwiegend in den Lagerwannen installiert. Ergänzend werden an einigen Standorten, an denen sich die Möglichkeit ergibt, Flammenmelder auch an erhöhten Positionen installiert, z.B. Kranbahnstützen, benachbarte Gebäude oder Rohrbrücken in Chemieparks, vorhandene Lichtmasten, etc..

Für den Einsatz in Freilagern sind witterungsbeständige Flammenmelder auf dem Markt verfügbar. Durch die Entwicklung der Brandmeldetechnik in den letzten 10 – 15 Jahren, d. h. intelligente Auswerteelektronik u. dergl., können betriebssichere Systeme mit geringer Fehlalarmquote aufgebaut werden. Es können z. B. der Sehkegel des Sensors eingeschränkt und hinsichtlich der zu detektierenden Wellenlängen eine Justierung auf einen eng gefassten Gutbereich erfolgen, so dass Fehlalarme durch direktes oder reflektiertes Sonnenlicht sowie künstliches Licht vermieden werden können. Allerdings sind Schweißarbeiten, konzentrierte Gammastrahlung oder hohe elektrostatische Kräfte im Bereich der Flammenmelder zu vermeiden.

Die Thermosensorkabel werden idealerweise mäanderförmig in den Lagerwannen verlegt. Hierbei muss die Installationshöhe über dem Wannenboden oberhalb des pessimistisch anzunehmenden Flüssigkeitsspiegels einer Lache liegen. Ansonsten würde die ausgelaufene Flüssigkeit quasi eine Isolationsschicht um das Sensorkabel bilden und somit ein Ansprechen bei einem Brand verhindern oder zumindest um eine inakzeptable Zeitdauer verzögern. Der anzusetzende Flüssigkeitsspiegel ergibt sich aus dem maximal anzusetzenden Inhalt eines 20'-Tankcontainers (d.h. ca. 26 m³) als dem größten anzunehmenden Einzelvolumen bzw. dem nach Technischem Regelwerk anzusetzenden Leckagevolumen plus dem Volumen des anzunehmenden ortsüblichen Bemessungsregens.

6.4 Brandbekämpfung

Für die Brandbekämpfung in Gefahrgutcontainerlagern sollte eine schlagkräftige Feuerwehr zur Verfügung stehen. In Chemiewerken bzw. Chemieparcs stehen häufig anerkannte Werkfeuerwehren zur Verfügung, die wegen ihrer umfangreichen technischen Ausrüstung (z. B. Gelenklöscharm), der kurzen Anrückzeit und guter Kenntnisse der gelagerten Gefahrstoffe eine sehr schnelle Löschung des Brandes vorzunehmen in der Lage sind.

Außerhalb von Chemiewerken bzw. -parcs sollte die Ansiedlung von Gefahrgutcontainerlagern in jedem Fall im Wirkungsbereich einer Berufsfeuerwehr liegen, wobei die Anrückzeit von der nächstgelegenen Feuerwache 5 min nicht überschreiten sollte.

Wenn sich durch die Abmessungen der Lagerwannen sowie die Überstapelung der Container größere Lagerbereiche ergeben, wird die Installation einer halbstationären Löschanlage (Leerrohrsystem) zur Beschäumung der Lagerwannen mit Schwertschaum als „Löschhilfe“ erforderlich. Die Einspeisestellen sind durch eine feuerbeständige Brandschutzwand (F90-Qualität) so zu sichern, dass sie jederzeit zugänglich bleiben; alternativ sind die Einspeisestellen redundant an unterschiedlichen Stellen des Leerrohrsystems anzuordnen.

Die in Freilagern einsetzbaren Löschmittel sind Wasser und Schwertschaum. Die Ansiedlung von Gefahrgut-Containerlagern in Industriegebieten bzw. Sondergebieten „Hafen“ ist obligatorisch, da nur hier eine Mindest-Löschwasserversorgung von 3.200 l/min gegeben ist; besser wären ca. 5.000 l/min. In Chemieparcs kann aufgrund der Anzahl von Überflurhydranten, die über große Ringleitungen gespeist werden, in der Regel auch die doppelte Menge bereitgestellt werden.

In Hafenterminals kann das Löschwasser mittels Pumpen den nahe gelegenen Hafenbecken, Flüssen oder Kanälen entnommen werden. Bei dieser Variante sind folgende Punkte zu beachten:

1. Die Installation der Tauchpumpen bzw. Ansaugleitungen muss so erfolgen, dass eine mechanische Beschädigung ausgeschlossen ist. Dies kann z. B. durch Installa-

tion hinter einem Anfahrerschutz in einer Nische der Spundwand sichergestellt werden.

2. Für die Installation ist Frostsicherheit zu gewährleisten, d. h. Tauchpumpen bzw. Ansaugleitungen sind mit Begleitheizungen auszustatten.
3. Die Pumpen und die o. g. Begleitheizungen sind an die Notstromversorgung anzuschließen (→ Notstromdiesel). Anstelle der Elektromotoren können zum Antrieb der Löschwasserpumpen auch autarke Dieselmotoren eingesetzt werden.

Bei der Lagerung von Druckgasen in Tankcontainern ist vor Ort eine ausreichende Anzahl von Hydroschilden vorzuhalten. Mit deren Hilfe können die Einsatzkräfte im Freisetzungsfall zündfähige, toxische oder ätzende Gaswolken niederschlagen und erforderlichenfalls benachbarte Schutzobjekte abschirmen.

7. Ein- und Auslagerung

Die Ein- und Auslagerung der Container erfolgt mittels Portalkran oder geeigneten Flurförderzeugen wie Portalhubwagen (Straddle Carrier) oder Teleskop-/Frontstapler (Reach Stacker). Für den Umschlag von Containern werden Spreader als Lastaufnahmemittel eingesetzt.

Grundsätzlich müssen für diese Flurförder- und Hebezeuge die einschlägigen Normen und Richtlinien beachtet werden und die Abnahme- und wiederkehrenden Prüfungen durch entsprechende Sachverständige durchgeführt werden. Nach der Betriebssicherheits-Verordnung ist für Kräne und Stapler eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Im Wesentlichen resultieren die nachfolgend dargestellten Ausstattungsmerkmale von Kränen, Portalhubwagen, Teleskopstaplern u. dergl. schon aus dieser Anforderung.

Da die gefahrenträchtigsten Momente beim Betrieb eines Lagers während der Ein- und Auslagerungstätigkeiten vorliegen, ist die Auslegung, Konzeption und Ausstattung dieser Flurförder- und Hebezeuge aber auch im Hinblick auf die sicherheitstechnische Beurteilung von Interesse. Bei der Darstellung der Gefahrenanalyse in einem Sicherheitsbericht, in der mögliche Lastabstürze, Kollisionen zwischen transportierten und gelagerten Containern, etc. diskutiert werden müssen, sind jedoch in den meisten Fällen diesbezüglich erhebliche Defizite zu verzeichnen.

7.1 Lastaufnahmemittel

Im Gefahrgutbereich ist der Spreader das Lastaufnahmemittel der Wahl; die oben genannten Hebe- und Flurförderzeuge sind alle mit solchen ausgerüstet. In der Regel werden Teleskopspreader, mit denen dann 20', 30'- oder auch 40'-Container gehandhabt werden können, eingesetzt. In Einzelfällen werden leichtere und robustere Festspreader verwendet, wenn ausschließlich die im Gefahrgutbereich überwiegend eingesetzten 20'-Container gelagert werden sollen.

Die Spreader sind mit Drehzapfen (Twistlocks) und Führungselementen (Flipper) ausgestattet. Letztere erleichtern das passgenaue Aufsetzen des Spreaders auf dem Container, so dass die Twistlocks direkt passend in die Eckbeschläge des Containers eingeführt werden können.

Die Position aller vier Drehzapfen wird mit Hilfe von Endschaltern, die durch neben den Drehzapfen sitzenden Tastbolzen ausgelöst werden, überwacht. Die Tastbolzen werden wiederum nur gedrückt, wenn die mechanische Verriegelung in dem jeweiligen Container Eckbeschlag gegeben ist. Da die Schließerkontakte der Endschalter in Reihe geschaltet sind, erfolgt die Freigabeschaltung zum Anheben der Last (= Container) erst, wenn alle vier Endschalter betätigt wurden.

Für den eventuellen Transport eines an einem Eckbeschlag beschädigten Containers ist es hilfreich, wenn der Spreader neben den Twistlocks Notgeschirrhaken besitzt.

7.2 Kräne

Im Rahmen der sicherheitstechnischen Beurteilung von Portal- oder Brückenkränen sind Hubwerk, Antriebssteuerung und Kransteuerung hinsichtlich eines möglichen Lastabsturzes einer eingehenderen Betrachtung zu unterziehen.

Die für das Hubwerk auszuwählende Steuerung muss mindestens der Steuerungskategorie 3 gemäß DIN EN 954 zuzuordnen sein /15/. Die Hubwerke müssen mittels Soll/Ist-Wert-Vergleich über Drehzahlwächter überwacht werden. Die Höhenposition des Spreaders muss ebenfalls überwacht werden, damit bei der Ein- und Auslagerung der angehängte Container nicht mit einem gelagerten Container kollidieren kann. Die Endstellungen bei Anheben bzw. Absenken der Last sind deshalb zu überwachen, und zwar durch Vor- und Endschalter.

Weiterhin muss das Hubwerk zur Verhinderung eines Lastabsturzes mit zusätzlichen, direkt auf die Seiltrommeln wirkenden Sicherheitsbremsen ausgestattet sein. Die vier Hubseile sind so auszulegen, dass bei Bruch eines der Seile die Last von den drei intakten Seilen aufgenommen werden kann.

Weitere sicherheitsrelevante Ausstattungsmerkmale, durch die u. a. eine Kollision zwischen dem transportierten, d. h. am Spreader hängenden Container und den gelagerten Containern verhindert werden soll, betreffen die Kransteuerung und Antriebsregelung. So wird z. B. mit Hilfe eines Lastpendeldämpfungssystems die Last durch Gegensteuern der Antriebe beruhigt. Dies geschieht automatisch ohne Einflussnahme des Kranführers, so dass dieser auch bei einer Fehlbedienung kein Pendeln des angehängten Containers erzeugen kann.

Ein weiteres Detail betrifft den Verfahrbereich des Krans innerhalb der Lagerabschnitte. Zum Erreichen der Sollabsetzposition kann der angehängte Container nicht gleichzeitig in Längs- und in Querrichtung bewegt werden. Erst wenn die richtige

Position in Kranfahrtrichtung erreicht wurde, wird die Laufkatze freigegeben und der Container kann nach rechts oder links auf die festgelegte Absetzposition gefahren werden. Sowohl für die Kranfahrt als auch für die Katzfahrt sind diverse Vor- und Endschalter zu installieren, damit Absetzpositionen und Endanschläge in Langsamfahrt angefahren werden. Im Übrigen trägt eine stufenlose Frequenzregelung der Kranantriebe dazu bei, die Container möglichst sicher ein- und auszulagern.

Zusätzlich ist es sinnvoll, durch die Abtastung der Kranfahrbahn eine Fahrbereichsicherung zu betreiben, so dass bei Erfassung eines Hindernisses die Kranfahrt sofort automatisch abgeschaltet wird.

7.3 Flurförderzeuge

In einem Portalhubwagen (Straddle Carrier) übernimmt eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) u. a. alle sicherheitsrelevanten Aufgaben und muss daher mindestens den Anforderungen der Sicherheitskategorie 3 gemäß DIN EN 954 genügen /15/. Diese SPS steuert das Lastmeßsystem des Hubwerkes, die Stabilitätsüberwachung des Carriers während der Fahrt und überwacht alle sicherheitsrelevanten Betriebszustände, die durch Endschalter, Verriegelungssysteme, etc. angezeigt werden.

Zur Stabilitätsüberwachung sind in der SPS Grenzkurven für eine Reihe von Einflußfaktoren hinterlegt. Sobald Grenzwerte überschritten werden, wird die Geschwindigkeit des Carriers automatisch gedrosselt und dies dem Fahrer optisch und akustisch angezeigt. Die gemessenen Faktoren sind u. a.:

- Gewicht und Hubhöhe der angehängten Last (Container)
- Kurvenradius, Fahrgeschwindigkeit und Neigung des Carriers
- die Windgeschwindigkeit

Der Teleskopspreader hängt mittels kurzer Lastketten an den Jochbalken, die wiederum an den Portalstützen in Gleitführungen vertikal geführt werden. Hierdurch wird ein Pendeln des Containers weitestgehend vermieden. Die Überlastsicherung des Hubsystems wird durch die Begrenzung der Stromaufnahme des Hubmotors realisiert. Die Lamellenbremsen des Hubmotors werden als Haltebremsen eingesetzt und fallen auch bei Not-Aus unverzüglich ein.

Weiter führen die stufenlose Frequenzregelung sowohl von Fahr- als auch von Hubantrieb sowie progressiv reagierende Bremsen zu sanften, kontrollierten Beschleunigungen bzw. Bremsungen.



(Quelle: M. Schütz)

Abb. 7.3.1: Containerhandling mittels Portalhubwagen

Teleskopstapler (Reach Stacker) sind ähnlich ausgestattet mit Verriegelungen, Endschaltern und Überlastsicherung. Während jedoch bei den Portalhubwagen wegen deren Bauart eine Stabilitätsüberwachung erforderlich wird, handelt es sich bei den Reach Stackern neben der Überlastsicherung um eine Kippsicherung, die davor optisch und akustisch warnt, den Teleskoparm bei gewählter Last zu weit auszufahren. Anhand eines Arbeitsraumdiagramms wird deutlich, dass in aller Regel eine Ein- bzw. Auslagerung mittels Teleskopstapler maximal in der zweiten Containerreihe erfolgen kann, wobei die zulässige Maximallast dann im Vergleich zur ersten Containerreihe schon erheblich absinkt /16/.



(Quelle: M. Schütz)

Abb. 7.3.2: Reach Stacker mit Teleskopspreader

7.4 Einsatzbereitschaft und Betriebseinstellung

Da es im Ereignisfall, d. h. bei Bränden oder größeren Leckagen, von besonderer Bedeutung ist, benachbarte Gefahrgut-Container möglichst schnell aus dem Gefahrenbereich entfernen zu können, ist darauf zu achten, dass die im Containerlager vorhandenen Flurförder- und Hebezeuge außerhalb der Betriebszeiten auf einer sicheren, ungefährdeten Parkposition bereitgehalten werden.

Durch eine Rufbereitschaft für das Fahrpersonal ist sicherzustellen, dass diese Transportmittel immer kurzfristig in Betrieb genommen werden können, um so die Einsatzkräfte der Feuerwehr zu unterstützen. Die kurzfristige Inbetriebnahme auf der Basis einer Rufbereitschaft muss auch für den Fall, dass vor einem nahenden Sturm bzw. Orkan die Höhe der Containerstapel zu verringern ist, sichergestellt werden (siehe Kap. 8.2).

Andererseits ist in Fällen extremer Witterung (Sturm/Orkan (ab 8 Bft), dichter Nebel, nicht beherrschbare Eisglätte) der Betrieb der dargestellten Flurförder- und Hebezeuge einzustellen. Entsprechende Regelungen sind in Betriebsanweisungen niederzulegen.

8. Naturbedingte Gefahren

8.1 Hochwasser

Die Mehrzahl der Gefahrgut-Containerlager liegt in unmittelbarer Nähe von Gewässern. Für Nordrhein-Westfalen stellt z. B. der Rhein eine wichtige Verkehrsader dar, die die hier angesiedelte Industrie (u.a. Chemieparks, Raffinerien, usw.) mit den niederländischen Seehäfen verbindet. So muss für solche Betriebsbereiche die Gefahrenquelle „Hochwasser“ eingehender betrachtet werden. Zur Beantwortung der Frage, ob diese Gefahrenquelle für den jeweiligen Standort relevant ist, kann das zuständige Staatliche Umweltamt Auskunft geben, welches Bemessungshochwasser und welcher bisher maximale Pegelstand hierfür zu berücksichtigen sind.

Im Bereich des Rheins und seiner Nebenflüsse werden Hochwassergefahren durch die Hochwasserzentralen beobachtet und je nach Verlauf wird möglichst frühzeitig eine Hochwasserwarnung herausgegeben. Durch diese Vorwarnzeit (> 24 h) ist für den Betreiber eine rechtzeitige Einleitung der erforderlichen organisatorischen Maßnahmen möglich.

Natürlich ist in einem Containerterminal mit den hier in einem integrierten Gefahrstofflager gelagerten Transporteinheiten die Gefährdung durch Hochwasser längst nicht so brisant wie in einem Chemiapark mit seinen ortsfesten Produktionsanlagen. Es sollte aber im Alarm- und Gefahrenabwehrplan in einem Ablaufplan dargelegt werden, wie der Abtransport aller gelagerten Gefahrgut-Container innerhalb des oben genannten Zeitraums bewerkstelligt werden kann, wenn eine Überflutung des Betriebsgeländes prognostiziert wird. Bei einem Chemiapark ist dagegen der gesamte Standort entsprechend zu sichern.

8.2 Windlast und Erdbeben

Bei der Überstapelung von Gefahrgut-Containern während der Lagerung ist weiter die Betrachtung der umgebungsbedingten Gefahrenquellen „Erdbeben“ und „Windlast“ erforderlich.

Teile Nordrhein-Westfalens zählen zu den am stärksten durch Erdbeben gefährdeten Gebieten Deutschlands. Ähnliche Belastungen eines höheren Containerstapels können durch eine Windlast in Sturm- oder sogar Orkanwindstärke entstehen. Ein in letzter Zeit auch in Deutschland häufiger beobachtetes Phänomen sind Windhosen (Tornados). Im Juli 2004 verursachte eine solche Windhose hohe Schäden am Niederrhein sowie im westlichen Ruhrgebiet. Im Duisburger Hafen beförderte diese Windhose zwei leere Frachtcontainer vom Verladekai in das daneben liegende Hafenbecken.

Insofern sind technische und organisatorische Maßnahmen zur Gleit- und Kippsicherheit von Containerstapeln zu ergreifen:

- Alle gelagerten Container sollten Mindeststeifigkeiten und Mindestfestigkeiten aufweisen, die den Anforderungen der ISO-Norm 1496 und des Internationalen Übereinkommens über sichere Container (CSC) genügen.
- In aller Regel sollten die Container nicht mehr als 3-lagig gestapelt werden. Dort, wo höhere Containerstapel gelagert werden sollen, müssen weitere organisatorische Maßnahmen, z. B. Verringerung der Stapelhöhe vor einem herannahenden Sturm/Orkan (ab 8 Bft), getroffen werden.
- Die unterste Lage der Container wird über Twistlock-Beschläge kraftschlüssig mit dem Betonauflegerbalken verbunden und während der Lagerung verriegelt.
- Höhere Stapellagen von Containern werden mittels Einsteckdornen gegen Gleiten abgesichert. Diese Einsteckdorne werden vor dem Einlagern mindestens an zwei diagonal gegenüberliegenden Eckbeschlägen des Containers befestigt.
- Im Hinblick auf die Lagerung ungereinigter Leercontainer im Gefahrgut-Containerlager sind aus statischen Erwägungen nur bestimmte Stapelvarianten erlaubt. Oben auf einem Stapel darf nicht mehr als ein Leercontainer abgestellt werden. Das Stapeln von vollen Containern auf Leercontainern ist nicht zulässig.

9. Arbeitsschutz

Unter dem Gesichtspunkt des Arbeitsschutzes sind obligatorisch folgende Maßnahmen zu nennen:

- Sicherheitsunterweisungen und –belehrungen sowie Notfallübungen
- Persönliche Schutzausrüstung (PSA)
- Anlagenbezogene Einrichtungen des Arbeitsschutzes

Sicherheitsunterweisungen bzw. –belehrungen sollten in Zeitabständen von max. einem Jahr stattfinden, Notfallübungen mindestens einmal im Jahr abgehalten werden. Übersehen wird häufig, dass Fremdpersonal in geeignetem Maße in Sicherheitsbelehrungen einzubeziehen ist. Ferner sollten vor der Lagerung neuer Stoffe/Zubereitungen mit besonderen Gefahrenpotenzialen (Beispiel: Flusssäure/Fluorwasserstoff) darauf ausgerichtete Unterweisungen stattfinden.

Neben der üblichen persönlichen Schutzausrüstung – wie Schutzhelm, Sicherheitsschuhe, etc. – ist ebenso Ausrüstung zur Behebung und Eindämmung von Leckagen (säurefeste Handschuhe, Gummischürze, Schutzbrille u. dergl.) vorzuhalten und regelmäßig auf Verwendbarkeit zu prüfen. Insbesondere sollten für Personal, das Kontrollgänge – vor allem im Hinblick auf die Leckageerkennung – durchführt, Atemschutzmasken (in aller Regel mit ABEK-Filter) zur Verfügung stehen und von Kontrollgängern am Mann sowie Flurförderzeugfahrern auf den Fahrzeugen mitgeführt werden. Werden Kontrollgänge von einzelnen Personen durchgeführt, sollten darüber hinaus Einzelarbeitsplatz-Überwachungsgeräte mitgeführt werden, insbesondere dann wenn die Kontrollgänge über die Gitterroste direkt oberhalb der Auffangwannen durch „Schluchten“ zwischen mehrfach übereinander gestapelten Containern führen. Bei solchen Geometrien und Windstille oder sehr geringen Windgeschwindigkeiten muss bei Freisetzungen in der Nähe der Quelle mit gefährlichen Konzentrationen gerechnet werden.

Unter den o. g. anlagenbezogenen Einrichtungen sind Notduschen, Augenspülflaschen, Erste Hilfe-Kästen, Branddecken u. dergl. zu verstehen. Diese Einrichtungen bzw. Ausrüstungsgegenstände sind an geeigneter Stelle witterungsgeschützt unterzubringen. Notduschen im Außenbereich bedürfen einer frostsicheren Konzeption. Sowohl die persönliche als auch die anlagenbezogene Schutzausrüstung ist regelmäßig und vor Einlagerung besonderer Gefahrenpotenziale auf ihre Eignung zu prüfen. Bei Kontakt mit der oben beispielhaft genannten Flusssäure bzw. Fluorwasserstoff wären z.B. geeignete Antidots sowie eine Notdusche mit hoher Wasserleistung (Schwalldusche), die über kurze Laufwege sehr schnell erreichbar sein muss, erforderlich:

„Beim Weg unter die Schwalldusche (Wasseraustritt mehr als 100 l/min) kommt es nicht auf Minuten, sondern auf Sekunden an!“ /17/

10. Literatur

- /1/ DIN ISO 668
ISO-Container der Reihe 1
- Klassifikation, Maße, Gesamtgewichte -
Ausgabe 1999-10
- /2/ Harder, L.: „Tank-News“
Gefährliche Ladung 09/2004, S. 5
- /3/ Konzept für die Zusammenlagerung von Chemikalien
Verband der Chemischen Industrie (VCI), Juli 1998
- /4/ Krautwurst, M.: „ADR 2003 – Gefahrgut Strasse“
3. Auflage (Stand: 20. Juni 2003)
Verkehrs-Verlag J. Fischer, Düsseldorf
- /5/ VDI-Richtlinie 3783
- Blatt 1 Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen - Sicherheitsanalyse
- Blatt 2 Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen schwerer Gase –
Sicherheitsanalyse
VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1
- /6/ Deuster, B.: „Die neue Störfall-Verordnung“
WEKA Praxis Handbuch
- /7/ Strauch, W.: „Sicherung der Ware im Container“
- Kap. 2.3 „Versandbeanspruchungen“
im „Containerhandbuch“ (→ www.containerhandbuch.de)
des GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin
- /8/ Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS)
„Ausführung von Dichtflächen“
Regeln zur Wasserwirtschaft 132/1997
Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVMK), Bonn
- /9/ Arbeitsblatt DWA-A 786
Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS)
„Ausführung von Dichtflächen“
DWA-Regelwerk, Oktober 2005
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA),
53773 Hennef
- /10/ „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“
DAfStb-Richtlinie, Sept. 1996
Deutscher Ausschuß für Stahlbeton (DAfStb) im DIN, Berlin

- /11/ Mündelein, M.; Grabowski, I.:
„Ausführung von Dichtflächen“
TÜ Technische Überwachung Bd. 45 (2004), Nr. 7/8, S. 23 – 27
- /12/ Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen
beim Lagern wassergefährdender Stoffe (LöRüRI)
RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen v. 14.10.1992 - II A 5 – 190.6
(Stand: 10.07.2002)
- /13/ DIN 4102-3
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- Brandwände und Nichttragende Außenwände
- Begriffe, Anforderungen und Prüfungen -
Ausgabe 1977-09
- /14/ DIN 14 090
Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken
Ausgabe 2003-05
- /15/ DIN EN 954-1
Sicherheit von Maschinen
- Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen
- Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze -
Ausgabe 1997-03
- /16/ „Teleskop- und Frontstapler für das Container-Handling“
f+h fördern und heben 36 (1986) Nr. 9, S. 676
- /17/ „Neufassung Merkblatt Flusssäure“
Sichere Chemiarbeit / Juni 2000, S. 66