

**Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)**

**Draft Reference Document on**

**best available techniques**

**Emissions from storage of dangerous substances<sup>\*)</sup>**

**Emissionen aus der Lagerung gefährlicher Stoffe**

**Entwurf E8 Oktober 1999**

**- Deutsche Fassung -**

**erstellt durch R+D Industrie Consult, Uslar**

**im Auftrag des**

**Umweltbundesamtes Berlin**

<sup>\*)</sup> Emissions from storage of bulk materials drawn up as separate document

## Vorwort

Der Rat der Europäischen Union hat im September 1996 die Richtlinie 96/61/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung erlassen (IVU oder IPPC, Integrated Pollution, Prevention and Control).

Die Richtlinie bezweckt die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung infolge industrieller Tätigkeiten, die in Anhang I der Richtlinie genannt sind.

Lageranlagen sind nicht im Anhang I aufgeführt, gleichwohl sind sie als Anlagenteile oder Nebenanlagen mehr oder weniger aller dort aufgeführten Anlagen wichtig.

Inhaltlicher Schwerpunkt der Richtlinie sind **Beste verfügbare Techniken, Best available Techniques (BAT)**, die in Artikel 2.11 der IVU Richtlinie wie folgt definiert sind:

- „beste verfügbare Techniken“ bezeichnet den effizientesten und fortschrittlichsten Entwicklungsstand der Tätigkeiten und entsprechenden Betriebsmethoden, der spezielle Techniken als praktisch geeignet erscheinen läßt, grundsätzlich als Grundlage für die Emissionsgrenzwerte zu dienen, um Emissionen in und Auswirkungen auf die Umwelt allgemein zu vermeiden oder, wenn dies nicht möglich ist, zu vermindern.
- „Techniken“ bedeutet sowohl die angewandte Technologie als auch die Art und Weise, wie die Anlage geplant, gebaut, gewartet, betrieben und stillgelegt wird,
- „verfügbar“ sind die Techniken, die in einem Maßstab entwickelt sind, der unter Berücksichtigung des Kosten/Nutzen Verhältnisses die Anwendung unter in dem betreffenden industriellen Sektor wirtschaftlich und technisch vertretbaren Verhältnissen ermöglicht, gleich, ob diese Techniken innerhalb der betreffenden Mitgliedstaaten verwendet oder hergestellt werden, sofern sie zu vertretbaren Bedingungen für den Betreiber zugänglich sind.
- „beste“ sind die Techniken, die am wirksamsten zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt sind.

Für den Umgang mit gefährlichen Stoffen wie beispielsweise für die Lagerung gefährlicher Stoffe bestehen in Europa seit langer Zeit gesetzliche Regelungen. So gab es schon im Jahr 1883 in Preußen eine Polizeiverordnung über den Verkehr mit Mineralölen, die 1902 und 1925 erneuert und im Jahr 1910 auf brennbare Flüssigkeiten erweitert wurde /L35/. Auch z.B. in Frankreich wurden bereits im 19. Jahrhundert Vorschriften zum Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten eingeführt.

Seit dem Erlass dieser ersten Vorschriften hat die Technik bedeutende Fortschritte gemacht. Die Zahl der großen und kleinen Läger für gefährliche Stoffe/Produkte ist enorm gestiegen. Zahlreiche neue Verfahren sind eingeführt worden, die eine fortwährende Änderung der gesetzlichen Regelungen erforderlich machten. Nicht zuletzt haben Unfälle, die bei der Lagerung gefährlicher Stoffe auftraten und Boden- und Gewässerverunreinigungen verursachten, zu dieser Entwicklung beigetragen.

Heute sind die Techniken zur Lagerung gefährlicher Stoffe so weit fortgeschritten, daß wesentliche neue Entwicklungen auf diesem Gebiet kaum noch zu erwarten sind. Die BAT Note konzentriert sich daher auf bestehende Lagersysteme, die dem Stand der Technik entsprechend in den Mitgliedstaaten der europäischen Gemeinschaft installiert sind und sich im Hinblick auf die Reduzierung von Emissionen im Betrieb bewährt haben.

# Inhalt

<b>VORWORT</b> .....	<b>2</b>
<b>INHALT</b> .....	<b>3</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>5</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>5</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>6</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>8</b>
<b>1. ALLGEMEINE INFORMATIONEN</b> .....	<b>9</b>
1.1 ALLGEMEINES UND DEFINITIONEN .....	9
1.1.1 Allgemeines .....	9
1.1.2 Begriffe Anlage und Lagerung .....	9
1.1.3 Begriff Emissionen .....	9
1.1.4 Begriff Gefährliche Stoffe .....	9
1.1.5 Umweltverschmutzungspotential .....	11
1.1.6 Einschlägige Regelungen .....	11
1.1.6.1 Europäische Regelwerke .....	11
1.1.6.2 Nationale Regelwerke der Mitgliedstaaten .....	12
1.2 ALLGEMEINE INFORMATIONEN ZUR BEDEUTUNG DER LAGERUNG .....	12
1.3 ANLAGENSTANDORT UND ÖRTLICHE UMWELTBEDINGUNGEN .....	12
1.4 UMWELTRELEVANZ DER LAGERUNG .....	13
1.5 ENERGIE UND HILFSSTOFFE .....	13
<b>2 LAGERANLAGEN</b> .....	<b>14</b>
2.1 GRUNDTypen .....	14
2.2 LAGERMENGEN BEZOGEN AUF KATEGORIEN INDUSTRIELLER AKTIVITÄTEN .....	15
<b>3 EMISSIONSSITUATION BEI LAGERANLAGEN</b> .....	<b>16</b>
3.1 UMWELTASPEKTE BEIM BESTIMMUNGSGEMÄßEN BETRIEB UND SCHUTZMAßNAHMEN .....	16
3.1.1 Emissionen in die Atmosphäre .....	16
3.1.2 Emissionen in Gewässer .....	16
3.1.3 Schallemissionen .....	17
3.1.4 Emissionen in Form von Abfällen .....	17
3.2 UMWELTASPEKTE BEIM GESTÖRTEN BETRIEB UND SCHUTZMAßNAHMEN .....	17
3.2.1 Emissionen von gefährlichen Stoffen in die Atmosphäre .....	18
3.2.2 Freisetzung von gefährlichen Stoffen in Gewässer und/oder Boden .....	19
3.2.3 Freisetzung von Brandgasen und kontaminiertem Löschwasser .....	19
3.2.4 Organisatorische Maßnahmen .....	20
3.3 SCHWERPUNKTE MÖGLICHER EMISSIONEN .....	20
3.4 ANTAGONISTISCHE BZW. SYNERGISTISCHE EFFEKTE VON UMWELTSCHUTZ- MAßNAHMEN .....	20
<b>4 TECHNIKEN, DIE BEI DER FESTLEGUNG VON BESTEN VERFÜGBAREN SYSTEMEN IN BETRACHT GEZOGEN WERDEN.</b> .....	<b>21</b>
4.1 IN BETRACHT ZU ZIEHENDE SYSTEME .....	21
Grundtyp 1: Tanklager für flüssige Stoffe .....	23
Grundtyp 2: Tanklager für gasförmige Stoffe .....	24
Grundtyp 3: Lageranlage für staubförmige Stoffe, Silo .....	25
Grundtyp 4: Bunker .....	25
Grundtyp G: Gebindelager .....	26
4.2 UMWELTSCHUTZLEISTUNG VON ANLAGEN GEMÄß BAT .....	26

4.3	WIRTSCHAFTLICHE LEISTUNG VON BAT-ANLAGEN .....	27
<b>5</b>	<b>OPTIMALE VERFÜGBARE SYSTEME .....</b>	<b>28</b>
5.1	GRUNDSÄTZE.....	28
5.2	TANKLAGER FÜR FLÜSSIGKEITEN, TYP 1 (ABB. 5.1 UND 5.2).....	28
5.2.1	<i>Anlagenteile und Ausrüstung .....</i>	<i>31</i>
(1)	Bauwerk.....	31
(2)	Lagertanks .....	31
(3)	Rohrleitungen .....	32
(4)	Absperreinrichtungen .....	32
(5)	Dichtungen .....	32
(6)	Füllstandsanzeige.....	33
(7)	Befüll- und Entnahmepumpe.....	33
(8)	Temperaturüberwachung .....	33
(9)	Drucküberwachung.....	33
(10)	Be- und Entlüftungseinrichtungen .....	33
(11)	Maßnahmen zur Emissionminderung von Dämpfen .....	34
(12)	Füllstelle .....	35
5.2.2	<i>Sicherheitseinrichtungen.....</i>	<i>35</i>
(13)	Auffangraum.....	35
(14)	Überfüllsicherung .....	35
(15)	Flammendurchschlagsicherungen .....	36
(16)	Brandschutzeinrichtungen .....	36
(17)	Explosionsschutzmaßnahmen .....	36
5.2.3	<i>Organisatorische Maßnahmen.....</i>	<i>36</i>
5.2.4	<i>Varianten (Abb. 5.1).....</i>	<i>37</i>
(18)	Lecküberwachung .....	37
(19)	Korrosionsschutz unterirdischer Tanks.....	37
(20)	Domschacht .....	37
5.2.5	<i>Tanklager für sonstige flüssige Stoffe (Abb. 5.2) .....</i>	<i>38</i>
5.3	LAGERANLAGEN FÜR GASE TYP 2 (ABB. 5.3).....	39
5.3.1	<i>Anlagenteile und Ausrüstung .....</i>	<i>39</i>
(31)	Sicherheitsventile.....	40
(32)	Brandschutzisolierung .....	40
(33)	Befüllleinrichtungen .....	40
(34)	Entleerung.....	40
(35)	Sonstige Einrichtungen.....	42
5.3.2	<i>Varianten.....</i>	<i>42</i>
5.3.3	<i>Tanklager für sonstige Gase (Abb. 5.3) .....</i>	<i>42</i>
5.4	LAGERANLAGE FÜR STAUBFÖRMIGE STOFFE, TYP 3 (ABB. 5.4).....	43
5.4.1	<i>Anlagenteile und Ausrüstung .....</i>	<i>43</i>
(41)	Befüllung .....	43
(42)	Filter .....	43
(43)	Druckmessung .....	43
(44)	Temperaturmessung .....	43
(45)	Entnahme .....	43
(46)	Fördereinrichtung .....	45
(47)	Druckentlastung .....	45
(48)	Abblasrohr .....	45
(49)	Löschanlage .....	45
5.4.2	<i>Variante.....</i>	<i>46</i>
5.5	BUNKER.....	46
5.6	GEBINDELAGER TYP G .....	47
5.6.1	<i>Bauwerk .....</i>	<i>47</i>
5.6.2	<i>Transportmittel.....</i>	<i>48</i>
5.6.3	<i>Verpackungen, Behälter und Regale.....</i>	<i>48</i>
5.6.4	<i>Zusammenlagerung und getrennte Lagerung .....</i>	<i>48</i>
5.6.5	<i>Brandschutzeinrichtungen.....</i>	<i>49</i>
5.6.6	<i>Explosionsschutz.....</i>	<i>49</i>
5.6.7	<i>Varianten.....</i>	<i>50</i>
<b>6</b>	<b>NEUE SYSTEME.....</b>	<b>51</b>

6.1	ANLAGENTECHNIK.....	51
6.2	ANLAGENBETRIEB .....	51
<b>7</b>	<b>SCHLUßFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN .....</b>	<b>51</b>
<b>ANHÄNGE .....</b>		<b>52</b>
1	TECHNISCHE REGELN, NORMEN UND SONSTIGE LITERATUR.....	52
2	GENAUE ZAHLEN.....	56
3	BESTEHENDE NATIONALE UND INTERNATIONALE GESETZGEBUNG .....	57
3.1	<i>Internationale Richtlinien und Übereinkommen .....</i>	<i>57</i>
3.2	<i>Nationale Vorschriften der Mitgliedstaaten .....</i>	<i>59</i>
3.2.1	Belgien.....	59
3.2.2	Dänemark.....	59
3.2.3	Griechenland.....	59
3.2.4	Spanien .....	59
3.2.5	Frankreich.....	59
3.2.6	Irland.....	59
3.2.7	Italien.....	59
3.2.8	Luxemburg.....	59
3.2.9	Niederlande.....	59
3.2.10	Österreich.....	59
3.2.11	Portugal.....	59
3.2.12	Finnland.....	59
3.2.13	Schweden.....	59
3.2.14	Vereinigtes Königreich .....	59
3.3	<i>Nationale Vorschriften Deutschland .....</i>	<i>60</i>
4	ÜBERWACHUNG VON EMISSIONSWERTEN UND DER ANLAGENSICHERHEIT .....	63
4.1	<i>Emissionen in die Luft.....</i>	<i>63</i>
4.2	<i>Emissionen in das Wasser .....</i>	<i>64</i>
4.3	<i>Überwachung der Anlagensicherheit.....</i>	<i>64</i>
5	TECHNISCHE INFORMATIONEN ÜBER DIE SYSTEME, DIE BEI DER FESTLEGUNG VON BAT IN BETRACHT GEZOGEN WERDEN.....	66
6	ÜBERSICHT DER LAGERTYPEN UND LAGERMENGEN BEZOGEN AUF KATEGORIEN INDUSTRIELLER TÄTIGKEITEN.....	67

## Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 5.1: LAGERANLAGEN FÜR BRENNBARE FLÜSSIGKEITEN .....	29
ABBILDUNG 5.2: LAGERANLAGEN FÜR SONSTIGE FLÜSSIGKEITEN .....	30
ABBILDUNG 5.3: LAGERANLAGEN FÜR GASE.....	41
ABBILDUNG 5.4: LAGERANLAGE FÜR STAUBFÖRMIGE STOFFE, SILO.....	44

## Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: KATEGORIEN GEFÄHRLICHER STOFFE.....	11
TABELLE 2:GRUNTYPEN DER LAGERUNG GEFÄHRLICHER STOFFE.....	15
TABELLE 3: LAGERKLASSEN NACH DEM VCI KONZEPT.....	49

## Abkürzungsverzeichnis

<b>A</b>	<b>AbwasserV</b>	Abwasserverordnung
<b>B</b>	<b>BAT</b>	Best available technique
	<b>BImSchG</b>	Bundes-Immissionsschutzgesetz
	<b>BImSchV</b>	Verordnung(en) zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
	<b>BVT</b>	Beste verfügbare Technik
<b>D</b>		
	<b>DIN</b>	Deutsche Industrienorm
	<b>DruckbehV</b>	Druckbehälterverordnung
<b>E</b>		
	<b>ElexV</b>	Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen
	<b>EC</b>	European Council
	<b>EN</b>	Europäische Norm
	<b>EU</b>	Europäische Union
	<b>Ex-RI</b>	ZH 1/10: Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung – Explosionsschutz-Richtlinien –
<b>F</b>		
<b>G</b>		
<b>H</b>		
<b>I</b>		
	<b>IPPC</b>	Integrated Pollution Prevention and Control
	<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
	<b>IVU</b>	Integrierte <u>V</u> ermeidung und Verminderung der <u>U</u> mweltverschmutzung
<b>K</b>		
	<b>KBwS</b>	Kommission zur Bewertung wassergefährdender Stoffe

<b>L</b>	<b>LAU</b>	Anlagen zum Lagern, Abfüllen oder Umschlagen wassergefährdender Stoffe
	<b>LAWA</b>	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
	<b>LGK</b>	Lagerklasse
	<b>LPG</b>	Liquified petroleum gas
<b>M</b>	<b>MSR</b>	Meß-, Steuer- und Regel- (technik)
<b>P</b>		
<b>S</b>		
<b>T</b>	<b>StörfallIV</b>	Störfallverordnung, 12. BImSchV
	<b>TA-Luft</b>	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
	<b>TRbF</b>	Technische Regeln brennbare Flüssigkeiten
	<b>TRGS</b>	Technische Regeln für Gefahrstoffe
	<b>TRwS</b>	Technische Regeln für wassergefährdende Stoffe
<b>V</b>	<b>VAwS</b>	Verordnung über Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe
	<b>VbF</b>	Verordnung über brennbare Flüssigkeiten
	<b>VCI</b>	Verband der chemischen Industrie
	<b>VDI</b>	Verein deutscher Ingenieure
	<b>VOC</b>	Volatile organic compounds, flüchtige organische Verbindungen
	<b>VVAwS</b>	Verwaltungsvorschrift zur Anlagenverordnung
	<b>VwVwS</b>	Allgemeine Verwaltungsvorschrift über die nähere Bestimmung wassergefährdender Stoffe und ihre Einstufung entsprechend ihrer Gefährlichkeit (VwV wassergefährdende Stoffe)
<b>W</b>	<b>WGK</b>	Wassergefährdungsklasse
	<b>WHG</b>	Wasserhaushaltsgesetz

## **Zusammenfassung**

Diese BAT Note *Emissionen aus der Lagerung gefährlicher Stoffe* gilt für Läger, die entweder Teile von Anlagen gemäß Anhang 1 der IVU Richtlinie sind oder mit diesen in einem technischen Zusammenhang stehen. Für andere Lageranlagen, die nicht unter die IVU- Richtlinie fallen, kann die BAT-Note ggfs. entsprechend herangezogen werden.

Der Entwurf behandelt tatsächliche Emissionen im bestimmungsgemäßen Betrieb, er berücksichtigt aber auch mögliche Emissionen bei Leckagen, Unfällen und Störfällen. Die relevanten Emissionen sind Freisetzungen gefährlicher Stoffe in Luft, Wasser und Boden. Gefährliche Stoffe sind in erster Linie Stoffe und Zubereitungen gemäß der Begriffsbestimmung der Richtlinie 67/548/EWG.

Lageranlagen können – abhängig von Art und Menge der gelagerten Stoffe – ein sehr unterschiedliches Umweltverschmutzungspotential haben. Bei dem hierdurch notwendigen Einsatz bester verfügbarer Technik ist neben Art und Menge der Stoffe auch die Sensibilität des jeweiligen Standorts zu berücksichtigen. Schwerpunkte in bezug auf das Umweltverschmutzungspotential sind Läger der Mineralölindustrie und der chemischen Industrie.

Zahlreiche gesetzliche Vorgaben, technische Regeln und Normen bestehen in den Mitgliedstaaten zur Lagerung gefährlicher Stoffe, um die Atmosphäre, die Gewässer und den Boden zu schützen. Der Entwurf der BAT Note enthält in den Anhängen eine umfangreiche Zusammenstellung der für beste verfügbare Techniken wichtigen rechtlichen und technischen Regelungen und der einschlägigen Fachliteratur.

Als beste verfügbare Techniken bzw. beste verfügbare Systeme werden Typen von Lagereinrichtungen vorgestellt, die in den Mitgliedstaaten der EU installiert sind und betrieben werden. Die Typen werden weiter in Subtypen und Varianten unterschieden.

Für jeden Typ wird beispielhaft beschrieben, welche konkreten Anforderungen an Anlagenteile, Art und Anzahl von Sicherheitseinrichtungen und an das gesamte System gestellt werden können. Dabei wird auch auf die erforderlichen ergänzenden infrastrukturellen und organisatorischen Maßnahmen eingegangen. Die Beschreibungen sind somit Beispiele für die technische Ausführung der Lagertypen, ergänzt um sonstige Sicherheitsmaßnahmen in Abhängigkeit vom Umweltverschmutzungspotential und der Sensibilität des Standortes.

Der Stand der Technik bei Lagersystemen hat bezüglich der Reduzierung von Emissionen, der Vermeidung von Unfällen und der Begrenzung von Unfallfolgen bereits ein hohes Niveau erreicht. Neue Systeme oder in der Entwicklung befindliche Systeme incl. technischer Details sind für die Lagerung derzeit nicht erkennbar.



## **1. Allgemeine Informationen**

### **1.1 Allgemeines und Definitionen**

#### **1.1.1 Allgemeines**

Lagerung ist eine Aktivität, die im Zusammenhang mit praktisch sämtlichen industriellen Aktivitäten, insbesondere den Kategorien industrieller Tätigkeiten nach Artikel 1 der IVU-Richtlinie vorkommt.

Wesentlich ist, dass in der BAT-Note Techniken bzw. Systeme dargestellt werden, die branchenübergreifend bei praktisch allen o.g. Kategorien industrieller Tätigkeiten angewendet werden.

#### **1.1.2 Begriffe Anlage und Lagerung**

In der IVU Richtlinie ist eine Anlage gemäß Artikel 2 Nr. 3 wie folgt definiert:

*"Anlage"* eine ortsfeste technische Einheit, in der eine oder mehrere der in Anhang I genannten Tätigkeiten sowie andere unmittelbar damit verbundene Tätigkeiten durchgeführt werden, die mit den an diesem Standort durchgeführten Tätigkeiten in einem technischen Zusammenhang stehen und die Auswirkungen auf die Emissionen und die Umweltverschmutzung haben können.

Ausgehend von dieser allgemeinen Definition der Anlage für industrielle Aktivitäten wird für Anlagen zur Lagerung, die zwar nicht im Anhang I der IVU-Richtlinie aufgeführt sind, trotzdem aber Gegenstand einer BAT-Note (dieser vorliegenden) sind, folgende Definition festgelegt:

*Lageranlagen* sind technische Einrichtungen zur Lagerung gefährlicher Stoffe incl. aller technischen Installationen, die unmittelbar dem Lagern zugeordnet werden müssen, z.B. Installationen zur Ein- und Auslagerung, Befüllung und Entleerung. Nicht betrachtet werden Anlagen zum transportbedingten Zwischenlagern, desgleichen nicht die Bodenflächen von Abfüllplätzen oder Umladearealen.

#### **1.1.3 Begriff Emissionen**

Nach der Begriffsbestimmung des Artikel 2, Nr. 5 der IVU-Richtlinie sind Emissionen die von Punktquellen oder diffusen Quellen einer Anlage ausgehende direkte oder indirekte Freisetzung von Stoffen, Erschütterungen, Wärme oder Lärm in die Luft, das Wasser oder den Boden.

Ausgehend von dieser allgemeinen Definition der IVU Richtlinie wird für die vorliegende BAT-Note folgende Definition festgelegt und benutzt:

Emissionen sind im bestimmungsgemäßen und/oder im gestörten Betrieb auftretende Freisetzung von Stoffen in Boden und/oder Gewässer (incl. Kanalisation) und/oder in die Atmosphäre sowie die Freisetzung von Lärm. Emissionen von Erschütterungen, Strahlung und Wärme werden nicht betrachtet.

#### **1.1.4 Begriff Gefährliche Stoffe**

Stoffe sind gemäß Definition des Artikels 2, Nr. 1 IVU-Richtlinie:

chemische Elemente und ihre Verbindungen, ausgenommen radioaktive Stoffe im Sinne der Richtlinie 80/836/Euratom und genetisch modifizierte Organismen im Sinne der Richtlinie 90/219/EWG und der Richtlinie 90/220/EWG.

Der Begriff *gefährlich* ist in der IVU Richtlinie nicht definiert, daher wird die Begriffsbestimmung der Richtlinie 67/548/EWG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe zugrunde gelegt. Eine spezielle Definition ist im Zusammenhang mit besten verfügbaren Techniken bei der Lagerung nicht erforderlich. Neben Richtlinie 67/548 ist Anhang III der IVU Richtlinie zu beachten, auch wenn die dort namentlich genannten Stoffe bzw. Stoffgruppen überwiegend von der Richtlinie erfaßt sind.

Anhang III der IVU-Richtlinie ist ein offenes Verzeichnis der *wichtigsten Schadstoffe*, diese sind zu berücksichtigen, sofern sie für die Festlegung der Emissionsgrenzwerte gemäß Artikel 18 von Bedeutung sind. Allerdings ist die Liste nicht erschöpfend. Der Anhang III der IVU Richtlinie besteht aus zwei Teilen, es erfolgt eine Unterscheidung in Luft- und Wasserschadstoffe. Er enthält Stoffe oder Stoffgruppen, die aufgrund ihrer Toxizität, ihrer Langlebigkeit und/oder ihrer Bioakkumulierbarkeit stark umweltgefährdend sind. Für den Wasserbereich sind zudem Schwebestoffe, Stoffe, die zur Eutrophierung beitragen und Stoffe, die sich ungünstig auf den Sauerstoffgehalt auswirken, genannt. Die zuletzt genannten Stoffgruppen spielen im Hinblick auf die Lagerung eine untergeordnete Rolle.

Eine besondere Stellung nehmen die in Anhang III der IVU Richtlinie in der Liste der Luftschadstoffe genannten *flüchtigen organischen Verbindungen* ein (VOC), sie werden in der Richtlinie über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen 1999/13/EG wie folgt definiert:

Flüchtige organische Verbindung ist eine organische Verbindung, die bei 293,15 K einen Dampfdruck von 0,01 kPa oder mehr hat oder unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen eine entsprechende Flüchtigkeit aufweist.

Aufgrund des relativ geringen Dampfdruckgrenzwerts werden mit dieser Definition ein Vielzahl organischer Stoffe erfaßt, die keine sonstigen gefährlichen Eigenschaften im Sinne der Richtlinie 67/548 (d.h. mindestens einen R-Satz gemäß Definition der Richtlinie) aufweisen müssen. Gleiches gilt für den nicht näher bezeichneten Luftschadstoff Staub, der allein aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften schädlich sein kann.

Die Aufstellung in Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der relevanten Stoffkategorien mit den gefährlichen Stoffeigenschaften und Gefahrensymbolen. Ferner sind, nicht erschöpfend, die wesentlichen R-Sätze aufgeführt, die einzeln oder in Kombination auftreten können.

Gefährliche Zubereitungen gemäß Richtlinie 67/548 stehen den reinen Stoffen gleich. Außerdem sind auch gefährliche Stoffe, die bei Betriebsstörungen, z.B. einem Brand, aus nicht oder weniger gefährlichen Stoffen entstehen können, zu betrachten.

In Tabelle 1 wird nicht zwischen Luft- und Wasserschadstoffen unterschieden, da bestmögliche Techniken die beiden wichtigen Freisetzungspfade berücksichtigen müssen.

Gefahrenmerkmal	Symbol	R-Sätze
explosionsgefährlich	E	1,2,3
brandfördernd	O	7,8,9
hochentzündlich	F+	12
leicht entzündlich	F	11
entzündlich	-	10
reagiert heftig mit Wasser	-	14
reagiert heftig mit Wasser unter Bildung hochentzündlicher Gase	-	15
entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase	-	29
sehr giftig	T+	26,27,28 (-39)
giftig	T	23,24,25 (-39,-48)
gesundheitsschädlich	Xn	20,21,22,65 (-48)
ätzend	C	34,35,41
reizend	Xi	36,37,38
sensibilisierend	-	42,43
krebserzeugend	-	40,45,49
fortpflanzungsgefährdend	-	60,61,62,63,64
erbgutverändernd	-	46
umweltgefährlich	N	50,51,52,53,58,59
VOC <sup>1)</sup>	-	-
Staub <sup>1)</sup>	-	-

<sup>1)</sup> gefährlich gemäß Anhang 3 der IVU-Richtlinie

Tabelle 1: Kategorien gefährlicher Stoffe

### 1.1.5 Umweltverschmutzungspotential

Das Umweltverschmutzungspotential einer Lageranlage für die Umweltqualität und die menschliche Gesundheit hängt wesentlich vom Gefährdungspotential des Stoffes und von der gelagerten Menge ab. Darüber hinaus ist die Sensibilität des Standortes von Bedeutung.

Bei der Erfassung und Festlegung der besten verfügbarer Techniken ist es sinnvoll, das sehr unterschiedliche Umweltverschmutzungspotential von Lageranlagen zu berücksichtigen. Dazu ist ein mehrstufiges System, basierend auf den R-Sätzen, zweckmäßig. Die Maßnahmen zur Emissionsminderung, zur Vermeidung von Unfallgefahren und zur Schadensbegrenzung können so dem Umweltverschmutzungspotential der Anlage und dem Standort angepasst werden<sup>1</sup>.

Bagatellgrenzen sind in den einzelnen Mitgliedstaaten unterschiedlich festgelegt.

### 1.1.6 Einschlägige Regelungen

#### 1.1.6.1 Europäische Regelwerke

Unter den europäischen Regelwerken sind insbesondere EU Richtlinien, EU Verordnungen und europäische Normen zu beachten. Anhang II der IVU-Richtlinie ist eine Zusammenstellung der Richtlinien, die bisher, d.h. vor der Umsetzung der IVU Richtlinie in nationales

<sup>1</sup> In Deutschland z.B. ist ein dreistufiges, auf Mengenschwellen basierendes System zum sicheren Umgang mit wassergefährdenden Stoffen eingeführt worden /D24/.

Recht, Genehmigungsverfahren und Emissionsgrenzwerte regeln. Anhang 3, Teil 1 enthält im wesentlichen eine Zusammenstellung relevanter europäischer Regelwerke, die über den Umfang des Anhangs II hinaus geht.

#### **1.1.6.2 Nationale Regelwerke der Mitgliedstaaten**

Die nationale Umweltschutzgesetzgebung der Mitgliedstaaten ist ebenfalls in Anhang 3 aufgeführt. Die wesentlichen Gesetze im deutschen Regelwerk in Bezug auf Emissionen in die Luft, das Wasser und den Boden sind das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) und das Wasserhaushaltsgesetz (WHG).

### **1.2 Allgemeine Informationen zur Bedeutung der Lagerung**

Die Lagerung gefährlicher Stoffe ist für zahlreiche industrielle Aktivitäten gemäß IVU Richtlinie ein wesentlicher Bestandteil des Produktionsprozesses. Läger sind in der Regel für die Rohstoffe, Hilfsstoffe und Endprodukte erforderlich. Der Anlagenbegriff der IVU Richtlinie ist sehr umfassend, daher sind die Läger Bestandteil der Anlagen.

Genauere Angaben zur Bedeutung der Lagerung gefährlicher Stoffe mit konkreten Bezug auf die Kategorien industrieller Aktivitäten enthält Kapitel 2.2.

### **1.3 Anlagenstandort und örtliche Umweltbedingungen**

Der geographische Standort einer Anlage wird in der Präambel der IVU Richtlinie im Punkt 17 erwähnt:

Emissionsgrenzwerte, äquivalente Parameter oder äquivalente technische Maßnahmen sind auf die besten verfügbaren Techniken zu stützen, ohne daß dabei die Anwendung einer bestimmten Technik oder Technologie vorgeschrieben wurde, zu berücksichtigen sind die technische Beschaffenheit der betroffenen Anlage, ihr geographischer Standort sowie die örtlichen Umweltbedingungen. In allen Fällen sehen die Genehmigungsaufgaben Bestimmungen zur weitestgehenden Verminderung der weiträumigen oder grenzüberschreitenden Umweltverschmutzung vor und gewährleisten ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt.

Da die vorliegende BAT-Note Emissionen aus der Lagerung gefährlicher Stoffe einen übergreifenden Charakter hat und nicht einer industriellen Tätigkeit gemäß Anhang I der IVU Richtlinie zugeordnet ist, entspricht die geographische Verteilung der relevanten Anlagen in erster Näherung auch der allgemeinen Verteilung industrieller Aktivitäten. Die geographischen Schwerpunkte industrieller Aktivitäten bestehen demnach in den industriellen Ballungsgebieten der einzelnen Mitgliedstaaten.

Die örtlichen Umweltbedingungen sind ebenfalls bei der Festlegung von optimalen Techniken zu beachten, vor allem:

- Örtliche Vorbelastung der Atmosphäre, der Gewässer oder des Bodens
- Ausweisung schützenswerter Gebiete (Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete, Heilquellengebiete)
- Abstände zu Gewässern

## 1.4 Umweltrelevanz der Lagerung

Die Umweltrelevanz der Lagerung hängt wesentlich vom stofflichen Umweltverschmutzungspotential und den physikalisch-chemischen Stoffeigenschaften ab. So können Emissionen schwerflüchtiger organischer Stoffe in die Luft auch bei grundsätzlich großem Umweltverschmutzungspotential vernachlässigbar gering sein. Andererseits können schon geringe Mengen dieser schwerflüchtigen Stoffe, wenn sie in das Grundwasser gelangen, schwere Umweltschäden verursachen, zum Beispiel große Mengen Trinkwasser unbrauchbar machen.

Die Gefahr einer Gewässerverunreinigung bei der Lagerung von (nicht mobilen) Feststoffen ist in der Regel geringer als bei (mobilen) flüssigen Stoffen. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, daß beispielsweise im Brandfall aus Feststoffen, die als solche nicht gefährlich sind, gefährliche Brandgase entstehen können. Somit können auch nicht mobile und/oder zunächst als ungefährlich angesehene Stoffe zu einer Luftverschmutzung und durch niedergeschlagenes Löschwasser zu einer Kontamination von Boden und Gewässern führen. Zudem können Löschmittelzusätze, welche als Lösungsvermittler dienen, sogar an Rußpartikel adsorbierte Stoffe lösen, welche dann über den Löschwasserpfad zu einer Wassergefährdung führen können.

Allgemeingültige Aussagen zur Umweltrelevanz für alle Stoffe, die im Zusammenhang mit den industriellen Aktivitäten gelagert werden, sind nicht möglich. Nichtsdestotrotz sind fast alle Stoffe geeignet, die physikalische, chemische und biologische Beschaffenheit der Umwelt nachteilig zu verändern. Am Beispiel der Lagerung und Verteilung von Ottokraftstoffen, die nur bedingt, nämlich im Zusammenhang mit der industriellen Tätigkeit *Mineralöl- und Gasraffinerien* zum Thema dieser BAT-Note Arbeit gehört, wird die Umweltrelevanz in Verbindung mit Abfüllvorgängen deutlich.

Die aus der Lagerung und Verteilung von Ottokraftstoff herrührenden VOC-Emissionen betragen etwa 500000 Tonnen pro Jahr in der europäischen Gemeinschaft /E 21/. Dies sind ca. 5 % aller vom Menschen verursachten VOC-Emissionen. Besonders in städtischen Gebieten tragen diese Emissionen wesentlich zur Luftverschmutzung bei.

Die EU hat daher mit der Richtlinie 94/63/EG konkrete Anforderungen festgelegt, um die VOC-Emissionen zu begrenzen. Die Anforderungen zielen darauf ab, den jährlichen Gesamtverlust an Ottokraftstoff bei Befüllung und Lagerung in einem Lagertank in Auslieferungslagern unter den Bezugszielwert von 0,01 Gewichtsprozent des Durchsatzes zu senken. Gemessen an den Mengen gelagerter Kraftstoffe in der Gemeinschaft wird aus diesen Angaben, auch bei Erreichen des Umweltschutzziels, die hohe Umweltrelevanz der Lagerung deutlich.

## 1.5 Energie und Hilfsstoffe

Die Energieverbräuche bei der Lagerung, z.B.

- bei der Warmlagerung spezieller Stoffe (Wärmeschränke für Gebinde oder Heizmäntel bei ortsfesten Tanks)
- ggfs. Gebäudeheizung im Gebindelager
- Betrieb von Pumpen, Abluftventilatoren etc.
- Kühlung

sind in der Regel keine Faktoren, die die Umweltschutzleistung der verschiedenen Systeme signifikant beeinflussen. Quantitative Angaben sind zu diesem Punkt daher nur in Einzelfällen möglich: z.B. kann Abwärme aus Produktionsanlagen, die nicht anderweitig energetisch genutzt werden kann, zur Tankheizung eingesetzt werden.

Der Einsatz von Hilfsstoffen kann dagegen durchaus die Umweltschutzleistung eines Systems beeinflussen. Im bestimmungsgemäßen Betrieb werden zur Reinigung von Behältern in vielen Fällen Lösungsmittel eingesetzt. Die Anlagentechnik muß dann nicht nur den Eigenschaften der Lagergüter, sondern auch der Lösungsmittel entsprechen.

Im gestörten Betrieb können z.B.

- Flüssigkeiten zur Lecküberwachung oder
- Wärmeträgerflüssigkeiten

freigesetzt werden. Emissionen im bestimmungsgemäßen Betrieb gehen von den genannten Hilfsstoffen nur in untergeordnetem Maße aus. Hilfsstoffe sollten möglichst *ungefährliche* Stoffe sein. Dies entspricht Anhang IV(2) der IVU Richtlinie, wonach der Einsatz weniger gefährlicher Stoffe zu einer besten verfügbaren Technik gehört. Soweit Hilfsstoffe eine höhere stoffliche Gefährlichkeit aufweisen, müssen erhöhte apparative und/oder organisatorische Anforderungen gestellt werden.

## **2 Lageranlagen**

### **2.1 Grundtypen**

Bestimmte Industrie-Sektoren bzw. Kategorien industrieller Tätigkeiten nach Artikel 1 IVU-Richtlinie wenden zum Teil typischerweise bestimmte Lagerungstypen an. Hierbei sind folgende Gesichtspunkte wichtig:

- Stoffeigenschaften
- Lagermengen
- Lagergebäude, Abstände zur Produktion (z.B. Druckerzeugnisse vs. Petrochemie)
- Mittlere Lagerungsdauer
- Lagertopologie (Ort, systemtechnischer Aufbau)
- Lagerbehälter (Transportbehälter, ortsfeste Behälter, etc.)
- Lagerlogistik (technische Lagerhilfsmittel)
- Lager-Produktionsverbund

Bei der Festlegung optimaler Techniken ist grundsätzlich zwischen Tanklagern mit ortsfesten Behältern und Gebindelägern zu unterscheiden. Bei den Tanklagern kann weiterhin zwischen oberirdischen und unterirdischen Lagertanks unterschieden werden.

Daneben sind sonstige spezielle Läger, z.B. Sprengstoffläger oder Läger für Druckgasflaschen von Bedeutung.

Bei dem Gesichtspunkt Lager-Produktionsverbund sind folgende Lagerungstypen zu unterscheiden:

- (a) Läger, die als Nebeneinrichtung (oder Betriebseinheit) einer bestimmten Produktionsanlage zugeordnet sind,
- (b) Läger, die zur Vorratshaltung mehrerer Produktionsanlagen bzw. eines ganzen Werkskomplexes dienen.

Läger für gefährliche Stoffe, die gemäß Anlagenbegriff der IVU Richtlinie keiner Produktionsanlage zugeordnet sind und Läger gemäß b) gehören nicht zum Betrachtungsumfang der BAT-

Note. Ausgenommen sind auch Lager im Bereich des Chemikalien- und Mineralölhandels, von Tankstellen, der Speditionen und Lager in der Agrarwirtschaft.

Die Tanklager mit ortsfesten Behältern sind hinsichtlich des Aggregatzustands der Lagergüter weiter zu unterteilen in Lager für flüssige, gasförmige und feste Stoffe. Außerdem ist eine Unterscheidung in brennbare (entzündliche- leichtentzündliche, hochentzündliche) und nicht brennbare Lagergüter sinnvoll, da sich die technische Ausführung der Lagertanks und der peripheren Einrichtungen aufgrund dieser Stoffeigenschaften erheblich unterscheiden muß.

Für die folgenden Betrachtungen werden daher zunächst unter Berücksichtigung des Aggregatzustands **Grundtypen** definiert. Die Grundtypen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Eine Differenzierung der Grundtypen hinsichtlich der in diesem Abschnitt genannten und weiterer Aspekte in **Subtypen** und Varianten erfolgt bei der Detailbetrachtung der Lagersysteme in den Kapiteln 4 und 5.

Kurzbez.	Lagertyp	Stoffbeispiele
<b>1</b>	Tanklager für flüssige <sup>1)</sup> Stoffe	Hexan, Dieselkraftstoff
<b>2</b>	Tanklager für Gase <sup>1)</sup>	Propan, Chlor
<b>3</b>	Lager für staubförmige Stoffe, Silo	Ruß, Schwefel
<b>4</b>	Bunker	Gefährlicher Abfall,
<b>G</b>	Gebindelager	Giftige Stoffe, brandfördernde Stoffe
<b>S</b>	Sonstige (spezielle) Lager	Chemisch instabile Stoffe, Sprengstoff

<sup>1)</sup> im Normalzustand

Tabelle 2: Grundtypen der Lagerung gefährlicher Stoffe

## 2.2 Lagermengen bezogen auf Kategorien industrieller Aktivitäten

Um typische Lagermengen gefährlicher Stoffe bezogen auf industrielle Aktivitäten zu beurteilen, ist zunächst die Frage zu beantworten, ob die Produkte und/oder die Rohstoffe der industriellen Tätigkeit gefährliche Stoffe im Sinne dieser BAT Note sind.

Bei Anlagen der chemischen Industrie (Nummern 4.1-4.6 Anhang I der IVU Richtlinie) werden in der Regel gefährliche Stoffe eingesetzt und auch produziert. In anderen industriellen Bereichen werden gefährliche Stoffe häufig nur als Hilfs- oder Zusatzstoffe verwendet, beispielsweise Zinnverbindungen bei der Glasherstellung. Die gelagerten Mengen sind dementsprechend geringer. Andere Industriezweige lagern aber auch gefährliche Hilfsstoffe in großen Mengen, ein Beispiel ist Schwefeldioxid bei der Zellstoff- und Papierherstellung. Eine besondere Stellung nimmt die zur Energieversorgung vieler Anlagen erforderliche Lagerhaltung von Brennstoffen ein. Davon sind im wesentlichen die Anlagen der Mineralverarbeitung, Energieversorgung und zum Teil der Herstellung und Verarbeitung von Metallen betroffen.

Eine Zusammenstellung der aufgrund der Lagermengen bedeutendsten Anlagen enthält die Aufstellung im Anhang 6. Sie zeigt Schwerpunkte auf, d.h. welche Kategorien industrieller Tätigkeiten insbesondere betroffen sind.

Zudem erfolgt in der Darstellung in Anhang 6 eine Zuordnung der Kategorien industrieller Tätigkeiten zu den in 2.1 definierten Grundtypen der Lagerung gefährlicher Stoffe. Auch diese Zuordnung soll die Schwerpunkte aufzeigen und ist nicht abschließend.

### 3 Emissionssituation bei Lageranlagen

Beim Betrieb von Lageranlagen für gefährliche Stoffe können folgende Emissionen entstehen:

- Emissionen im bestimmungsgemäßen Betrieb, dazu gehören das Ein- und Auslagern sowie Reinigungsvorgänge
- Emissionen im gestörten Betrieb

#### 3.1 Umweltaspekte beim bestimmungsgemäßen Betrieb und Schutzmaßnahmen

Die oben genannten Emissionen können sein:

- Emissionen *gefährlicher* Stoffe in die Atmosphäre
- Emissionen (Ableitungen) *gefährlicher* Stoffe in Gewässer (direkt/indirekt)
- Schallemissionen,
- Emissionen in Form von Abfällen

##### 3.1.1 Emissionen in die Atmosphäre

Die wesentlichen im bestimmungsgemäßen Betrieb auftretenden Emissionen in die Atmosphäre sind wie folgt zu unterscheiden:

- Emissionen beim Ein- oder Auslagern (Befüllen, Abfüllen)
- Emissionen aus der Tankatmung
- Unvermeidbare diffuse Emissionen aus Flanschdichtungen, Armaturen und Pumpen
- Emissionen bei Probenahmen

**Emissionsminderung** Bei den heute betriebenen Lageranlagen sind zur Minderung der Emissionen bestimmter gefährlicher Stoffe folgende technischen Maßnahmen/Verfahren üblich:

- Gaspendelverfahren
- Ausführung von Tanks als Schwimmdachtanks
- Anschluß an Abluftreinigungseinrichtungen
- Unterspiegelbefüllung
- Unterirdische Lagerung und Farbabstriche zur Verringerung der Emissionen durch Atmung
- Lagerung unter Druck
- Einsatz hochwertiger Dichtungen an Flanschen, Pumpen und Absperrorganen

In den Regelungen der Mitgliedstaaten sind die aufgeführten Emissionsminderungsmaßnahmen zum Teil explizit gefordert, z.B. in Deutschland in der TA-Luft.

##### 3.1.2 Emissionen in Gewässer

Die bei der Lagerung im bestimmungsgemäßen Betrieb auftretenden Emissionen in Gewässer (direkt oder indirekt über Kanalisation und Kläranlage) ergeben sich im wesentlichen aus dem nicht normalen Betrieb; folgende Emissionen können relevant sein:

- Reinigungsabwässer (Gebäude, Tanks, Rohrleitungen, Gebinde)
- Ableitungen aus Entwässerungseinrichtungen (Niederschlagswasser aus Auffangräumen)



Außerdem kann Abwasser aus Abluftreinigungseinrichtungen anfallen.

**Emissionsminderung** Zur Minderung der Emissionen bestimmter gefährlicher Stoffe sind folgende technischen Maßnahmen möglich:

- Einsatz von Flüssigkeitsabscheidern
- Ableitung von Abwässern über Abwasserbehandlungsanlagen (indirekt)

### **3.1.3 Schallemissionen**

Schallemissionen bei der Lagerung entstehen im wesentlichen nur bei der Ein- und Auslagerung.

- Emissionen der Pumpen in Tanklagern
- Fahrzeugverkehr (Stapler) und Lüftungseinrichtungen bei Gebindelägern

Die Schallemissionen sind bei der Ermittlung optimaler Lagertechniken in der Regel von untergeordneter Bedeutung.

### **3.1.4 Emissionen in Form von Abfällen**

Typische Abfälle, die bei einem Lagerbetrieb anfallen, sind:

- Restmengen aus Behältern oder Produkte mit unzureichender Qualität
- Abfälle aus Abluftbehandlungsanlagen (z.B. Aktivkohle)
- gebrauchte Gebinde
- Ölschlämme
- ggf. Reinigungsmittel, Chemikalien oder Öl enthaltend

Diese Abfälle sind zum Teil im europäischen Verzeichnis gefährlicher Abfälle aufgeführt /E 20/.

Zur Vermeidung oder Reduzierung dieser Emissionen werden folgende Maßnahmen angewandt:

- Stoffliche Verwertung von Restmengen
- Einsatz von Mehrwegverpackungen für Gebindeläger
- mehrfache Verwendung von Reinigungslösungsmitteln
- Regenerierung von Rückständen aus Abluftbehandlungsanlagen

## **3.2 Umweltaspekte beim gestörten Betrieb und Schutzmaßnahmen**

Neben den Emissionen im bestimmungsgemäßen Betrieb sind Emissionen bei Störungen bzw. Unfällen zu betrachten. Emissionen im gestörten Betrieb erfolgen für relativ kurze Zeit, dafür aber in der Regel mit höheren Massenströmen als die Emissionen im bestimmungsgemäßen Betrieb.

Der gestörte Anlagenbetrieb wird für große Anlagen grundsätzlich in der Seveso (II) Richtlinie (Richtlinie 96/82/EG) geregelt, die derzeit von den Mitgliedstaaten in nationales Recht umgesetzt wird. Die Seveso (II) Richtlinie behandelt vor allem schwere Unfälle, d.h. größere Stoff-

freisetzungen, Brände und Explosionen. Solche Ereignisse sind nicht Gegenstand dieser BAT-Note.

Gleichwohl gehören zu einer optimalen Lagertechnik Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Unfällen und Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen von Unfällen. Entsprechend lautet Ziffer 11 im Anhang IV der IVU Richtlinie:

Bei der Festlegung der besten verfügbaren Techniken ist die Notwendigkeit, Unfällen vorzubeugen und deren Folgen für die Umwelt zu verringern, zu beachten.

Die Emissionen im gestörten Betrieb werden unterschieden in:

- Emissionen *gefährlicher* Stoffe in die Atmosphäre
- Freisetzung von *gefährlichen* Stoffen in Wasser oder Boden
- Freisetzung von Brandgasen und kontaminiertem Löschwasser, Emissionen durch Explosionen

Als wesentliche Maßnahmen zur Anlagensicherheit, zunächst unabhängig vom Ausbreitungspfad Luft und/oder Wasser/Boden und den Lagertypen sind wichtig:

- Korrekte Auslegung und Werkstoffauswahl
- Flüssigkeitsdichte und medienbeständige Konstruktionen
- Auffangräume zum vorbeugenden Gewässer- und Bodenschutz
- Doppelwandiger Behälteraufbau
- Meß-, Steuer-, und Regel-(MSR)einrichtungen (Füllstand, Druck Temperatur)
- Explosionsschutzmaßnahmen
- Brandschutzmaßnahmen, Löscheinrichtungen
- Maßnahmen gegen Überschreitung des zulässigen Drucks
- Maßnahmen zur Löschwasserrückhaltung
- Maßnahmen gegen Stoffverwechslungen
- Organisatorische Maßnahmen

Einzelheiten zu sicherheitstechnischen Maßnahmen in Abhängigkeit von den Freisetzungspfaden enthalten die folgenden Abschnitte.

### **3.2.1 Emissionen von *gefährlichen* Stoffen in die Atmosphäre**

Eine Freisetzung gefährlicher Stoffe in die Atmosphäre kann hauptsächlich durch folgende Störungsereignisse eintreten:

- Versagen von Wandungen, Dichtungen etc., Leckagen
- Ansprechen von sicherheitstechnischen Einrichtungen (z.B. Druckentlastungseinrichtungen)
- ungewollte chemische Reaktionen
- Überfüllen
- Fehlbedienungen

**Sicherheitstechnik** Den genannten Emissionsgefahren wird bei den heute betriebenen Anlagen im wesentlichen mit folgenden Maßnahmen begegnet:

- Hohe Qualität der eingesetzten Werkstoffe und Behälter und des Aufbaus
- Einsatz zuverlässiger Meß-, Steuer-, und Regeleinrichtungen

- Vermeidung von Stoffverwechslungen durch technische Maßnahmen (z.B. spezielle Schlauchkupplungen)

### 3.2.2 Freisetzung von *gefährlichen* Stoffen in Gewässer und/oder Boden

Die Gefahr der Freisetzung von gefährlichen Stoffen in Oberflächengewässer oder das Grundwasser und/oder den Boden besteht zunächst durch die gleichen Störungsereignisse wie in Abschnitt 3.2.1 beschrieben.

**Sicherheitstechnik** Zusätzlich zu den in Abschnitt 3.2.1 genannten Maßnahmen sind folgende Maßnahmen zu nennen:

- Errichtung von sekundären Barrieren wie Auffangräume
- Hohe Qualität von flüssigkeitsdichten Flächen
- Korrosionsschutz
- Meßtechnik zur frühzeitigen Erkennung von Emissionen und zur Verminderung der Auswirkungen von Emissionen, z.B. durch Leckanzeigergeräte
- Regelmäßige Überprüfung der Lageranlagen

Als weitere technische Maßnahme zur Reduzierung von Leckagen kommt auch ein doppelwandiger Aufbau von Behältern in Betracht.

### 3.2.3 Freisetzung von Brandgasen und kontaminiertem Löschwasser

Besondere stoffrelevante Gefahren für die Umwelt können bei Bränden entstehen:

- a) Gefahren durch Brandgase, vor allem
  - Schwefeloxide
  - Stickoxide
  - Kohlenmonoxid
  - Chlor und Chlorverbindungen
  - Zyanide (Cyanwasserstoff)
- b) Gefahren durch kontaminiertes Löschwasser

**Sicherheitstechnik** Als technische Maßnahmen sind neben den bereits in 3.2.1 und 3.2.2 aufgeführten Maßnahmen bei Stofffreisetzung die Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen zu nennen, die in den Vorschriften der europäischen Mitgliedstaaten gültig sind.

zu a)

- Zündquellenvermeidung, Schutzzonen
- Inertisierungsmaßnahmen
- baulicher Brandschutz
- Brandmelde- und Löscheinrichtungen

zu b)

Maßnahmen zur Rückhaltung von kontaminiertem Löschwasser sind grundsätzlich bei der Lagerung wassergefährdender Stoffe erforderlich. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, daß auch Stoffe, die keine oder nur geringe aquatische Toxizität aufweisen, im Brandfall zu einer Gefährdung von Wasser, Boden und Luft führen können. So muß im Brandfall in vielen Fällen mit der Bildung von giftigen Brandgasen gerechnet werden, die zum Teil vom Löschwasser niedergeschlagen werden. Sollten in diesen Fällen keine Maßnahmen zur Löschwasserrückhaltung vorgesehen sein, kann dies zu einer Kontamination von Boden oder

Gewässern führen. Es sollte daher in Absprache mit den Gefahrenabwehrbehörden für den Einzelfall geprüft werden, ob Maßnahmen zur Löschwasserrückhaltung notwendig erscheinen und wie diese im Einzelfall realisiert werden können.

### **3.2.4 Organisatorische Maßnahmen**

Für einen sicheren Betrieb einer Lageranlage sind neben den technischen Voraussetzungen organisatorische Maßnahmen erforderlich. Hierzu gehören:

- Alarmpläne, Gefahrenabwehrpläne, Meldewege zu externen Stellen
- Betriebsanweisungen und Vorkehrungen zur Vermeidung von Fehlbedienungen
- Schulungen und Unterweisungen der Beschäftigten
- Lagerverzeichnisse
- Instandhaltungspläne
- Prüfung der Anlagen
- Planung für eine Schadensnachsorge (intern und extern)

Die organisatorischen Maßnahmen können im Rahmen von Umweltmanagementsystemen gemäß Verordnung 1836/93/EWG /E27/ oder den Normen ISO 14000 ff. festgelegt sein.

### **3.3 Schwerpunkte möglicher Emissionen**

Das Umweltverschmutzungspotential von Lageranlagen hängt von der Art und Menge der gelagerten Stoffe ab. Das Ausmaß eines potentiellen Umweltschadens ergibt sich darüber hinaus aus der ökologischen Sensibilität des Standortes. Schwerpunkte werden mit der Aufstellung im Anhang 6 dargestellt, siehe hierzu auch Kapitel 1.3.

Dementsprechend werden als Schwerpunkt der Betrachtungen aufgrund der Stoffarten und Stoffmengen die Lageranlagen der chemischen Industrie (Ziffern 4.1 bis 4.6 Anhang I der IVU-Richtlinie) benannt. Aufgrund der Vielzahl und Vielfalt der Produktionen in der chemischen Industrie ist eine weitere Differenzierung mit quantitativen Angaben hinsichtlich der Produktionszweige schwer möglich.

Weiterer Schwerpunkt sind die Mineralöl- und Gasraffinerien (Ziffer 1.2), deren Läger insbesondere aufgrund der großen Mengen bereits erwähnt wurden. Die deutschen Mineralöltankläger über 1000 m<sup>3</sup> Kapazität, die im Zusammenhang mit Raffinerien und an Rohölpipelines betrieben werden, hatten 1996 eine Kapazität von 27x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (/L25/). Auch von dem stofflichen Gefährdungspotential sind Mineralölprodukte von Bedeutung, sie sind zum Teil leichtflüchtig (VOC) und als carcinogen eingestuft.

### **3.4 Antagonistische bzw. synergistische Effekte von Umweltschutzmaßnahmen**

In diesem Abschnitt werden Umweltschutzmaßnahmen unter dem Aspekt der multimedialen Komplexität beurteilt, damit wird ein wesentliches Anliegen der IVU-Richtlinie, nämlich das **integrierte** Konzept, berücksichtigt. Folgende Gesichtspunkte sind dabei wichtig:

- Die Wirksamkeit bestimmter Maßnahmen zur gemeinsamen Behandlung verschiedener Umweltschutzaspekte.
- Die Erfordernis, ggf. auf bestimmte Umweltschutzaspekte gerichtete Einzelmaßnahmen gegeneinander abzuwägen.

- Zusammenspiel von und Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Umweltschutzmaßnahmen.

Für die Lagerung sind in diesem Zusammenhang beispielsweise folgende Maßnahmen zu beachten:

- Eine flammendurchschlagsichere Unterdruck -Überdrucksicherung dient sowohl der Reduzierung der Emissionen als auch dem Brand- und Explosionsschutz
- Eine unterirdische Tankanlage verringert gegenüber einer oberirdischen Anlage die Emissionen in die Atmosphäre durch Tankatmung. Ferner sind diverse Vorteile hinsichtlich der Anlagensicherheit (z.B. der Brandgefahr) vorhanden. Andererseits ist die Gefahr einer Boden- und vor allem einer Grundwasserverunreinigung bei unterirdischen Anlagen von vornherein natürlich größer als bei oberirdischen Anlagen. Dieser Gefahr muß durch geeignete Maßnahmen, z.B. einem doppelwandigen Aufbau begegnet werden.
- Beim Betrieb einer Abluftreinigungsanlage zur Vermeidung von Emissionen werden normalerweise Abfälle (oder Abwässer oder sonstige Emissionen) entstehen. Die Entsorgung ist in diesen Fällen in die Betrachtungen einzubeziehen. Eine Adsorptionsanlage, bei der das Adsorbens häufig regeneriert werden kann, ist daher einem Abluftwäscher, bei dem kontinuierlich ein Abwasserstrom anfällt, häufig vorzuziehen.

## 4 Techniken, die bei der Festlegung von besten verfügbaren Systemen in Betracht gezogen werden.

Bei der Festlegung der besten verfügbaren Systeme wird in drei Schritten vorgegangen:

- 1) Die in Kapitel 2 dargestellten Grundtypen der Lageranlagen werden in technische Einheiten (Baugruppen) gegliedert. Zu den Baugruppen gehören die Anlagenteile, Ausrüstungsteile und Sicherheitseinrichtungen der Tankanlagen.
- 2) Konkrete Anforderungen, die an die Baugruppen zu stellen sind, um den Anforderungen an die optimalen Systeme gemäß Anhang IV der IVU Richtlinie zu genügen, sind in Kapitel 5 dargestellt. Dabei wird die Umweltschutzleistung und die wirtschaftliche Leistung der Systeme, die in Betracht gezogen werden, Kandidaten soweit wie möglich berücksichtigt.
- 3) Optimale Lösungen werden stoff-, mengen- und anlagenbezogen festgelegt (ebenfalls in Kapitel 5).

### 4.1 In Betracht zu ziehende Systeme

Die in Betracht zu ziehenden Systeme ergeben sich weitgehend aus den in den Mitgliedstaaten praktizierten und dort anerkannten Techniken. In konkrete europäische Regelungen sind diese Techniken bislang nicht eingegangen. Eine Ausnahme stellt die bereits erwähnte Richtlinie 94/63/EG, VOC-Emissionen bei Lagerung und Verteilung von Ottokraftstoff dar, die unter anderen Aspekten, die im wesentlichen Tankstellen betreffen, konkrete Anforderungen an Lagertanks und Befüllungs- und Entleerungsanlagen in Auslieferungslagern regelt.

Anlagenteile können jedoch durchaus über EG Richtlinien geregelt sein. Für die Lagerung gefährlicher Stoffe sind folgende Richtlinien relevant:

- Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG

- Richtlinie zu Geräten und Schutzsystemen in explosionsgefährdeten Bereichen 94/9/EG
- Druckgeräte richtlinie 97/23/EG

Hierbei ist von der Brauchbarkeit eines Anlagenteils auszugehen, wenn es mit einer harmonisierten Norm, mit einer europäischen technischen Zulassung oder einer auf Gemeinschaftsebene anerkannten nicht harmonisierten technischen Spezifikation übereinstimmt und mit der CE-Konformitätskennzeichnung versehen ist.

In den nachfolgenden Tabellen werden die verfügbaren Grundtypen der Lagersysteme mit konkreten Angaben zu den Stoffen, Anlagenteilen, Ausrüstungsteilen und Sicherheitseinrichtungen vorgestellt. Verschiedene Typen und Varianten sind in schematischen Darstellungen in Kapitel 5 abgebildet und näher erläutert.

<b>Grundtyp 1: Tanklager für flüssige Stoffe</b>		
<b>Subtyp a: Lageranlage für brennbare Flüssigkeiten (hoch-, leichtentzündlich, entzündlich)</b>		
Stoffe	Anlagenteile, Ausrüstung	Sicherheitseinrichtungen
Bestimmende R-Sätze: R10, R11, R12 Weitere R-Sätze möglich Aggregatzustand: flüssig  Beispiele: Hexan Ottokraftstoff Methanol Toluol	Bauwerk Behälter Rohrleitungen Absperreinrichtungen Dichtungen Füllstandsanzeige Befülleinrichtung - Befüllpumpe Entnahmeeinrichtung -Entleerungspumpe Temperaturüberwachung Drucküberwachung Be- und Entlüftungseinrichtungen Dämpferückgewinnung - Abluftreinigungsanlage - Gaspendsystem	Auffangraum Überfüllsicherung Flammendurchschlagsicherungen Brandschutzeinrichtungen Explosionsschutzmaßnahmen
<b>Varianten:</b> - oberirdische/unterirdische Tankanlage - stehende /liegende Tanks - im Gebäude, im Freien aufgestellt - drucklose Lagerung, Lagerung unter innerem Überdruck - Schutzgasüberlagerung - Festdachtankanlage / Schwimmdecken- oder Schwimmdachtanlage		
<b>Subtyp b: Lageranlage für sonstige Flüssigkeiten</b>		
Stoffe	Anlagenteile, Ausrüstung	Sicherheitseinrichtungen
R-Sätze z.B: R50, 51, 53, R20, 23, 26, 45 Aggregatzustand: flüssig  Beispiele: Dieselkraftstoff Heizöl Perchlorethen VOC mit Flammpunkt >55°C	Bauwerk Behälter Rohrleitungen Absperreinrichtungen Dichtungen Füllstandsanzeige Befülleinrichtung - Befüllpumpe - Druckluft, Stickstoff Entnahmeeinrichtung -Entleerungspumpe Be- und Entlüftungseinrichtungen Option: Dämpferückgewinnung	Auffangraum Überfüllsicherung Brandschutzeinrichtungen in speziellen Fällen
<b>Varianten:</b> - wie bei Subtyp a		

<b>Grundtyp 2: Tanklager für gasförmige Stoffe</b>		
<b>Subtyp a: Lageranlage für hochentzündliche Flüssiggase</b>		
Stoffe	Anlagenteile, Ausrüstung	Sicherheitseinrichtungen
Bestimmender R-Satz: R12 Aggregatzustand: flüssig (unter Normalbedingungen gasförmig)  Beispiele: LPG, Propan Butan	Bauwerk Behälter Rohrleitungen Absperrorgane Dichtungen Füllstandsanzeige Füllanlage Entnahmeeinrichtung - Druckregler - Verdampfer Temperaturüberwachung Drucküberwachung	Überfüllsicherung Druckentlastungseinrichtungen - Sicherheitsventil Brandschutzeinrichtungen Explosionsschutzmaßnahmen
<b>Varianten:</b> - oberirdische/unterirdische Tankanlage - drucklose Lagerung,		
<b>Subtyp b: Lageranlage für sonstige gasförmige Stoffe</b>		
Stoffe	Anlagenteile, Ausrüstung	Sicherheitseinrichtungen
R-Sätze: z.B. R20,23,26,45 Aggregatzustand: flüssig, gasförmig unter Normalbedingungen  Beispiele: Chlor Ammoniak Schwefeldioxid	Bauwerk Behälter Rohrleitungen Absperrrichtungen Dichtungen Füllstandsanzeige Befülleinrichtung - Befüllpumpe - Druckluft, Stickstoff Entnahmeeinrichtung - Druckregler - Verdampfer -Entleerungspumpe Drucküberwachung Temperaturüberwachung	Auffangraum Überfüllsicherung Druckentlastungseinrichtungen - Sicherheitsventil Brandschutzeinrichtungen und Explosionsschutzmaßnahmen in speziellen Fällen
<b>Varianten:</b> - oberirdische/unterirdische Tankanlage, - im Gebäude, im Freien aufgestellt - drucklose Lagerung		



<b>Grundtyp 3: Lageranlage für staubförmige Stoffe, Silo</b>		
Stoffe	Anlagenteile, Ausrüstung	Sicherheitseinrichtungen
R-Sätze: - Aggregatzustand: fest, staubförmig  Beispiele: Ruß Stärke Zement Schwefel	Bauwerk Behälter Rohrleitungen Absperreinrichtungen Dichtungen Füllstandsanzeige Befülleinrichtung - Druckluft, Stickstoff Entnahmeeinrichtung Be- und Entlüftungseinrichtungen Filtereinrichtungen	Überfüllsicherung Druckentlastungseinrichtungen - Berstscheiben - Explosionsklappen - Unterdrucksicherungen Explosionsschutzmaßnahmen
<b>Varianten:</b> - Lager für brennbare/nicht brennbare Stäube		

<b>Grundtyp 4: Bunker</b>		
Stoffe	Anlagenteile, Ausrüstung	Sicherheitseinrichtungen
R-Sätze: - Aggregatzustand: fest/flüssig  Beispiele: gefährlicher Abfall Siedlungsmüll	Bauwerk Fördereinrichtungen, Förderfahrzeuge Absaugung	Auffangraum Brandschutzeinrichtungen Explosionsschutzmaßnahmen
<b>Varianten:</b> - stoffabhängig		

<b>Grundtyp G: Gebindelager</b>		
Stoffe	Anlagenteile, Ausrüstung	Sicherheitseinrichtungen
Bestimmende R-Sätze: Alle gefährlichen Stoffe Aggregatzustand: flüssig, fest, (pastös)	Bauwerk Gebinde (Abfülleinrichtungen) Regalsysteme Transportmittel	Auffangraum Brandschutzeinrichtungen Explosionsschutzmaßnahmen
<b>Subtypen/Varianten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- im Gebäude, im Freien</li> <li>- Hochregallager</li> <li>- Automatisierte Ein- und Auslagerung</li> </ul>		

## 4.2 Umweltschutzleistung von Anlagen gemäß BAT

Die Umweltschutzleistung von Anlagen oder Anlagenteilen wird danach beurteilt, wie weit die für die Lagerung relevanten Ziele der IVU Richtlinie, nämlich die Minimierung der Emissionen und ein hohes Niveau der Anlagensicherheit, erreicht werden.

Emissionsminderung:

- Ermittlung der relevanten Stoffeigenschaften (R-Sätze) und des Umweltverschmutzungspotentials
- Wirkungsgrad emissionsmindernder Systeme zur sicheren Einhaltung von Grenzwerten

Zur Anlagensicherheit sind wichtig:

- Erfassung der Schutzzwecke unter besonderer Berücksichtigung des Gewässerschutzes, daneben Brandschutz, Explosionsschutz und Maßnahmen gegen schwere Unfälle im Sinne der Sevesorichtlinie
- Maßnahmen nach Unfällen

Zusätzlich sind als besondere Aspekte z.B. zu betrachten:

- Zusammenlagerung/Getrenntlagerung
- Befüllvorgänge/-einrichtungen
- multimediale Komplexität

Die Umweltschutzleistung der BAT Anlagen ergibt sich im wesentlichen aus der Auswahl der Baugruppen. Einzelheiten werden in Kapitel 5 bei der Festlegung von optimalen Lagerungssystemen dargelegt.

### 4.3 Wirtschaftliche Leistung von BAT-Anlagen

Die wirtschaftliche Leistung der BAT-Anlagen wird danach bemessen, in wieweit die entstehenden Kosten im vertretbaren Verhältnis zu den Umweltschutzleistungen stehen. Dabei ist auch der Aufwand für Nachbesserungen an einer bestehenden Anlage relevant.

Folgende Kosten kommen im wesentlichen für die Lagerung in Betracht:

- Investitionskosten
- Betriebskosten
- Instandhaltungskosten
- Materialkosten für den Betrieb (Hilfsstoffe, etc.)

Allgemein gültige Angaben zu Kosten verschiedener Systeme und Vergleiche stehen nicht zur Verfügung. Die Betriebsstruktur und die vorhandene Infrastruktur am jeweiligen Standort spielt eine wichtige Rolle. Zudem ist die Umweltschutzleistung von Sicherheitseinrichtungen kaum quantitativ zu bewerten, so daß in der Regel die wirtschaftliche Leistung eines bestimmten Systems im Einzelfall beurteilt werden muß.

Ein einfacher Ansatz zur Bemessung der wirtschaftlichen Leistung eines Systems oder einer Komponente kann ein Kostenvergleich bei gleicher Umweltschutzleistung sein. An folgenden drei Beispielen wird dies erläutert:

- 1) Der Austausch von herkömmlichen Befüll- oder Entnahmepumpen gegen leakagefreie Pumpen kann je nach Leistung 5000-20000 Euro je Pumpe kosten. Alternativen bei gleicher Umweltschutzleistung sind hinsichtlich des Pumpentyps möglich, die Kosten unterscheiden sich jedoch nicht erheblich.
- 2) Die Sanierung eines bestehenden Auffangraumes durch eine flüssigkeitsdichte und stoffbeständige Beschichtung oder Auskleidung wäre je nach Ausführung mit Investitionskosten von 50-300 Euro/m<sup>2</sup> Fläche verbunden. Alternativen bei gleicher Umweltschutzleistung (hier der Dichtheit und Stoffbeständigkeit) sind z.B. eine Edelstahlauskleidung oder eine günstigere Kunststoffbeschichtung. Außerdem wäre eine Neukonstruktion, z.B. ein flüssigkeitsdichtes Betonbauwerk zu erwägen.
- 3) Ein elektronischer Sensor (z. B. für eine Überfüllsicherung) kostet 500-2000 Euro. Alternativen bei wiederum gleicher Umweltschutzleistung sind hinsichtlich des Meßprinzips möglich, die Kosten unterscheiden sich nicht gravierend. Wesentlich ist, daß die Einrichtungen zuverlässig sind.

## 5 Optimale verfügbare Systeme

### 5.1 Grundsätze

Die folgenden Grundsätze sollten im allgemeinen für die besten verfügbaren Systeme zur Lagerung gefährlicher Stoffe gelten:

1. Die dampfförmigen Emissionen aus Lageranlagen sind durch technische Maßnahmen soweit begrenzt, daß keine erheblichen Umweltverschmutzungen verursacht werden.
2. Lageranlagen sind so errichtet und werden so betrieben, daß im bestimmungsgemäßen Betrieb gefährliche Stoffe nicht austreten. Sollten dennoch durch eine Störung flüssige Stoffe austreten, werden sie zurückgehalten.
3. Undichtheiten aller Anlagenteile, die mit gefährlichen Stoffen in Berührung stehen, werden schnell und zuverlässig erkannt. Einwandige unterirdische Behälter für Flüssigkeiten sollten daher nicht verwendet werden.
4. Maßnahmen zum Brandschutz sind vorhanden, wenn brennbare Stoffe gelagert werden.
5. Die verwendeten Werkstoffe sind mit den Lagermedien verträglich
6. Gefährliche Stoffe, die aus Sicherheitseinrichtungen austreten können, werden sicher abgeleitet und ggfs. aufgefangen
7. Betriebsanweisungen mit Überwachungs-, Instandhaltungs- und Alarmplan sind erstellt und sind den Beschäftigten bekannt.

Um die genannten Grundsätze umzusetzen, sind konkrete Eigenschaften der in Kapitel 4 vorgestellten Baugruppen notwendig. Diese werden in den folgenden Abschnitten anhand schematischer Darstellungen beschrieben und erläutert. Dabei wird auch die Umweltschutzleistung der jeweiligen Einzelmaßnahme angegeben. Die Beschreibung beschränkt sich hier auf die wesentlichen Gesichtspunkte, Anhang 5 enthält detaillierte technische Informationen unter Berücksichtigung der relevanten technischen Regeln und Normen.

### 5.2 Tanklager für Flüssigkeiten, Typ 1 (Abb. 5.1 und 5.2)

Die Flüssigkeiten werden in brennbare Flüssigkeiten und sonstige Flüssigkeiten unterschieden. Brennbare Flüssigkeiten haben einen Flammpunkt  $< 55^{\circ}\text{C}$  (R10, R11, R12) und können noch andere gefährliche Eigenschaften besitzen (z.B. giftig sein). Abbildung 5.1 zeigt Beispiele von Lageranlagen für brennbare Flüssigkeiten.

Unter den Begriff sonstige flüssige Stoffe fallen alle Flüssigkeiten, die nicht die Eigenschaft *brennbar* im Sinne von hochentzündlich (R12), leichtentzündlich (R11) oder entzündlich (R10) aufweisen. Sie können jedoch *entzündbar* sein, d.h. einen Flammpunkt  $> 55^{\circ}\text{C}$  aufweisen. Die gefährlichen Eigenschaften können z.B. in der Giftigkeit oder Umweltgefährlichkeit (Wassergefährdung) bestehen. Abbildung 5.2 zeigt ein Beispiel für Lageranlagen für sonstige flüssige Stoffe.

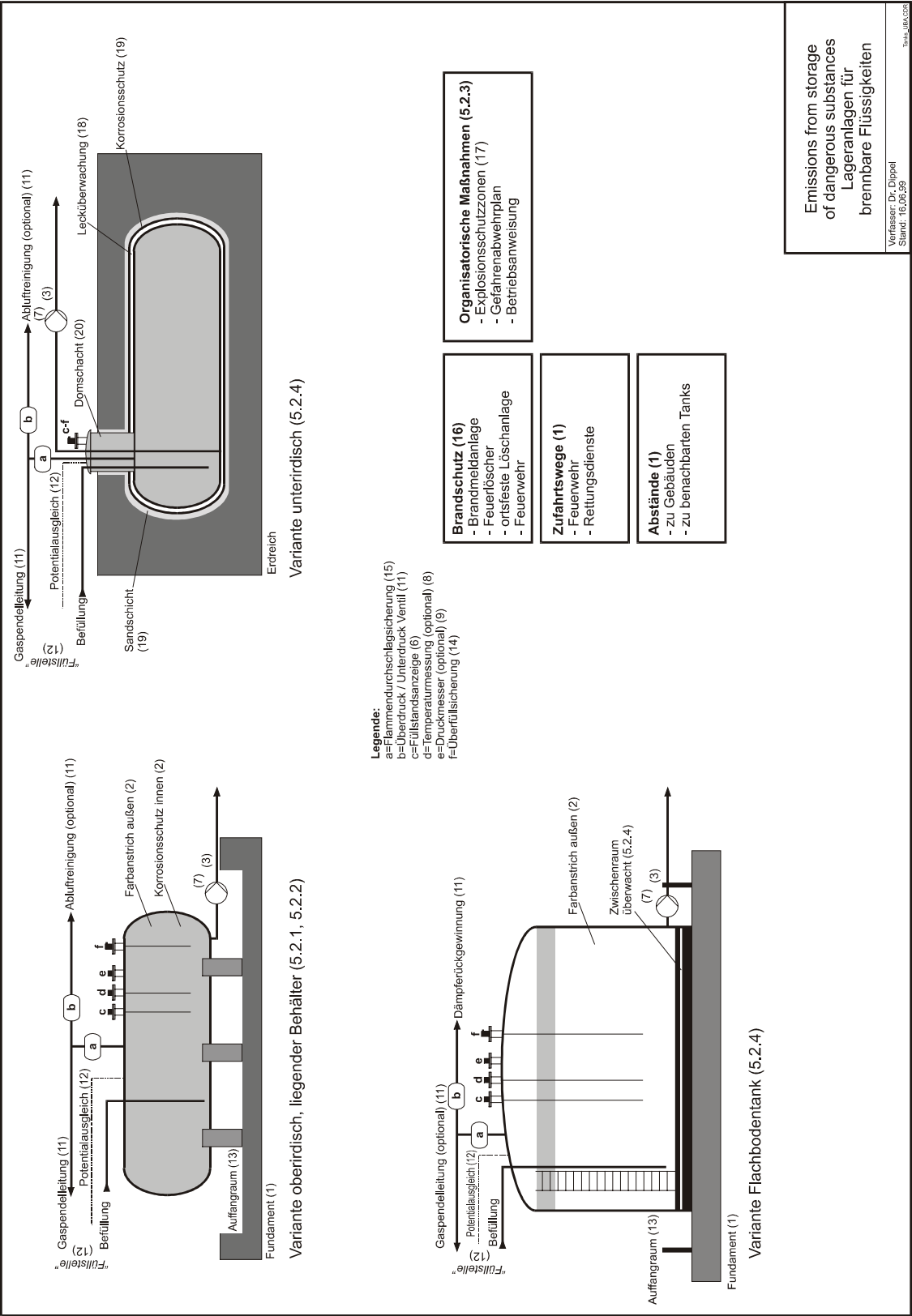


Abbildung 5.1: Lageranlagen für brennbare Flüssigkeiten

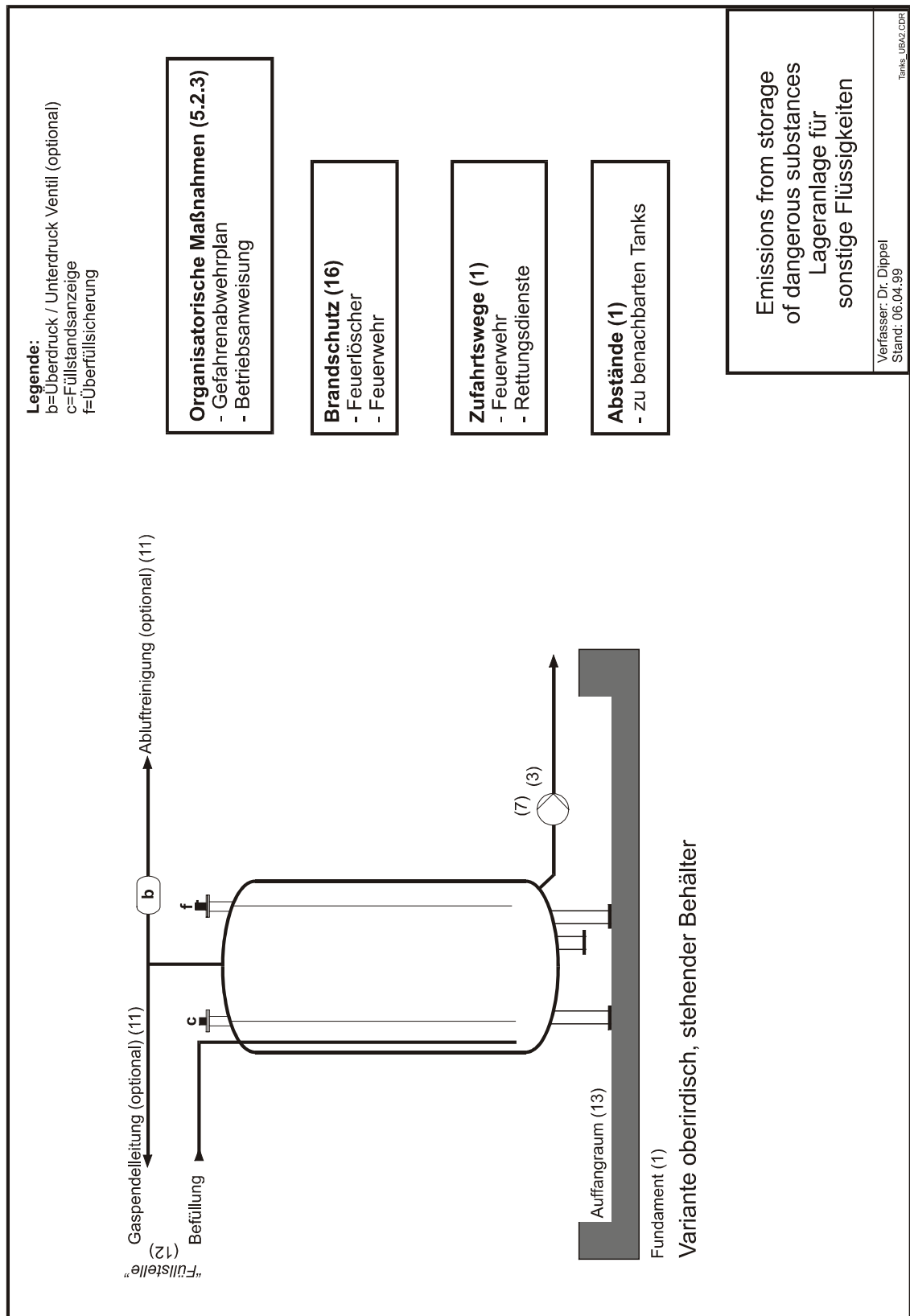


Abbildung 5.2: Lageranlagen für sonstige Flüssigkeiten

## 5.2.1 Anlagenteile und Ausrüstung

### (1) Bauwerk

Bauliche Einrichtungen einschließlich der Tanks und Fundamente sind so errichtet, daß Verlagerungen und Neigungen, die die Sicherheit und Dichtigkeit der Anlagen gefährden können, ausgeschlossen sind. Die Freisetzung gefährlicher Stoffe in Luft, Boden oder Wasser durch Versagen von Tankwandungen wird so verhindert.

Zufahrtswege für die Feuerwehr und für Rettungsdienste sind vorhanden, um ein schnelles Eingreifen im Schadensfall zu ermöglichen.

Die Tankabstände und die Abstände der Tanks zu Wänden und anderen Bauteilen sind ausreichend groß, um bei Kontrollgängen Störungen sicher erkennen zu können und eine Übertragung von Bränden zu vermeiden.

Um Gefahren von benachbarten Einrichtungen oder Gebäuden zu verringern, sind auch zu diesen Abstände eingehalten oder Schutzwände errichtet.

Gefahren für Lageranlagen können auch durch Anfahren entstehen. Daher werden gefährdete Tankanlagen durch einen Anfahrschutz gesichert.

### (2) Lagertanks

Die Tankwandungen halten, sofern beste verfügbare Techniken eingesetzt sind, den zu erwartenden mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen stand. Sie sind gegen die gelagerten Substanzen und deren Dämpfe undurchlässig und beständig; sie sind ferner im erforderlichen Maße alterungsbeständig und gegen Flammeneinwirkungen widerstandsfähig. Falls erforderlich, sind sie mit einem Anfahrschutz versehen. Zur Vorbeugung von Unfällen durch korrosionsbedingte Leckagen ist es vor allem erforderlich und üblich, daß Lagerbehälter innen gegen Korrosion unter besonderer Berücksichtigung der gelagerten Stoffe und ihrer Eigenschaften geschützt werden. Hierfür kommen geeignete Behältermaterialien oder zusätzliche Beschichtungen oder Anstriche infrage. Soweit keine technischen Regeln verfügbar sind, nach denen die Korrosionssicherheit geprüft werden kann<sup>2</sup>, ist es üblich, folgendermaßen vorzugehen:

Die Korrosionssicherheit wird anhand von Referenzobjekten geprüft oder

- sie wird im Einzelfall anhand von Laboruntersuchungen ermittelt oder
- sie wird anhand vorhandener Resistenzlisten geeigneter Organisationen<sup>3</sup> beurteilt.

Sollte es im Einzelfall nach Art der Stoffe und der verfügbaren Behältermaterialien nicht möglich sein, eine völlige Korrosionssicherheit zu erreichen, besteht auch die Möglichkeit, eine bestimmte Abtragsrate in Kauf zu nehmen, wenn punktförmige Korrosionen ausgeschlossen sind und hinreichend häufig geprüft wird, ob trotz des Materialabtrages die tragenden Teile nicht unzulässig statisch geschwächt werden.

<sup>2</sup> wie etwa in Deutschland bei Stahlbehältern die DIN 6601 /L14

<sup>3</sup> z.B. in Deutschland anhand der Dechema-Liste

Zur Vorbeugung von Unfällen durch Leckagen ist es erforderlich und nach den besten verfügbaren Techniken üblich, daß Lagerbehälter auch von außen gegen Korrosion geschützt werden. Hierzu kommen vor allem geeignete Anstriche infrage.

Ein Farbanstrich kann auch als Maßnahme zur Emissionsminderung durch Tankatmung dienen erfolgen, diese Maßnahme kann zusammen mit anderen Maßnahmen (5.2.1.11) mit dem gleichen Ziel erfolgen.

Lagertanks können einwandig (im Auffangraum aufgestellt) oder doppelwandig ausgeführt sein, um die Gefahr eines Stoffaustritts zu minimieren. Doppelwandige Lagertanks erfüllen ihren technischen Zweck, wenn der Zwischenraum überwacht wird.

### (3) Rohrleitungen

Rohrleitungen sind so beschaffen, daß Flüssigkeiten aus ihnen nicht auslaufen können oder daß Undichtheiten leicht und zuverlässig feststellbar sind. Sie sind so angeordnet, daß sie gegen nicht beabsichtigte Beschädigung, z.B. durch Fahrzeuge, gesichert sind. Die Rohrleitungen einschließlich ihrer Formstücke und Armaturen sind für einen Druck ausgelegt, der einen sicheren Betrieb gewährleistet. Die Werkstoffe entsprechen den Anforderungen, die an die Lagertanks gestellt werden.

Einwandige unterirdische Rohrleitungen genügen den besten verfügbaren Techniken normalerweise nicht. Unterirdische Rohrleitungen sollten aufgrund des besonderen Risikos generell nur verwendet werden, wenn oberirdische Rohrleitungen aus Gründen der Sicherheit oder der betrieblichen Anforderungen nicht möglich sind. In diesen Fällen kommen folgende technische Maßnahmen, die angewandt werden um Leckagen zu vermeiden oder rechtzeitig zu erkennen und zurückzuhalten, in Betracht:

- doppelwandige Rohrleitungen,
- Saugleitungen,
- Rohrleitungen im dichten Hüllrohr oder Schutzkanal

Rohrleitungen sollten die Wände oder Böden von Auffangräumen nicht durchdringen. Wenn dies unvermeidbar ist, werden besonders zuverlässige Abdichtmaßnahmen vorgenommen.

### (4) Absperreinrichtungen

Absperreinrichtungen (Armaturen) sind gut zugänglich und leicht zu bedienen. Die Absperreinrichtungen sind hinsichtlich Werkstoff, Herstellung, Bemessung, Prüfung und Gütenachweis für den jeweiligen technischen Zweck geeignet. Gehäuse von Absperreinrichtungen bestehen aus zähem Werkstoff. Absperreinrichtungen unterhalb des Flüssigkeitsstandes können in besonderen Fällen „fire-safe“ ausgeführt werden, um deren Versagen bei Unterfeuerung zu verzögern.

### (5) Dichtungen

Verbindungen und Abdichtungen an Pumpen, Armaturen und Rohrleitungen (Dichtungen) sind so montiert, installiert, daß sie während des Betriebes zur umgebenden Atmosphäre hin technisch dicht sind und die Dichtungen nicht aus ihrem Sitz gedrückt werden können. Damit werden Emissionen in die Luft vermindert bzw. minimiert.

Die Auswahl eines anforderungsgerechten Dichtungssystems und der Werkstoffe erfolgt unter Berücksichtigung



- der Stoffeigenschaften (R-Sätze)
- den mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen
- der Beständigkeit gegenüber dem Fördermedium

Für Anlagen mit hohem Umweltverschmutzungspotential kommen Flansche mit Nut und Feder oder Vor- und Rücksprung oder besondere Dichtungen, wie metallarmierte oder kammprofilierte Dichtungen in Betracht.

#### (6) Füllstandsanzeige

Lagertanks sind mit einer Füllstandsanzeige ausgerüstet. Das Meßprinzip ist für das Medium geeignet ist und die Zuverlässigkeit der Einrichtung ist sichergestellt. Emissionen durch Überfüllung können durch frühzeitig ergriffene Maßnahmen ggfs. vermieden oder verringert werden.

#### (7) Befüll- und Entnahmepumpe

Um Emissionen gefährlicher Stoffe durch Pumpenabdichtungen zu vermindern oder minimieren, werden Pumpen mit geringen Leckverlusten verwendet; hierzu gehören z.B. Pumpen mit Gleitringdichtungen.

In Anlagen mit hohem Umweltverschmutzungspotential kommen leakagefreie Pumpen, z.B. Spaltrohrmotorpumpen oder Pumpen mit Magnetkupplung in Betracht.

#### (8) Temperaturüberwachung

Die Temperatur der Lagermediums wird überwacht, wenn dies aufgrund der Betriebsweise oder aufgrund der Stoffeigenschaften erforderlich ist, z.B. bei beheizten Tanks. Damit können Störungen des Normalbetriebs erkannt werden und Emissionen durch frühzeitig ergriffene Maßnahmen ggfs. vermieden oder verringert werden. Die Zuverlässigkeit der Einrichtung ist sichergestellt.

#### (9) Drucküberwachung

Der Druck in den Lagertanks wird überwacht, wenn dies aufgrund der Betriebsweise oder aufgrund der Stoffeigenschaften erforderlich ist, z.B. bei Schutzgasüberlagerung. Damit können ebenfalls Störungen des Normalbetriebs erkannt werden und Emissionen durch frühzeitig ergriffene Maßnahmen ggfs. vermieden oder verringert werden. Die Zuverlässigkeit der Einrichtung ist sichergestellt.

#### (10) Be- und Entlüftungseinrichtungen

Drucklos betriebene Lagertanks sind mit Belüftungs- und Entlüftungseinrichtungen (Lüftungseinrichtungen) ausgerüstet. Die Einrichtungen verhindern gefährliche Unterdrücke und Überdrücke, die zum Versagen der Tankwandungen führen könnten.

Die Lüftungseinrichtungen sind nicht absperibar. Lüftungseinrichtungen sind bei den zu erwartenden Beanspruchungen ausreichend fest, formbeständig und gegen Dämpfe des Lagergutes beständig. Sie sind ferner im erforderlichen Maße alterungsbeständig und gegen Flammeinwirkung ausreichend widerstandsfähig. Die Lüftungseinrichtungen sind so bemessen, daß sowohl bei höchstem Volumenstrom der Pumpen als auch bei Temperaturschwankungen im Tank kein gefährlicher Unterdruck oder Überdruck entstehen kann.

## (11) Maßnahmen zur Emissionminderung von Dämpfen

**Übersicht** Die in diesem Absatz beschriebenen Techniken Maßnahmen dienen der Reduzierung der Emissionen bei der Tankbefüllung und bei der Tankatmung. Ursache der Tankatmung ist die Änderung von Zustandsgrößen (Druck, Temperatur) durch wechselnde meteorologische Bedingungen: Luftdruck, Umgebungstemperatur, Sonneneinstrahlung und Niederschläge.

Die Techniken können einzeln oder in Kombination angewendet werden. Welche Systeme zur Anwendung kommen sollten, hängt im wesentlichen vom Umweltverschmutzungspotential der Stoffe ab.

**Unterspiegelbefüllung** Lagertanks werden, sofern keine wirksameren Maßnahmen zur Emissionminderung vorhanden sind, unter dem Flüssigkeitsspiegel befüllt. Dabei wird durch technische Maßnahmen sichergestellt, daß die Tanks nicht durch Hebereffekte über die Befüllrohrleitung leerlaufen können.

**Überdruck- / Unterdruckventile** dienen der Reduzierung der dampfförmigen Emissionen bei der Tankatmung und sind meist eine technische Modifikation der Lüftungseinrichtungen. Der Ansprechdruck der Ventile ist dem Auslegungsdruck des Tanks angepaßt. Die Ventile sind, wie bei den Lüftungseinrichtungen beschrieben, so ausgelegt, daß sie ihren technischen Zweck sicher erfüllen und kein gefährlicher Überdruck oder Unterdruck entstehen kann. Die Emissionsminderung der Ventile hängt von den Ansprechdrücken ab, bei z.B. -7 und +14 mbar beträgt die Emissionminderung in Bezug auf die Atmung ca. 50%.

**Tankanstrich** Die Wahl des Farbtons bei Tankanstrichen hat einen erheblichen Einfluss auf das Ausmaß der Tankatmung im Tag-Nacht Rhythmus. Ein heller Tankanstrich reduziert die Tankatmung. In der Regel werden Tankanstriche verwendet, die die Strahlungswärme zu mindestens 70% reflektieren.

**Gaspendelung** Dämpfe, die bei der Befüllung eines Lagertanks verdrängt werden, werden über eine dampfdichte Verbindungsleitung in das Tankfahrzeug zurückgeführt. Der Flüssigkeitsfluß sollte nur bei Anschluß des Gaspendelsystems freigegeben werden. Die Gaspendelleitung ist während des Befüllvorgangs nicht absperrbar, um unzulässigen Überdruck im Tank zu vermeiden. Die Gaspendelleitungen sind so ausgelegt, daß sie das verdrängte Dampf/Luft-Volumen ohne Druckaufbau abführen können.

**Dämpferückgewinnung** Alternativ zur Gaspendelung können die verdrängten Dämpfe bei der Tankbefüllung einer Dampfückgewinnungsanlage zugeführt werden. Diese Technik wird im wesentlichen bei großen Lagertanks im Bereich der Mineralölindustrie angewendet. Die Verfahren sind im folgenden Abschnitt aufgeführt.

**Abluftreinigungsanlage** Emissionen, die sowohl durch die Befüllung als auch durch Atmung entstehen, können auch über eine Abluftreinigungsanlage abgeleitet werden. Dabei kommen folgende Verfahren in Frage:

- thermische Verfahren (Verbrennung)
- Adsorptionsverfahren (z.B. an Aktivkohle)
- Membrantrennanlagen
- Kondensation
- Abluftwäsche
- mehrstufige Anlagen

Bei den genannten Verfahren sind Wirkungsgrade von mehr als 99% zu erreichen. Die Auswahl des geeigneten Verfahren orientiert sich in erster Linie an der Effektivität, diese wiederum hängt wesentlich von den chemischen Stoffeigenschaften ab. Bei Adsorptionsverfahren und dem Betrieb von Abluftwäschern entstehen Abfälle bzw. Abwässer, die entweder regeneriert oder schadlos entsorgt werden. Damit entstehen neben Betriebskosten sekundäre Belastungen der Umwelt, die bei der Auswahl zu berücksichtigen sind.

#### (12) Füllstelle

Es ist technisch möglich und im Hinblick auf die Vermeidung von Unfällen erforderlich, daß die Befüllung von Lagerbehältern aus Tankfahrzeugen im allgemeinen auf einer gesicherten Fläche stattfindet. Diese Fläche ist gegen die abzufüllenden Stoffe beständig und dicht und verfügt über ein Rückhaltevermögen. Bei der Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevermögens werden die im Einzelfall bestehenden Risiken berücksichtigt. Lagertanks und Lieferfahrzeuge werden elektrisch leitfähig verbunden, um einen Potentialausgleich herzustellen und so Gefahren durch elektrostatische Aufladung zu begegnen.

### 5.2.2 Sicherheitseinrichtungen

#### (13) Auffangraum

Entsprechend der Notwendigkeit, Unfällen vorzubeugen und deren Auswirkungen für die Umwelt zu verringern (s. Anhang IV Nr. 10 der IVU Richtlinie) werden Behälter zur Lagerung gefährlicher Stoffe im allgemeinen mit Auffangräumen versehen, die gegen die Stoffe beständig und dicht sind und ein ausreichendes Rückhaltevermögen haben. Es entspricht den besten verfügbaren Techniken, das Rückhaltevermögen normalerweise so groß auszulegen, daß das gesamte Volumen eines Lagerbehälters aufgenommen werden kann. Befinden sich mehrere Lagerbehälter in einem Auffangraum, wird das Rückhaltevermögen auf das Volumen des größten Behälters oder einen bestimmten Prozentsatzes des gesamten Lagervolumens ausgelegt. Unter Berücksichtigung der erforderlichen Kosten und insbesondere der Verhältnisse bei bestehenden Anlagen (s. Anhang IV Nr. 7) ist es auch möglich, in Abhängigkeit von der Menge und Gefährlichkeit der Stoffe sowie der örtlichen Bedingungen ein geringeres Rückhaltevermögen (Teilauffangraum) vorzusehen, wenn Leckagen schnell genug erkannt werden und dann wirkungsvolle Hilfsmöglichkeiten, wie eine Werksfeuerwehr zur Verfügung stehen. Für die Auslegung eines Teilauffangraums stehen technische Regeln zur Verfügung. Auffangräume haben im allgemeinen keine Abläufe. Anfallendes Niederschlagswasser wird fallweise nach Kontrolle abgepumpt.

Alternativ zur Aufstellung in einem Auffangraum können Lagerbehälter auch doppelwandig ausgeführt sein, wobei der Zwischenraum durch ein Leckanzeigegerät überwacht wird und ein Schaden sowohl der Innen- als auch der Außenwand frühzeitig erkannt werden kann.

#### (14) Überfüllsicherung

Im allgemeinen reicht es nicht aus, wenn bei Befüllvorgängen nur der Füllstand erfasst und kontrolliert wird. Wegen der Gefahr des Überfüllens und der damit verbundenen Boden- und Gewässerverunreinigung sind Lagertanks mit Überfüllsicherungen ausgestattet, die rechtzeitig vor Erreichen des maximal zulässigen Flüssigkeitsstands Füllvorgänge selbsttätig unterbrechen. Das Meßprinzip ist für das Medium geeignet ist und die Zuverlässigkeit der Einrichtung ist sichergestellt. Die Überfüllung der Lagertanks und Freisetzung gefährlicher Stoffe wird verhindert.

**(15) Flammendurchschlagsicherungen**

Zum Schutz vor Bränden und Explosionen sind Öffnungen von Tanks, durch die Flammen in den Tank hineinschlagen könnten, mit flammendurchschlagsicheren Armaturen ausgerüstet. Flammendurchschlagsicherungen sind oft eine technische Modifikation der Lüftungseinrichtungen bzw. der Überdruck/Unterdruckventile.

Die Zuverlässigkeit der Einrichtungen ist sichergestellt.

**(16) Brandschutzeinrichtungen**

Die technischen und organisatorischen Brandschutzmaßnahmen sind dem Umweltverschmutzungspotential der gelagerten Stoffe angemessen. Nicht nur für brennbare Flüssigkeiten, sondern auch für die sonstigen flüssigen Stoffe können Brandschutzmaßnahmen im Einzelfall wichtig sein.

Folgende Maßnahmen können dabei in Betracht kommen:

- Maßnahmen zum baulichen Brandschutz, Verwendung nichtbrennbarer Bau- und Werkstoffe
- Abstände und Schutzstreifen
- Feuerlöscher
- Brandmeldeanlage
- Ortsfeste Löschanlage
- Feuerwehr (werksintern und/oder extern)

**(17) Explosionsschutzmaßnahmen**

Der Explosionsgefahr in Lägern für brennbare Flüssigkeiten wird durch technische und organisatorische Maßnahmen begegnet. Dabei sind folgende unterschiedlichen Techniken zu unterscheiden:

- Maßnahmen, die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre vermeiden oder vermindern, z.B. Inertisierungsmaßnahmen
- Vermeidung von Zündquellen durch den Einsatz geeigneter Maschinen und Geräte und organisatorische Maßnahmen z.B. Explosionsschutzzonen, Rauchverbot etc.
- Konstruktive Maßnahmen, die Auswirkungen von Explosionen vermindern, z.B. explosionsfeste Bauweise

Die beschriebenen Techniken werden einzeln oder in Kombination angewendet. Welche Technik zur Anwendung kommen sollte, hängt im wesentlichen vom Umweltverschmutzungspotential der Stoffe und den jeweiligen betrieblichen Gegebenheiten ab. Die Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen sind in der EG Richtlinie 94/9 /E27/ geregelt.

**5.2.3 Organisatorische Maßnahmen**

Für einen sicheren Anlagenbetrieb sind organisatorische Maßnahmen wichtig.

Alarmpläne, Gefahrenabwehrpläne und Meldewege zu externen Stellen liegen vor und sind aktuell. Sie dienen der schnellen Eingreifmöglichkeit interner und externer Einsatzkräfte und damit der Schadensminderung bei Unfällen.

Betriebsanweisungen liegen vor und werden eingehalten. Sie enthalten Angaben zum sicheren Betrieb der Anlagen, dazu gehören Überwachungspläne, Instandhaltungspläne und Vorkehrungen zur Vermeidung von Fehlbedienungen.

Regelmäßig werden Schulungen und Unterweisungen der Beschäftigten durchgeführt. Dabei wird unter anderem über Gefahren am Arbeitsplatz und Gefahren für die Umwelt informiert.

Tankanlagen werden regelmäßig von internem oder externem Fachpersonal geprüft. Die Fristen der Prüfungen sind dem Umweltverschmutzungspotential angemessen festgelegt.

Ferner sind im Betrieb aktuelle Lagerverzeichnisse und Planungen für eine Schadensnachsorge (intern und extern) vorhanden.

#### **5.2.4 Varianten (Abb. 5.1)**

**Unterirdische Lagerung** Bei der unterirdischen Lagerung sind folgende Aspekte wichtig:

##### **(18) Lecküberwachung**

Unterirdische Lagertanks können doppelwandig mit Lecküberwachung ausgeführt sein, da ein Austritt gefährlicher Stoffe in den Boden sonst nur schwer erkennbar wäre.

##### **(19) Korrosionsschutz unterirdischer Tanks**

Die Tanks sind gegen Korrosion von außen, z.B. mit kathodischer Korrosionsschutz oder einer Isolierung, z.B. aus Bitumen, geschützt. Der Einbau unterirdischer Tanks erfolgt so, daß eine Beschädigung von oben nicht zu befürchten ist. Der Tank ist von einer Schicht nichtbrennbarer Stoffe allseitig umgeben, der die Isolierung nicht beschädigen kann; dafür eignet sich z.B. Sand.

##### **(20) Domschacht**

Der Domschacht eines unterirdischen Behälters ist normalerweise beständig und flüssigkeitsdicht ausgebildet. Bei bestehenden Anlagen sollte sichergestellt sein, daß keine gefährlichen Stoffe in den Domschacht eindringen können und Vorrichtungen verwendet werden, die Leckagen beim Befüllen auffangen.

**Stehende/liegende Tanks** Die Umweltschutzleistung dieser Varianten unterscheidet sich nicht wesentlich.

**Im Gebäude, im Freien** Tankläger in Gebäuden oder mit Überdachung haben gegenüber Tanklagern, die im Freien errichtet sind, den wesentlichen Vorteil, daß kein Niederschlagswasser im Auffangraum anfällt. Damit ist die Gefahr einer Gewässerverunreinigung (direkt oder indirekt) geringer. Andererseits sind im Gebäude ggfs. aufwendigere Brandschutzmaßnahmen, d.h. in der Regel automatische Löschanlagen, sinnvoll. Eine ausreichende Belüftung im Gebäude ist vorzusehen.

**Flachbodentanks** mit Festdach stellen ein geschlossenes System dar, Verdrängungsluft wird über Gaspendelung oder Abgasreinigung entsorgt. Flachbodentanks werden hauptsächlich für die Lagerung großer Volumina, z.B. im Bereich der Mineralölindustrie eingesetzt.

Neben den bereits in Abschnitt 5.2 (11) beschriebenen Maßnahmen zur Emissionsminderung von Dämpfen in die Luft sind bei diesen Varianten folgende Maßnahmen realisiert:

Bei Festdachtanks, die häufig befüllt und entleert werden, können durch Schwimmdecken Emissionen durch eine möglichst unmittelbare und vollständige Abdeckung der Flüssigkeitsoberfläche vermindert werden. Sie können verschiedenartig ausgeführt sein. Kriterium für die Umweltschutzleistung ist die Wirksamkeit der Randabdichtungen, die hauptsächlich mit der Steifigkeit der Decke abhängt. Bei längeren Standzeiten wird die Aufsättigung des Gasraumes über der Schwimmdecke auf Dauer nicht verhindert, die Wirksamkeit einer Schwimmdecke als emissionsmindernde Maßnahme ist daher im Zusammenhang mit der Betriebsweise im Einzelfall zu beurteilen.

Schwimmdachtanks sind mit beweglichen Konstruktionen ausgerüstet, welche die Oberfläche der Flüssigkeit zur Atmosphäre mit doppelten Randabdichtungen hin abdichten. Wesentliches Kriterium für die Umweltschutzleistung ist auch bei dieser Variante die Qualität der Randabdichtungen.

Die flexiblen Dichtungen an Schwimmdachtanks und Festdachtanks mit Schwimmdecke werden so ausgeführt, daß die Emissionsrate in Vergleich zu einem Festdachtank ohne Schwimmdecke bei ruhendem Tank um mindestens 95% gesenkt wird.

Bei Flachbodentanks stellt der Boden ein besonderes Risiko dar, weil ohne besondere Schutzvorkehrungen die bei einer Leckage die in den Untergrund gelangenden Stoffe nicht rechtzeitig erkannt werden können und sehr aufwendige und teure Sanierungsmaßnahmen des Untergrunds die Folge sind. Es ist technisch möglich und im Hinblick auf den Gewässerschutz erforderlich, den Boden von Flachbodentanks überwachbar zu gestalten.

Dazu sind sowohl bei neuen als auch bei bestehenden Anlagen eine Reihe gleichwertiger Techniken geeignet. In erster Linie kommt hier eine doppelwandige Ausbildung mit Lecküberwachung, z.B. auf Vakuumbasis infrage. Bei bestehenden Behältern sind unter Berücksichtigung der Kosten auch andere Verfahren möglich, wie z.B. Aufstellung des Behälters auf einem Trägerrost, um Leckagen sichtbar zu machen. Hilfsweise kann auch durch regelmäßige Wanddickenmessungen sichergestellt werden, daß Leckagen des Bodens nicht auftreten.

**Schutzgasüberlagerung** wird für die Lagerung von Stoffen angewendet, die mit Komponenten der Luft, Sauerstoff oder Feuchtigkeit, reagieren können. Als Schutzgas wird normalerweise Stickstoff verwendet. Eine inerte Tankatmosphäre dient nicht nur der Qualitätssicherung, sie vermindert auch Gefahren durch Explosionen. In Tanks, die mit Schutzgas überlagert sind, ist die Überwachung des Drucks wichtig, um ein Tankversagen durch Überdruck oder Unterdruck zu verhindern. Dazu werden Berstscheiben, Sicherheitsventile oder Überdruck/Unterdrucksicherungen verwendet.

#### 5.2.5. Tanklager für sonstige flüssige Stoffe (Abb. 5.2)

Wie bei den Lageranlagen für brennbare Flüssigkeiten gilt auch für die sonstigen flüssigen Stoffe, daß die jeweiligen Anforderungen an beste verfügbare Techniken abgestuft gemäß dem Umweltverschmutzungspotential und den örtlichen Gegebenheiten stellen sind.

Anlagenteile und Sicherheitseinrichtungen, die Gefahren durch die Stoffeigenschaft (*leicht entzündlich*) vermeiden, entfallen für diesen Lagertyp. Flammendurchschlagsicherungen sowie technische und organisatorische Maßnahmen zum Explosionsschutz sind daher nicht erforderlich.

### 5.3 Lageranlagen für Gase Typ 2 (Abb. 5.3)

Die Gase werden ähnlich wie die Flüssigkeiten in brennbare und nicht brennbare Gase unterschieden, da insbesondere die sicherheitstechnische Ausrüstung der Lageranlagen von dieser Eigenschaft abhängt.

Zahlreiche industriell verwendete Gase werden unter Druck in flüssiger Form gelagert. Die Variante *drucklose Lagerung* ist demgegenüber nicht bedeutsam.

Die Lagerung von Flüssiggasen erfolgt üblicherweise bei kleineren Mengen in zylindrischen Behältern, bei großen Mengen bis ca. 1500 m<sup>3</sup> in Kugelbehältern.

Die flüssigen Phasen in Lagertanks stehen mit ihrem Dampf gemäß der Dampfdruckkurve im Gleichgewicht. Bei Betriebsstörungen ist aufgrund des Aggregatzustands die Gefahr einer Gewässer- oder Bodenverunreinigung geringer als bei den Flüssigkeiten, dagegen ist die Gefahr von Luftverunreinigungen durch Gase größer.

Hochentzündliche Flüssiggase (R12) haben einen sehr niedrigen Flammpunkt und können noch andere gefährliche Eigenschaften besitzen (z.B. giftig sein). Abbildung 5.3 zeigt je ein Beispiel von Lageranlagen für hochentzündliche Flüssiggase und sonstige Gase, die nicht hochentzündlich bzw. nicht brennbar sind.

#### 5.3.1 Anlagenteile und Ausrüstung

Die Anforderungen, die an die Anlagenteile und die Sicherheitseinrichtungen der besten verfügbaren Systeme zu stellen sind, gleichen natürlich denen der Lager für Flüssigkeiten.

Emissionen in die Luft treten im normalen Lagerbetrieb nicht auf, da sich die Stoffe in geschlossenen Systemen befinden. Bei der Befüllung läßt es sich nicht vermeiden, daß Restmengen in die Luft emittiert werden.

Zahlreiche Anforderungen, die für die besten verfügbaren Systeme der Lageranlagen für Flüssigkeiten genannt wurden, gelten auch für Lageranlagen für Gase, dies sind:

- (1) Bauwerk (Fundament)
- (2) Lagertanks
- (3) Rohrleitungen
- (4) Absperreinrichtungen
- (5) Dichtungen
- (6) Füllstandsanzeige
- (8) Temperaturüberwachung
- (9) Drucküberwachung
- (13) Auffangraum
- (14) Überfüllsicherung
- (16) Brandschutzeinrichtungen
- (17) Explosionsschutzmaßnahmen

und die bereits beschriebenen organisatorischen Maßnahmen.

Ergänzend sind für die Lagerung verflüssigter Gase folgende Maßnahmen wichtig:

### (31) Sicherheitsventile

Sicherheitsventile schützen den Behälter vor unzulässigem Überdruck. In der Praxis haben sich Wechsel-Sicherheitsventile bewährt, da Wartungsarbeiten an einem der beiden Ventile leicht durchgeführt werden können, ohne den Behälter zu entleeren. Die Ableitung von Dämpfen aus den Druckentlastungseinrichtungen erfolgt gefahrlos. Dies ist bei der Ausweisung von Schutz-zonen zu beachten. Bei toxischen Stoffen kann der Dampf über Abluftreinigungseinrichtungen abgeführt werden, wenn die örtliche Lage, z.B. geringe Abstände zur Wohnbevölkerung, spezielle Vorsichtsmaßnahmen erfordert. Oft sind den Sicherheitsventilen Berstscheiben vorge-schaltet, um sie vor den Einflüssen der Lagermedien (z.B. Korrosion oder Verkleben) zu schützen.

### (32) Brandschutzisolierung

Es ist üblich, Lagertanks für hochentzündliche Flüssiggase mit einer Brandschutzisolierung zu versehen, die einer Brandeinwirkung über längere Zeit standhält. Damit wird ein Versagen des Behälters verhindert.

### (33) Befülleinrichtungen

Zur Befüllung von Lagertanks für Flüssiggase werden unterschiedliche Verfahren angewendet, die den besten verfügbaren Sytemen genügen. Bei der Befüllung von kleineren Behältern aus Tankkraftwagen werden die Dämpfe normalerweise nicht in den Tank des Fahrzeuges zurück-geführt. Der Befüllschlauch hat an dem Ende, das mit der Befüllrohrleitung verbunden wird, eine Absperrarmatur. Die Pumpe des TKW reicht aus, um den Lagerbehälter gegen den Druck des Gases im Tank zu befüllen. Emissionen in die Luft treten nach Beeendigung der Befüllung auf, wenn der Befüllschlauch abgekoppelt wird. Die zwischen zwei Absperrarmaturen einge-schlossene geringe Menge Flüssiggas wird in die Atmosphäre entspannt.

Bei der Befüllung größerer Behälter wird alternativ auch das Gaspendelverfahren angewendet. Die Schläuche haben in diesem Fall keine Absperrarmatur, nach der Befüllung wird der gas-förmige Inhalt der Schläuche in die Atmosphäre freigesetzt.

Zum Freisetzung gasförmiger Stoffe in die Atmosphäre bei Unfällen zu vermeiden, muß die Qualität der Abfüllschläuche den Belastungen im Betrieb entsprechen. Außerdem können fol-gende Sicherheitseinrichtungen beim Befüllen von Lagertanks installiert sein:

- **Abreißkupplungen** trennen Abfüllschläuche kontrolliert und sperren sie ab.
- **Totmanntaster** unterbrechen Umfüllvorgänge, wenn sie nicht regelmäßig betätigt werden.

### (34) Entleerung

Die gasförmige Entnahme aus Lagertanks erfolgt üblicherweise aus der Gasphase über einen Druckregler. Die Flüssigentnahme erfolgt mit einem Tauchrohr. Der Entnahmeleitung kann ein Verdampfer nachgeschaltet sein. Die Flüssigentnahme kann auch zur Notentleerung eines La-gertanks dienen. Bei großen Tanks sollten in den Entnahmeleitungen Schnellschlußventile installiert sein, die sich bei Gefahr von fern bedienen lassen.



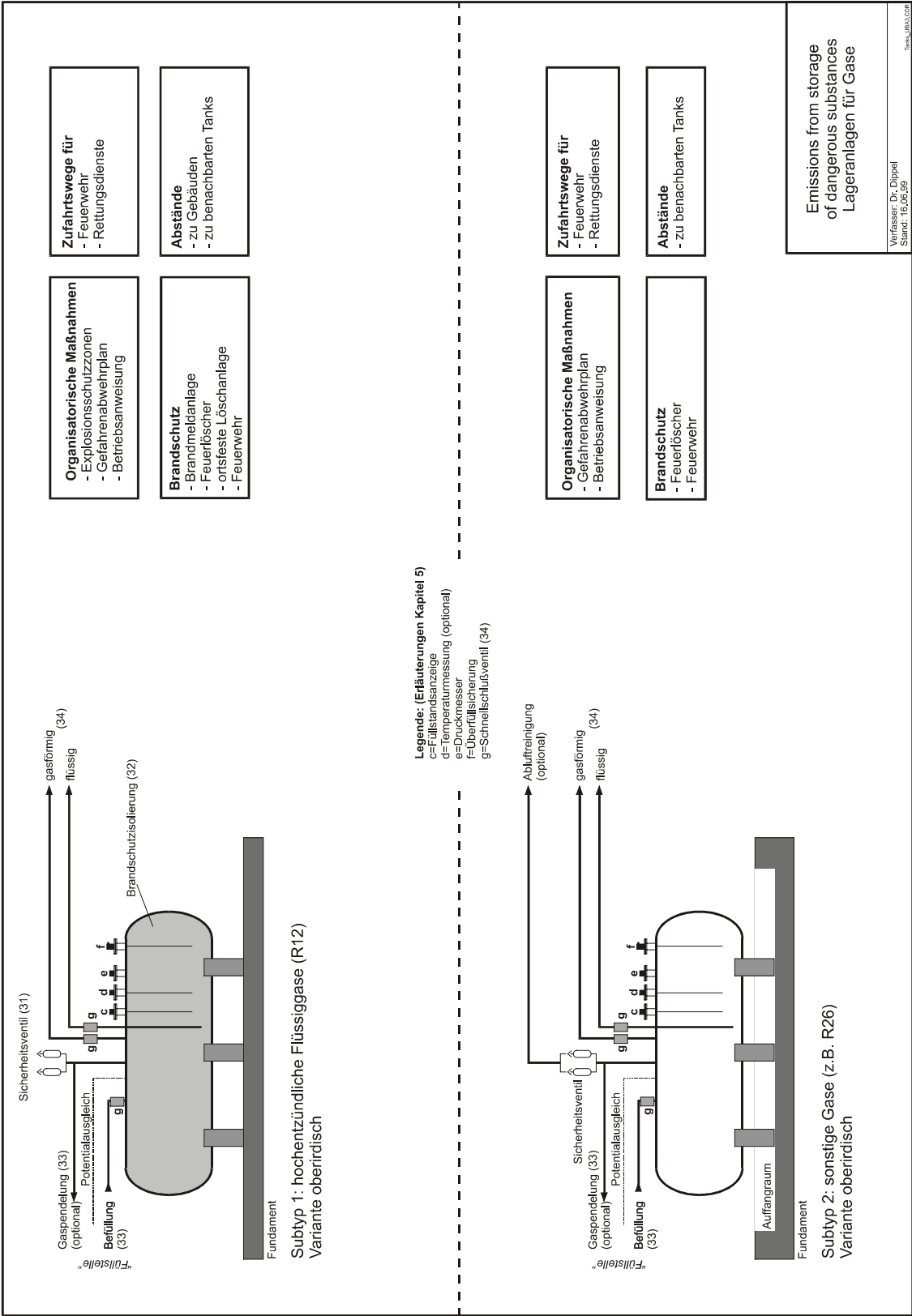


Abbildung 5.3: Lageranlagen für Gase

### (35) Sonstige Einrichtungen

Ein Auffangraum ist bei einem hohen Umweltverschmutzungspotential der gelagerten Stoffe zum Schutz des Bodens und der Gewässer erforderlich, wenn nicht aufgrund der physikalischen Eigenschaften Gefahren auszuschließen sind.

Der Behälterdruck wird angezeigt. In Anlagen mit hohem Gefährdungspotential sollte ein Druckbegrenzer installiert sein, der automatisch bei einem Ansprechen alle Fördereinrichtungen abschaltet und alle Ventile schließt.

### 5.3.2 Varianten

**Unterirdische Lagerung** Bei der unterirdischen Lagerung von Flüssiggasen ist das Umweltverschmutzungspotential maßgebend, ob ein einwandiger Behälter ausreicht oder ein doppelwandiger Aufbau zu bevorzugen ist. Für z.B. Propan oder Butan reichen einwandige Konstruktionen aus. Häufig werden Flüssiggase auch semi-unterirdisch gelagert, dabei ist nur ein Teil der Anlage im Boden eingebettet.

#### Lagerung im Gebäude

Flüssiggase werden in Gebäuden normalerweise nicht gelagert. Sollte in Ausnahmefällen die Lagerung im Freien unter Berücksichtigung der erforderlichen Schutzabstände nicht möglich sein, sind die Gebäude mit Gaswarnanlagen auszurüsten.

#### Drucklose Lagerung

Die drucklose Lagerung von Gasen hat keine wesentliche Bedeutung. Erwähnenswert sind Gasometer, die zur Stadtgasversorgung und z.B. in der chemischen Industrie eingesetzt werden. Heute werden sogenannte Scheibengasometern gegenüber den früher auch gebräuchlichen Glockengasometern bevorzugt. In Scheibengasometern befindet sich eine am Rand abgedichtete Scheibe, die sich je nach Füllgrad auf- und abbewegt. Die Qualität der Randabdichtung ist entscheidend für die Umweltschutzleistung des Systems, d.h. die Reduzierung der Emissionen in die Atmosphäre.

### 5.3.3 Tanklager für sonstige Gase (Abb. 5.3)

Wie bei den Lageranlagen für hochentzündliche Gase gilt auch für die sonstigen Gase, daß die jeweiligen Anforderungen an beste verfügbare Techniken abgestuft gemäß dem Umweltverschmutzungspotential und den örtlichen Gegebenheiten stellen sind.

Anlagenteile und Sicherheitseinrichtungen, die Gefahren durch die Stoffeigenschaft (*hoch entzündlich*) vermeiden, entfallen für diesen Lagertyp. Technische und organisatorische Maßnahmen zum Explosionsschutz sind daher nicht erforderlich. Eine Brandschutzisolierung kann ebenfalls entfallen.

## 5.4 Lageranlage für staubförmige Stoffe, Typ 3 (Abb. 5.4)

Die staubförmigen Stoffe werden ähnlich wie die Flüssigkeiten und Gase in brennbare und nicht brennbare Stäube unterschieden, da insbesondere die sicherheitstechnische Ausrüstung der Lageranlagen zum Schutz vor Staubexplosionen von dieser Eigenschaft abhängt. Ein R-Satz für die Stoffeigenschaft *Bildet mit Luft staubexplosionsfähige Gemische* besteht nicht.

Abbildung 5.4 zeigt ein Beispiel einer Lageranlage für brennbare Stäube.

### 5.4.1 Anlagenteile und Ausrüstung

Die Anforderungen, die an die Anlagenteile und die Sicherheitseinrichtungen der besten verfügbaren Systeme zu stellen sind, sind im folgenden dargestellt.

Emissionen in die Luft treten im normalen Lagerbetrieb nicht auf, da sich die Stoffe in geschlossenen Systemen befinden oder nicht verwirbelt werden. Bei der Befüllung läßt es sich normalerweise nicht vermeiden, daß Restmengen in die Luft emittiert werden.

#### (41) Befüllung

Die Befüllung von Lagertanks erfolgt meist pneumatisch. Die Förderluft muß wieder an die Atmosphäre abgegeben werden, dies geschieht über Filter. Schlauchverbindungen, die bei der Befüllung verwendet werden, sind für die betrieblichen Belastungen ausgelegt.

#### (42) Filter

Zur Emissionminderung staubförmiger Stoffe bei der Befüllung werden Filter verwendet. Gebräuchlich sind Filtermaterialien aus Gewebe oder Vliesstoffen, die eine effektive Abscheidung der Stäube ermöglichen.

#### (43) Druckmessung

Mit einer Überwachung des Drucks in Silos kann z.B. ein verstopfter Filter erkannt werden. Den gleichen Zweck kann auch eine Differenzdruckmessung erfüllen. Damit kann vermieden werden, daß ein Gewebefilter reißt und Staub in die Atmosphäre freigesetzt wird.

#### (44) Temperaturmessung

Temperaturmeßstellen in Silos dienen in erster Linie zur Erkennung von Glimmnestern oder Entstehungsbränden. Durch eine frühzeitige Erkennung erhöhter Temperatur können Brände verhindert oder Auswirkungen von Bränden vermindert werden.

#### (45) Entnahme

Die Entnahme staubförmiger Stoffe erfolgt mit Fördereinrichtungen, z.B. Zellenradschleusen. Zellenradschleusen können neben ihrem technischen Zweck auch sicherheitstechnische Aufgaben erfüllen. Sie können z.B. eine explosionsstechnische Entkopplung von Anlagenteilen bewirken, die für komplexe Anlagen zum Umgang mit brennbaren Stäuben wichtig ist. Die Fördereinrichtungen müssen für den Einsatz in staubexplosionsgefährdeten Bereichen geeignet sein, d.h. sie müssen der Gerätekategorie II/1 gemäß EG Richtlinie 94/9 entsprechen.

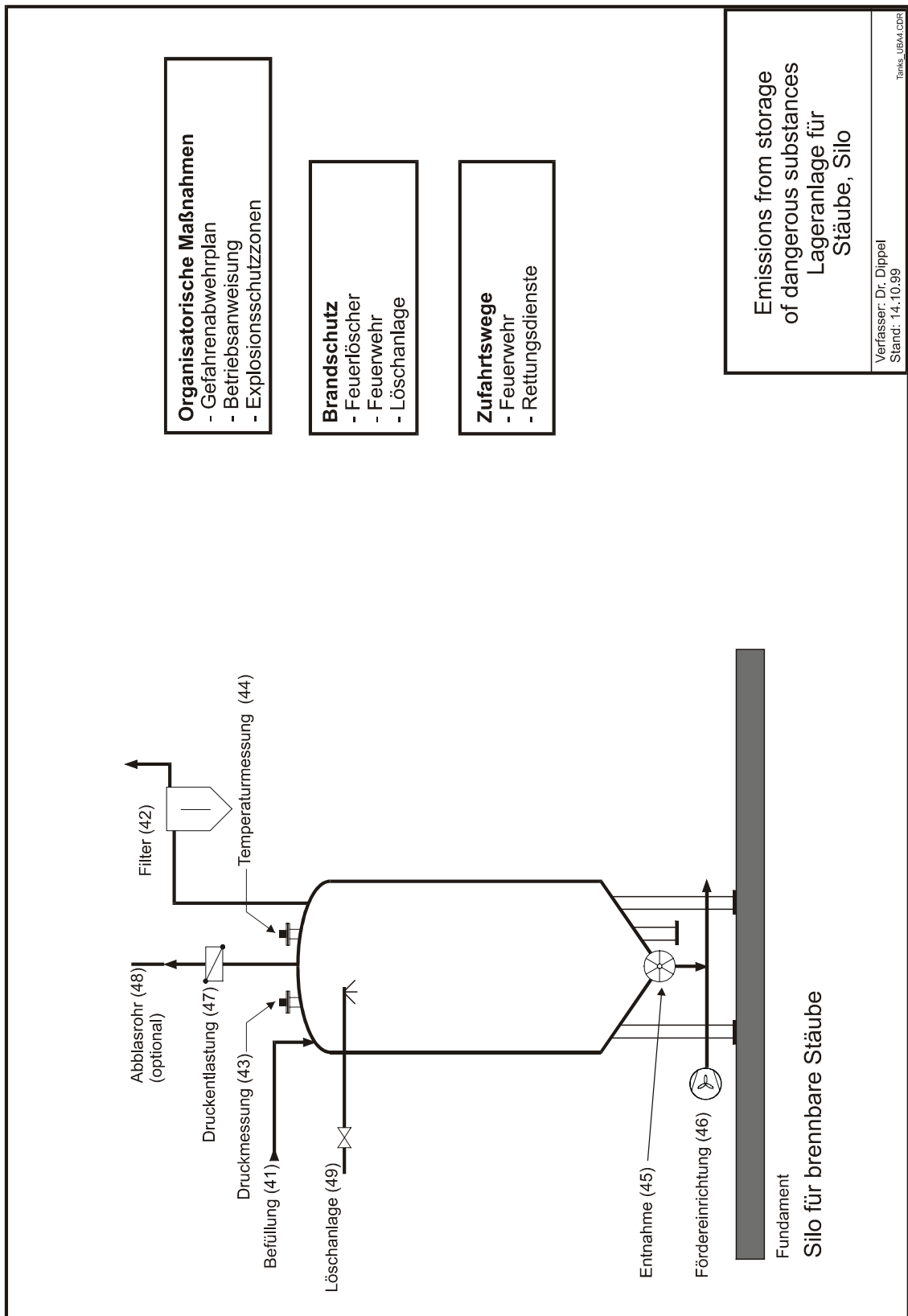


Abbildung 5.4: Lageranlage für staubförmige Stoffe, Silo

**(46) Fördereinrichtung**

Die Förderung von Stäuben zu den Verbrauchern wird häufig pneumatisch vorgenommen. Die Gebläse müssen für den Einsatz in staubexplosionsgefährdeten Bereichen geeignet sein.

**(47) Druckentlastung**

Druckentlastungseinrichtungen schützen Behälter und damit auch die Umgebung in Falle von Staubexplosionen. Die Entlastungseinrichtungen begrenzen den Explosionsüberdruck durch Entlassen von unverbranntem Staub-Luft-Gemisch und Verbrennungsgasen.

Die Einrichtungen zur Druckentlastung in Silos für brennbare Stäube müssen korrekt ausgelegt sein: der Behälter und die angeschlossenen Rohrleitungen müssen dem Belastungsdruck standhalten.

Folgende Druckentlastungseinrichtungen entsprechen den besten verfügbaren Systemen:

- Berstscheiben
- Explosionsklappen
- Unterdrucksicherungen

Berstscheiben geben im Explosionsfall nach ihrer Zerstörung die Entlastungsfläche frei. Sie können lageunabhängig eingebaut werden und verschließen den Behälter staubdicht.

Bei Explosionsklappen kann im Gegensatz zu den Berstscheiben der Entlastungsvorgang behindert werden, dies ist durch das Öffnungsverhalten und die Anordnung (horizontal, vertikal) bedingt. Daher sind die erforderlichen Druckentlastungsflächen bei Klappen größer als bei Berstscheiben, was bei der Dimensionierung beachtet werden muß.

Bei der Anwendung von Explosionsklappen, die nach dem Ansprechen wieder schließen, kann durch das Abkühlen der heißen Verbrennungsgase ein Unterdruck entstehen. Unterdrucksicherungen verhindern eine Verformung oder Zerstörung des Behälters und damit eine Freisetzung von Stäuben.

Druckentlastungseinrichtungen sind regelmäßig und sorgfältig zu warten, um die Funktion sicher zu gewährleisten. Störungen können z.B. durch Korrosion verursacht werden.

**(48) Abblasrohr**

Ein Abblasrohr kann der Druckentlastungseinrichtung nachgeschaltet sein. Es dient der gefahrlosen Ableitung der Druckwelle, der Flamme und der Verbrennungsprodukte im Falle einer Explosion.

**(49) Löschanlage**

Zur Bekämpfung von Bränden hat sich die Installation ortsfester Löscheinrichtungen bewährt. Dies gilt besonders dann, wenn Stäube aus Produktionsprozessen in Silos abgefüllt werden und ein Eintrag von Zündquellen in das Silo nicht ausgeschlossen werden kann. Die Löschanlagen sollten entweder automatisch ansprechen (über Temperaturmessung oder Funkerkennung) oder zumindest von einer sicheren Stelle fernbetätigbar sein.

### 5.4.2 Variante

**Nicht brennbare Stäube** Die Kenntnis der Stoffdaten zum Brand- und Explosionsverhalten von Stäuben ist unerlässlich für die Auswahl der Sicherheitseinrichtungen. Bei der Lagerung nicht brennbarer Stäube entfallen die Maßnahmen zum Brandschutz und Schutz vor Staubexplosionen: Temperaturmessung, Explosionsdruckentlastung und Löschanlage.

## 5.5 Bunker

Bunker werden eingesetzt, um hauptsächlich feste Stoffe für eine weitere Verwendung oder Behandlung zu lagern. Bei Anlagen zur Verbrennung von Abfällen (Ziffern 5.1 und 5.2 in Anhang I der IVU Richtlinie) sind Bunker in Bezug auf Emissionen aus der Lagerung gefährlicher Stoffe wesentliche Anlagenteile. Festen Abfällen haften meist Flüssigkeiten an, die Emissionen in das Grundwasser oder den Boden verursachen können. Die Flüssigkeiten können auch verdampfen und in die Luft emittiert werden. Ferner besteht bei der Lagerung von Abfällen die Gefahr von Bränden und ggfs. auch Explosionen.

Am Beispiel eines Bunkers für gefährliche Abfälle werden im folgenden die besten verfügbaren Techniken vorgestellt.

Die Wandungen und Bodenflächen von Bunkern werden flüssigkeitsdicht ausgeführt, um eine Verunreinigung von Boden oder Gewässer zu verhindern. Dazu haben sich Betonbauwerke bewährt, die mit einer zusätzlichen Wandung, z.B. aus Polyethylen, ausgekleidet sind. Die äußeren Wandungen und die Bodenflächen werden mit geeigneten Systemen überwacht, um ein Stoffdurchtritt frühzeitig erkennen zu können.

Zur Vermeidung von gasförmigen Emissionen in die Atmosphäre sollte der Luftdruck durch eine Absaugung im Schleusenbereich oder im Bunker kleiner als der Atmosphärendruck sein. Die abgesaugte Luft kann der Feuerung oder einer Abluftreinigungseinrichtung zugeführt werden. Bei einer Ableitung über die Feuerung ist zu beachten, daß bei deren Außerbetriebnahme spezielle Maßnahmen zur Luftreinhaltung notwendig sind, z.B. Ableitung der abgesaugten Luft über den Schornstein. Die Erfordernis weitergehender Maßnahmen muß im Einzelfall beurteilt werden.

Zur Früherkennung von Bränden in Bunkern sollten diese in geeigneter Weise überwacht werden, insbesondere mit Einrichtungen zur automatischen Branderkennung und Brandbekämpfung.

Sind auf Grund der Zusammensetzung der Einsatzstoffe Explosionen im Lagerbereich nicht auszuschließen, werden vorbeugende Maßnahmen ergriffen. Dazu können neben den üblichen organisatorischen Maßnahmen zum Explosionsschutz und der Geräteauslegung folgende technische Maßnahmen gehören:

- Inertisierung der Bunkeratmosphäre
- Überwachung der Atmosphäre mit Gaswarngeräten

Flüssige Abfälle, die zur Verbrennung vorgesehen sind und in einem Bunker eingelagert werden, sind in geschlossenen Behältern zu lagern, um die Beaufschlagung der Dichtflächen so gering wie möglich zu halten und Emissionen in die Luft zu vermeiden. Pastöse und schlammige Abfälle sollten ebenfalls in Behältnissen gelagert werden.

## 5.6 Gebindelager Typ G

Gebindeläger für gefährliche Stoffe werden für zahlreiche industrielle Anlagen betrieben. Viele Gebindeläger dienen der Versorgung eines gesamten Standortes mit Rohstoffen oder Hilfsstoffen. Die gefährlichen Stoffe befinden sich in Verpackungen oder in ortsbeweglichen Behältern.

Typisch für Gebindeläger ist eine Vielzahl von Stoffen mit unterschiedlichen Gefahrenmerkmalen und unterschiedlichem Umweltverschmutzungspotential.

Die folgenden Ausführungen behandeln im wesentlichen die Lagerung in Gebäuden; Gebindeläger im Freien, z.B. in Regalcontainern kommen zwar auch vor, sind aber von geringerer Bedeutung.

Emissionen gefährlicher Stoffe im normalen Betrieb treten nicht auf, es sei denn, im Lager wird auch in Kleingebinde umgefüllt. Die dabei freiwerdenden Dämpfe sind aus Arbeitsschutzgründen zu erfassen und sicher abzuleiten. Emissionen aus dieser Tätigkeit sind nicht bedeutsam und werden nicht weiter betrachtet.

Damit verbleiben die Emissionen im gestörten Betrieb, im wesentlichen können diese durch

- Auslaufen von Gebinden oder
- Brände, Explosionen, Freisetzung von kontaminiertem Löschwasser

bedingt sein. Den Maßnahmen zum Brandschutz kommt daher in Gebindelägern im Sinne von besten verfügbaren Techniken eine besondere Bedeutung zu.

Organisatorische Maßnahmen sind für einen sicheren Lagerbetrieb bei einem Gebindelager ebenso wichtig wie bei einem Tanklager, daher gelten auch hier die Ausführungen in Kapitel 5.2.3.

### 5.6.1 Bauwerk

Gebindeläger werden so errichtet, daß die Decken und Wände feuerbeständig sind, d.h. auch im Brandfall für eine festgelegte Zeit der Beanspruchung standhalten. Normalerweise beträgt diese Zeit 90 Minuten, bei hohen Brandlasten kann sie aber auch länger sein. Die Maßnahmen zum baulichen Brandschutz hängen im einzelnen von den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen und insbesondere dem Umweltverschmutzungspotential der gelagerten Stoffe ab. Bei großen Lägern ist eine Unterteilung der Lagerbereiche in Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte sinnvoll, damit ein Brand gezielt bekämpft werden kann und eine schnelle Brandübertragung auf die gesamte Lageranlage verhindert wird. Die Brandabschnitte werden nach der Fläche unter Berücksichtigung der Lagermengen festgelegt.

Gebindeläger verfügen ebenso wie Tanklager über Auffangmöglichkeiten für ausgetretenen Flüssigkeiten. Das Rückhaltevermögen wird in der Regel so bemessen, daß der Inhalt des größten Gebindes oder ein bestimmter Prozentsatz der gesamten Lagermenge aufgenommen werden kann. Die Auffangräume werden flüssigkeitsdicht und stoffbeständig ausgeführt. Ferner sollten Auffangmöglichkeiten für kontaminiertes Löschwasser bestehen. Diese können im Lagergebäude selbst, im Keller des Gebäudes oder auch in externen (z.B. zentralen) Rückhaltanlagen vorhanden sein.

### 5.6.2 Transportmittel

Die Transportmittel zur Ein- und Auslagerung der gefährlichen Stoffe (Stapler) müssen den Stoffeigenschaften entsprechend ausgeführt sein. Wenn z.B. auch leichtentzündliche Flüssigkeiten ein- und ausgelagert werden, ist eine explosionsgeschützte Ausführung notwendig. Heute werden in den meisten Lagern elektrisch betriebene Fahrzeuge verwendet. Sofern Fahrzeuge mit Dieselmotor eingesetzt werden, sind deren Emissionen zum Schutz der Beschäftigten zu begrenzen. Staplerfahrer müssen sorgfältig ausgewählt und ausgebildet sein, um Unfälle zu vermeiden.

### 5.6.3 Verpackungen, Behälter und Regale

Die Stoffe werden nur in geschlossenen Verpackungen oder Behältern gelagert. Die Verpackungen und Behälter sind so beschaffen, daß vom Inhalt nichts ungewollt nach außen gelangen kann. Die Qualitätsanforderungen an die Verpackungen und Behälter sind in den gefährgutrechtlichen Vorschriften ADR/RID festgelegt. Zur Vermeidung übermäßiger mechanischer Beanspruchung, die die Dichtheit und Festigkeit der Verpackungen gefährden kann, sind Verpackungen oder Behälter durch entsprechende Stapelung gegen Fallen gesichert. Ein Metallfaß für brennbare Flüssigkeiten wird bei einem Absturz aus einer Höhe von 1,5 m sehr wahrscheinlich nicht versagen, denn für diese Fallhöhe ist ein nach den Transportvorschriften zugelassenes Gebinde geprüft. Zerbrechliche Behälter werden nur so gestapelt oder gelagert, daß sie nicht tiefer als 0,4 m fallen können.

Die Stoffe werden im Lager übersichtlich geordnet, normalerweise wird in standsicheren Regalen gelagert. Die Lagerhöhe sollte bei manueller Ein- und Auslagerung per Stapler auf ca. 4 m begrenzt sein. Ladungseinheiten auf Paletten sind mit geeigneten Einrichtungen gesichert.

### 5.6.4 Zusammenlagerung und getrennte Lagerung

Gemäß den besten verfügbaren Techniken werden gefährliche Stoffe entsprechend ihrer physikalisch-chemischen und toxikologischen Eigenschaften getrennt gelagert. Nachfolgend sind einige Beispiele angegeben:

- Leichtentzündliche Flüssigkeiten werden nicht mit brandfördernden Flüssigkeiten zusammenlagert, um die Brandgefahr zu verringern.
- Giftige Stoffe werden nicht mit leichtentzündlichen Stoffen gelagert, sofern die Gifte nicht auch leichtentzündlich sind, um die Emissionen giftiger Stoffe im Brandfall zu verringern.
- Cyanide, Phosphide, Sulfide und ähnliche Stoffe, die mit Säuren giftige oder sehr giftige Gase entwickeln (R-Satz 31), werden mit diesen nicht gelagert.
- Getrennte Lagerung sollte auch für Stoffklassen erfolgen, die unterschiedliche Löschmittel erfordern.

Die Beispiele zeigen auf, daß in einem Lager, in dem eine Vielzahl von Stoffen mit unterschiedlichen Gefahrenmerkmalen vorhanden sind, ein detailliertes Konzept zur Zusammen- bzw. Getrenntlagerung vorliegen sollte. Der deutsche Verband der chemischen Industrie VCI hat in seinem *Zusammenlagerungskonzept* /L26/ Lagerklassen definiert, die auf gefährlichen Stoffeigenschaften beruhen und mit den Klassifizierungen der internationalen Vorschriften zur Beförderung gefährlicher Güter ADR/RID /E23/ korrelieren. Der Bezug zu den Transportvorschriften hat den Vorteil, daß die Lagerklasse auf der Gefahrgutkennzeichnung der Verpackung oder des Behälters in den meisten Fällen direkt ersichtlich ist. Das Konzept beinhaltet im wesentlichen eine Matrix, in der die Lagerklassen gegenübergestellt sind und jeweils mögliche Zusammenlagerung oder getrennte Lagerung empfohlen wird.

Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der Lagerklassen (LGK) nach dem VCI-Konzept:



LGK	Stoffe	LGK	Stoffe
1	Explosive Stoffe	6.1A	Brennbare giftige Stoffe
2A	Verdichtete, verflüssigte oder unter Druck gelöste Gase	6.1B	Nichtbrennbare giftige Stoffe
2B	Druckgaspackungen	6.2	Ansteckungsgefährliche Stoffe
3A	Entzündliche flüssige Stoffe	7	Radioaktive Stoffe
3B	Brennbare Flüssigkeiten	8A	Brennbare ätzende Stoffe
4.1A, 4.1B	Entzündbare feste Stoffe	8B	Nichtbrennbare ätzende Stoffe
4.2	Selbstentzündliche Stoffe	10	Brennbare Flüssigkeiten
4.3	Stoffe, die Berührung mit Wasser entzündliche Gase bilden.	11	Brennbare Feststoffe
5.1A, 5.1B, 5.1C	Entzündend wirkende Stoffe	12	Nichtbrennbare Flüssigkeiten
5.2	Organische Peroxide	13	Nichtbrennbare Feststoffe

Tabelle 3: Lagerklassen nach dem VCI Konzept

Um die getrennte Lagerung zu ermöglichen, werden Läger in Lagerabschnitte unterteilt. Die Aufteilung wird normalerweise durch feuerbeständige Wände erreicht. Im Freien können Lagerabschnitte auch durch ausreichende Abstände getrennt werden. Die Lagerabschnitte sollten eigene Brandabschnitte bilden.

### 5.6.5 Brandschutzeinrichtungen

Gebindeläger mit hohem Umweltverschmutzungspotential, z.B. Läger für sehr giftige und giftige Stoffe, werden nach den besten verfügbaren Techniken mit ortsfesten automatischen Brandschutzeinrichtungen ausgerüstet.

Dazu gehören im wesentlichen Brandmelder und Löschanlagen. Wenn für den Lagerbereich wäßrige Löschmittel geeignet sind, werden üblicherweise Sprinkler, Sprühwasserlöschanlagen oder Schaumlöschanlagen eingesetzt. Für die Löschanlagen ist eine ausreichende Löschmittelversorgung sichergestellt.

Damit Brandmelder ihren technischen Zweck sicher erfüllen, müssen sie gemäß Stoffinventar ausgewählt sein. Ionisationsmelder sind z.B. nicht in allen Fällen geeignet. Der Ort der Installation ist ebenfalls wichtig für die sichere und schnelle Branderkennung. In vielen Lägern hat sich eine Kombination verschiedener Meldertypen bewährt.

Einige Stoffe erfordern Sonderlöschmittel, häufig werden die gasförmigen Löschmittel Stickstoff, Kohlendioxid, Argon oder deren Gemische verwendet. Beim Einsatz gasförmiger Löschmittel sind Maßnahmen zum Schutz von Personen wichtig, damit diese rechtzeitig den betroffenen Bereich verlassen können.

Kleinere Feuerlöschgeräte werden zur Bekämpfung von Entstehungsbränden bereitgestellt.

### 5.6.6 Explosionsschutz

In den meisten Gebindelägern werden auch entzündliche oder leichtentzündliche Flüssigkeiten gelagert. In diesen ist, wenn nicht auch umgefüllt wird, nicht damit zu rechnen, daß eine explo-

sionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraums. Lagerbereiche für leichtentzündliche Flüssigkeiten werden daher als Explosionsschutzzone 2 (nach deutscher Begriffsbestimmung; dies entspricht Gerätekategorie II, 3 gemäß EG Richtlinie 94/9) ausgewiesen. Die Lagereinrichtungen, z.B. Geräte, Maschinen und die elektrische Installation sind dementsprechend auszulegen.

An Läger oder Lagerbereiche, in denen auch umgefüllt wird, sind höhere Anforderungen erforderlich, nämlich eine Auslegung der Lagereinrichtungen gemäß Explosionsschutzzone 1 oder Kategorie II, 2 der EG Richtlinie 94/9.

### **5.6.7 Varianten**

Immer häufiger wird gegenüber der herkömmlichen Lagerhaltung, bei der „per Hand“, normalerweise mit Staplern, ein- und ausgelagert wird, die vollautomatische Lagerhaltung in Hochregalläger bevorzugt.

In Hochregalen mit Beschickung durch automatisch gesteuerte Regalförderzeuge sind automatische Einrichtungen für die Konturenkontrolle der Palettenladung, für die Kontrolle des Fahrbereichs und für die Freiplatzkontrolle vorhanden.

Hochregalläger werden generell mit automatischen Löscheinrichtungen so ausgerüstet, daß das Lagergut unmittelbar vom Löschmittel erreicht wird. Dies bedeutet normalerweise, daß Löscheinrichtungen auf jeder Lagerebene installiert werden.

## 6 Neue Systeme

### 6.1 Anlagentechnik

Der Stand der Technik zur Reduzierung von Emissionen und zur Vermeidung von Unfällen und der Begrenzung von Unfallfolgen bei Lagersystemen hat ein hohes Niveau. Grundlegend neue Systeme oder Systeme in der Entwicklung sind derzeit nicht erkennbar. Fortschritte könnten eher technische Details betreffen, z.B. ist zu erwarten, daß die Qualität von Sicherheitskomponenten weiterentwickelt wird.

Außerdem kommen für neue Entwicklungen zum Beispiel folgende Bereiche in Betracht:

- Werkstoffe: z.B. Dichtstoffe, Kunststoffhüllen oder Beschichtungsmaterialien
- Lacke für Schutzanstriche
- Alternative Techniken zur Lecküberwachung

Die Zeitdauer von der Entwicklung neuer Systeme über die Feststellung ihrer Eignung für bestimmte Anwendungen bis zur Einführung beträgt in der Regel wenige Jahre.

### 6.2 Anlagenbetrieb

In den letzten Jahren zeichnen sich neue Trends ab, die im wesentlichen die Lagerhaltung in Gebindelagern betreffen.

- Die Lagerhaltung einschließlich der Ein- und Auslagerung werden zunehmend automatisiert. Damit wird weniger Personal benötigt und automatischen Überwachungseinrichtungen kommt eine zunehmende Bedeutung zu.
- Die Lagerkapazitäten werden nach dem „Just in time“-Prinzip verringert.
- Es besteht ein Trend zur Verwendung von Großpackmitteln von 1 bis 3m<sup>3</sup> Inhalt, die gegenüber 0,2 m<sup>3</sup> Fässern oder kleinen Tankbehältern von 5 oder 10m<sup>3</sup> zunehmend bevorzugt werden.

## 7 Schlußfolgerungen und Empfehlungen

Die vorliegende BAT Note beschreibt Lageranlagen mit ihren technischen Einzelheiten. Die verschiedenen Möglichkeiten, wie *beste verfügbare Lagersysteme* zu erreichen sind, werden aufgezeigt. Wesentlicher Ausgangspunkt für die Festlegung von Anforderungen ist das Umweltverschmutzungspotential der Stoffe. Die Palette der besten verfügbaren Systeme kann daher von einfachen Installationen bis zu hochmodernen Anlagen mit zahlreichen automatisch wirksamen Überwachungs- und Sicherheitseinrichtungen reichen.

Die Anforderungen an neue und bestehende Anlagen sind nicht grundsätzlich gleich. Möglichkeiten zur Nachrüstung bestehender Anlagen wurden z.B. für Flachbodentanks empfohlen.

## Anhänge

### 1 Technische Regeln, Normen und sonstige Literatur

- L1 Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, VCH Verlagsgesellschaft D 69451 Weinheim, 5 th. ed. Vol. B8, p. 499 ff. (1995)
- L2 Technische Regeln wassergefährdende Stoffe (TRwS 130), Bestehende unterirdische Rohrleitungen, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH Bonn (1996)
- L3 Technische Regeln wassergefährdende Stoffe (TRwS 131), Bestimmung des Rückhaltevermögens R1, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH Bonn (1996)
- L4 Technische Regeln wassergefährdende Stoffe (TRwS 132), Ausführung von Dichtflächen, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH Bonn (1997)
- L5 Technische Regeln wassergefährdende Stoffe (TRwS 133), Flachbodentanks zur Lagerung wassergefährdender Stoffe, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH Bonn (1997)
- L6 Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten TRbF 100 - Allgemeine Sicherheitsanforderungen Ausgabe Juli 1980 (BArbBl. 7-8/1980 S. 69; zuletzt geändert: 9/97 S. 85)
- L7 Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten TRbF 110 - Lager Ausgabe Juli 1980 (BArbBl. 7-8/80; zuletzt geändert: BArbBl. 6/97, S. 51)
- L8 Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten TRbF 120 - Ortsfeste Tanks aus metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen - Allgemeines - Ausgabe Juli 1980 (BArbBl. 7-8/1980 S. 104; zuletzt geändert: 6/97 S. 52)
- L9 Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten TRbF 121 - Ortsfeste Tanks aus metallischen Werkstoffen, Ausgabe Juli 1980 (BArbBl. 7-8/80 S.110; zuletzt geändert; BArbBl. 6/97, S. 52)
- L10 Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 514 Lagern sehr giftiger und giftiger Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern Ausgabe: September 1998 (BArBl. 9/1998 S. 53)
- L11 Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 515 Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern Ausgabe: September 1998 (BArbBl. 9/1998 S. 60)
- L12 Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung TRB 801 - Nr. 27 Druckbehälter für Gase oder Gasgemische in flüssigem Zustand, Ausgabe Mai 1993 (BArbBl. 5/93 S. 60; 11/95 S. 56)

- L13 DIN 4119 Oberirdische zylindrische Flachboden Tankbauwerke aus metallischen Werkstoffen, Teil 1 Teil 1 Grundlagen, Ausführung, Prüfungen, Beuth Verlag Berlin 1979
- L14 DIN 6601 Beständigkeit der Werkstoffe von Behältern/Tanks aus Stahl gegenüber Flüssigkeiten Beuth Verlag Berlin 1991
- L15 DIN 6608 Teil 1 Liegende Behälter (Tanks) aus Stahl, einwandig, für die unterirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nicht brennbarer Flüssigkeiten, Beuth Verlag Berlin 1989
- L16 DIN 6616 Liegende Behälter (Tanks) aus Stahl, einwandig und doppelwandig, für die oberirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nicht brennbarer Flüssigkeiten, Beuth Verlag Berlin 1989
- L17 DIN 6618 Teil 1 Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl, einwandig, für die oberirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nicht brennbarer Flüssigkeiten, Beuth Verlag Berlin 1989
- L18 DIN 6619 Teil 1 Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl, einwandig, für die unterirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nicht brennbarer Flüssigkeiten, Beuth Verlag Berlin 1989
- L19 DIN 28021 Stehende Druckbehälter; Behälter für Lagerung 6,3 m<sup>3</sup> bis 100m<sup>3</sup>, Beuth Verlag Berlin 1992
- L20 DIN 6607 Korrosionsschutzbeschichtungen unterirdischer Lagerbehälter (Tanks) , Beuth Verlag Berlin 1991
- L21 VDI Richtlinie 3479 Raffinerieerne Mineralölvertriebsläger, Verein deutscher Ingenieure, VDI-Verlag GmbH Düsseldorf 1985, zu beziehen durch Beuth Verlag Berlin
- L22 VDI Richtlinie 2440 Mineralölraffinerien, Verein deutscher Ingenieure, VDI-Verlag GmbH Düsseldorf Entwurf 1999, zu beziehen durch Beuth Verlag Berlin
- L23 DiGrado, Bian D. A, The Above ground steel storage tank handbook, International Thomson Publishing Inc., New York 1995
- L24 Pegasus Environmental Services Corporation, Underground Storage Tank Mangament, Cahners Publishing Company, Des Plaines, Illinois (1993)
- L25 Mineralölzahlen 1997, Mineralölwirtschaftsverband e.V. (Hrsg.), Hamburg (1998)
- L26 VCI Konzept für die Zusammenlagerung von Chemikalien, Verband der chemischen Industrie (Hrsg.), Frankfurt am Main (1998)
- L27 Abschlußbericht Arbeitskreis Lagerung brennbarer Flüssigkeiten, TAA-GS-04, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Köln 1994
- L28 Abschlußbericht Arbeitskreis „Lagerung gemäß Nr. 9.34 und 9.35 des Anhangs zur 4. BImSchV“, Teil 1 Sehr giftige/giftige Stoffe und Zubereitungen, TAA-GS-08, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Köln 1994

- L29    Abschlußbericht Arbeitskreis „Lagerung gemäß Nr. 9.34 und 9.35 des Anhangs zur 4. BImSchV“, Teil 2 Brandfördernde Stoffe und Zubereitungen, TAA-GS-10, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Köln 1995
- L30    Leitfaden zur sicheren Lagerung von Chemikalien im Chemiehandel, Verband des deutschen Chemikalien- Groß- und Außenhandels (Hrsg.), Köln 1998
- L31    Richtlinien für Lagereinrichtungen und –geräte, ZH 1/428, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften Sankt Augustin, Ausgabe Oktober 1988
- L33    Katalog Stoffe und Waren, Comité Européen des Assurances, Klassierung zur Risikobewertung, in Deutschland zu beziehen über: Verlag VdS Schadensverhütung, VdS-Nr. 2149.
- L34    Flüssiggaslagerung Nachschlagewerk, Landesanstalt für Umweltschutz Baden Württemberg (Hrsg.), 3. Auflage Karlsruhe 1997
- L35    Degener/Krause, Lagerung und Abfüllung brennbarer Flüssigkeiten, Vorschriften-sammlung mit Kommentar, 3. Aufl., Stand 1997, Carl Heymanns Verlag KG, Köln
- L36    Deutscher Ausschuß für Stahlbeton (Hrsg.), Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, September 1996, Beuth Verlag Berlin
- L37    DIN 4680-1, Ausgabe:1992-05 Ortsfeste Druckbehälter aus Stahl für Flüssiggas, für oberirdische Aufstellung; Maße, Ausrüstung, Beuth Verlag Berlin
- L38    DIN 4680-2, Ausgabe:1992-05 Ortsfeste Druckbehälter aus Stahl für Flüssiggas, für halboberirdische Aufstellung; Maße, Ausrüstung, Beuth Verlag Berlin
- L38    DIN 4681-1, Ausgabe:1988-01 Ortsfeste Druckbehälter aus Stahl für Flüssiggas für erdgedeckte Aufstellung; Maße, Ausrüstung, Beuth Verlag Berlin
- L39    (Norm-Entwurf) DIN EN 13160, 7 Teile Ausgabe:1998-05 Leckanzeigesysteme - Teil 1: Allgemeine Grundsätze; Deutsche Fassung prEN 13160-1:1998 Beuth Verlag Berlin
- L40    ISO 4266, Ausgabe:1994-12 Mineralöl- und flüssige Mineralölerzeugnisse - Direkte Messung der Temperatur und der Füllhöhe in Lagertanks - Automatisches Verfahren (7 Teile ), Beuth Verlag Berlin
- L41    (Norm-Entwurf) DIN EN 12285, Ausgabe:1996-04 Werksgefertigte Tanks aus metallischen Werkstoffen - Liegende ein- und doppelwandige Tanks zur unterirdischen Lagerung von brennbaren und nichtbrennbaren wassergefährdenden Flüssigkeiten; Deutsche Fassung prEN 12285:1996, Beuth Verlag Berlin
- L42    (Norm-Entwurf) DIN EN 13352, Ausgabe:1998-12 Anforderungen an Füllstandmeßgeräte; Deutsche Fassung prEN 13352:1998, Beuth Verlag Berlin
- L43    (Norm-Entwurf) DIN EN 13616, Ausgabe:1999-09 Überfüllsicherungen für ortsfeste Tanks für flüssige Kraftstoffe; Deutsche Fassung prEN 13616:1999, Beuth Verlag Berlin

- L44 VDI Richtlinie 3674 Abgasreinigung durch Adsorption, Verein deutscher Ingenieure, VDI-Verlag GmbH Düsseldorf Mai 1998, zu beziehen durch Beuth Verlag Berlin
- L45 VDI Richtlinie 3679 Blatt 2 Abgasreinigung durch Absorption (Wäscher), Verein deutscher Ingenieure, VDI-Verlag GmbH Düsseldorf März 1999, zu beziehen durch Beuth Verlag Berlin
- L46 VDI Richtlinie 3677 Blatt 1 Filternde Abscheider - Oberflächenfilter, Verein deutscher Ingenieure, VDI-Verlag GmbH Düsseldorf Juli 1997, zu beziehen durch Beuth Verlag Berlin

## **2      Genaue Zahlen**

Anhang 2 (zu Kapitel 2) enthält Angaben zu Emissions- und Verbrauchswerten, die noch zu ermitteln sind.



### **3 Bestehende nationale und internationale Gesetzgebung**

#### **3.1 Internationale Richtlinien und Übereinkommen**

- E1 Richtlinie 96/61/EG des Rates über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (ABl. Nr. L 257 vom 10.10. 1996 S. 26) BGBl. I, 1997, S. 542
- E2 Richtlinie 87/217/EWG zur Verhütung und Verringerung der Umweltverschmutzung durch Asbest (ABl. Nr. L 85 vom 28.3. 1987 S. 40)
- E3 Richtlinie 82/176/EWG betreffend Grenzwerte und Qualitätsziele für Quecksilberableitungen aus dem Industriezweig Alkalichloridelektrolyse (ABl. Nr. L 81 vom 27.3. 1982 S. 29)
- E4 Richtlinie 83/513/EWG betreffend Grenzwerte und Qualitätsziele für Cadmiumableitungen (ABl. Nr. L 291 vom 24.10. 1983 S. 1)
- E5 Richtlinie 84/156/EWG betreffend Grenzwerte und Qualitätsziele für Quecksilberableitungen mit Ausnahme des Industriezweigs Alkalichloridelektrolyse (ABl. Nr. L 74 vom 17.3. 1984 S. 49)
- E6 Richtlinie 84/491/EWG betreffend Grenzwerte und Qualitätsziele für Ableitungen von Hexachlorcyclohexan (ABl. Nr. L 274 vom 17.10. 1984 S. 11)
- E7 Richtlinie 86/280/EWG betreffend Grenzwerte und Qualitätsziele für die Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe im Sinne der Liste I im Anhang der Richtlinie 76/464/EWG, nachfolgend geändert durch die Richtlinien 88/347/EWG und 90/415/EWG zur Änderung von Anhang II der Richtlinie 86/280/EWG (ABl. Nr. L 181 vom 4.7. 1986 S. 16)
- E8 Richtlinie 89/369/EWG über die Verhütung der Luftverunreinigung durch neue Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll (ABl. Nr. L 163 vom 14.6. 1989 S. 32; ber. L 163 1989 S. 40)
- E9 Richtlinie 89/429/EWG über die Verringerung der Luftverunreinigung durch bestehende Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll (ABl. Nr. L 203 vom 15.7. 1989 S. 50)
- E10 Richtlinie 94/67/EG über die Verbrennung gefährlicher Abfälle (ABl. Nr. L 365 vom 31.12. 1994 S. 34)
- E11 Richtlinie 92/112/EWG über die Modalitäten zur Vereinheitlichung der Programme zur Verringerung und späteren Unterbindung der Verschmutzung durch Abfälle der Titandioxid-Industrie (ABl. Nr. L 409 vom 15.12. 1992 S. 11)
- E12 Richtlinie 88/609/EWG zur Begrenzung von Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen in die Luft, (ABl. Nr. L 336 vom 7.12. 1988 S. 1) zuletzt geändert durch die Richtlinie 94/66/EG

- E13 Richtlinie 76/464/EWG betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft (ABl. Nr. L 129 vom 18.5. 1976 S. 23)
- E14 Richtlinie 75/442/EWG über Abfälle (ABl. Nr. L 194 vom 25.7. 1975 S. 39), geändert durch die Richtlinie 91/156/EWG
- E15 Richtlinie 75/439/EWG über die Altölbeseitigung (ABl. Nr. L 194 vom 25.7. 1975 S. 23) zuletzt geändert durch die Richtlinie 91/692/EWG
- E16 Richtlinie 91/689/EWG über giftige und gefährliche Abfälle (ABl. Nr. L 377 vom 31.12. 1991 S. 20)
- E17 Richtlinie 84/360/EWG zur Bekämpfung der Luftverunreinigung durch Industrieanlagen (ABl. Nr. L 188 vom 16.7. 1984 S. 20)
- E18 Richtlinie 80/68/EWG über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch best. gef. Stoffe (ABl. Nr. L 20 vom 26.1. 1980 S. 47)
- E19 Richtlinie 67/548/EWG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe (ABl. Nr. 196 vom 16.8. 1967 S. 1)
- E20 Entscheidung 94/904/EG des Rates vom 22. Dezember 1994 über ein Verzeichnis gefährlicher Abfälle im Sinne von Artikel 1 Absatz 4 der Richtlinie 91/689/EWG über gefährliche Abfälle (ABl. Nr. L 356 vom 31.12. 1994 S. 14)
- E21 Richtlinie 94/63/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 1994 zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC- Emissionen) bei der Lagerung von Ottokraftstoff und seiner Verteilung von den Auslieferungslagern bis zu den Tankstellen (ABl. Nr. L 365 vom 31.12. 1994 S. 24)
- E22 Richtlinie 96/82/EWG zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen (ABl. Nr. L 10 vom 14.1. 1997 S. 13)
- E23 European Agreement Concerning the International Carriage of dangerous Goods by Road (ADR), United Nations Publications, ECE/TRANS/100, vols I and II, New York-Geneva, 1994
- E24 Richtlinie 99/13 EG des Rates vom 11.3.1999 über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, die bei bestimmten Tätigkeiten und in bestimmten Anlagen bei der Verwendung organischer Lösungsmittel entstehen (ABl. Nr. L 85 vom 29.3. 1999 S. 1)
- E25 Richtlinie 85/337/EWG des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten, ABl. Nr. L 175 vom 5.7. 1985 S. 40
- E26 Richtlinie 94/55/EG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für den Gefahrguttransport auf der Straße (ABl. Nr. L 319 vom 12.12.1994 S. 7)

- E27 Verordnung (EWG) NR.1836/93 des Rates vom 29. Juni 1993 über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (ABl. Nr. L 168 vom 10.7. 1993 S. 1)
- E28 Richtlinie 94/9/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (ABl. Nr. L 100 vom 19.4. 1994 S. 1)

### **3.2 Nationale Vorschriften der Mitgliedstaaten**

#### 3.2.1 Belgien

#### 3.2.2 Dänemark

#### 3.2.3 Griechenland

#### 3.2.4 Spanien

#### 3.2.5 Frankreich

- F1 Loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement (Neufassung in Vorbereitung, 1998 PROJET DE LOI N° 932)

#### 3.2.6 Irland

#### 3.2.7 Italien

#### 3.2.8 Luxemburg

#### 3.2.9 Niederlande

#### 3.2.10 Österreich

#### 3.2.11 Portugal

#### 3.2.12 Finnland

#### 3.2.13 Schweden

#### 3.2.14 Vereinigtes Königreich

- GB 1 Water Resources Act 1991

- GB 2 Environment protection act 1990

- GB 3 Environment act 1995
- GB 4 The Groundwater Regulations 1998 Statutory instruments No. 2746 1998
- GB 5 Health and Safety Executive Guidelines on the storage of flammable liquids in containers HS (G) 51 and in fixed tanks HS (G) 50 and HS (G) 52

### **3.3 Nationale Vorschriften Deutschland**

- D1 Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG, BGBl. I, 1990, S. 880, 1193; zuletzt geändert am 19.10.1998 durch BGBl. I, 1998, S. 3178
- D2 Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen 4. BImSchV -Fassung vom 14. März 1997 (BGBl. I 1997 S. 504, S. 548; zuletzt geändert 1998 S. 723)
- D3 Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe - 17. BImSchV vom 23. November 1990 (BGBl. I S. 2545, ber. S. 2832)
- D4 Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen - 20. BImSchV vom 27. Mai 1998 (BGBl. I S. 1174)
- D5 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) - TA Luft, GMBI., 1986, S.95, ber. S. 202
- D6 Wasserhaushaltsgesetz – WHG, BGBl. I, 1996, S. 1695, zuletzt geändert am 25. August 1998 durch BGBl. I, 1998, S. 2455
- D7 Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe, Anlagenverordnung - VAwS für die einzelnen Bundesländer
- D8 Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer, Abwasserverordnung – AbwV, in der Fassung vom 21.03. 1997 BGBl. I, 1997, S. 566, zuletzt geändert durch BGBl. I, 1998, S. 1795
- D9 Grundwasser-Verordnung BGBl. I, 1997, S. 542
- D10 Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz - GSG ) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Oktober 1992 (BGBl. I S. 1793; .zuletzt geändert 1998 S. 730 BGBl. III 8053-4-10)
- D11 Verordnung über brennbare Flüssigkeiten - VbF Fassung vom 13. Dezember 1996 (BGBl. I S 1938, ber. 1997 S. 447)
- D12 Gesetz über Umweltstatistiken (Umweltstatistikgesetz – UStatG) in der Fassung vom 21. September 1994, BGBl. I, 1994, S.2530
- D13 Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe Sprengstoffgesetz - SprengG Bekanntmachung vom 17.April 1986 (BGBl. I 1986 S. 577; zuletzt geändert 1998 S. 1530)
- D14 Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz (2. SprengV) vom 5. September 1989 (BGBl. I S. 1621, berichtigt BGBl. I 1989 S. 2458; zuletzt geändert 1998 S. 1530)

- D15 Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz - ChemG) In der Fassung vom 25. Juli 1994 (BGBl. I 1994 S. 1703, zuletzt geändert 1998 S. 969)
- D16 Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) vom 26. Oktober 1993 (BGBl. I S. 1782, zuletzt geändert [1998](#): BGBl. I S. 1286)
- D17 Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/AbfG) Vom 27. September 1994 (BGBl. I 1994 S. 2705; zuletzt geändert 1998 S. 2455)
- D18 Zweite allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz Teil 1: Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch/physikalischen, biologischen Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen TA-Abfall Vom 12. März 1991 (GMBI I S. 139, ber. GMBI S. 467)
- D19 Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (Gefahrgutverordnung Straße - GGVS) Vom 22. Dezember 1998 (BGBl. I S. 3993)
- D20 Gesetz über das Inverkehrbringen von und den freien Warenverkehr mit Bauprodukten zur Umsetzung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte und anderer Rechtsakte der Europäischen Gemeinschaften (Bauproduktengesetz - BauPG) Neufassung vom 28. April 1998 ( BGBl. I. 1998 S. 812)
- D21 Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteinrichtungen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (LöRüRL) RdErl. d. Ministerium für Bauen und Wohnen v. 14.10.1992 (MBl. NW. 1992 S.1719; ber. 1993 S. 879)
- D22 Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen (Druckbehälterverordnung - DruckbehV) in der Fassung vom 21. April 1989 (BGBl. I S. 843; zuletzt geändert 1997 S. 1402)
- D23 Verwaltungsvorschriften zum Vollzug der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe, VVAwS für die einzelnen Bundesländer
- D24 Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen - Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) –BGBl. I vom 17. Mai 1999
- D25 Baugesetzbuch (BauGB) In der Fassung vom 27. August 1997 (BGBl. I 1997 S. 2141; 2902; ber. 1998 S. 137)
- D26 Landesbauordnungen für die einzelnen Bundesländer
- D27 Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Störfall-Verordnung - 12. BImSchV In der Fassung der Bekanntmachung vom 20. September 1991 (BGBl. I S. 1891; 1993 S. 1782, 2049; 1998 S. 723)

- D28    Elfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Emissions-  
erklärungsverordnung - 11. BImSchV, Vom 12. Dezember 1991 (BGBl. I S. 2213;  
1993 S. 1782, 2949) BGBl. III 2129-8-II-2

## 4 Überwachung von Emissionswerten und der Anlagensicherheit

Anhang 4 enthält Einzelheiten zu den relevanten, nach nationaler und internationaler Gesetzgebung wichtigen Standards:

### 4.1 Emissionen in die Luft

Eine große Anzahl von eigenständigen Lageranlagen sind in Deutschland nach dem BImSchG genehmigungspflichtig /D1, D2/ und unterliegen damit der behördlichen Überwachung. Ferner besteht die Genehmigungspflicht für Läger, die Nebeneinrichtungen anderer genehmigungspflichtiger Anlagen sind. Die Emissionen sind regelmäßig nach der 11. BImSchV /D28/ den Behörden zu übermitteln.

Die Emissionsgrenzwerte sind in Deutschland in der TA Luft /D5/ konkretisiert und nachfolgend wiedergegeben.

#### Organische Stoffe

Die in nach den Klassen I bis III eingeteilten organischen Stoffe dürfen, auch bei dem Vorhandensein mehrerer Stoffe derselben Klasse, folgende Massenkonzentrationen nicht überschreiten:

Stoffe der Klasse I	
bei einem Massenstrom von 0,1 kg/h oder mehr	20 mg/m <sup>3</sup>
Stoffe der Klasse II	
bei einem Massenstrom von 2 kg/h oder mehr	0,10 g/m <sup>3</sup>
Stoffe der Klasse III	
bei einem Massenstrom von 3 kg/h oder mehr	0,15 g/m <sup>3</sup> .

Bei der Einteilung der Stoffe in Klasse I, II oder III sind insbesondere Abbaubarkeit und Anreicherbarkeit, Toxizität, Auswirkungen von Abbauvorgängen mit ihren jeweiligen Folgeprodukten und Geruchsintensität berücksichtigt.

Bei Stoffen, die besonders schädliche Umwelteinwirkungen verursachen (z.B. polyhalogenierte Dibenzodioxine) sowie bei krebserregenden Stoffen ist die Emission unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit so weit wie möglich zu begrenzen.

#### Dampf- oder gasförmige anorganische Stoffe

Die nachstehend genannten dampf- oder gasförmigen anorganischen Stoffe dürfen jeweils die angegebenen Massenkonzentrationen im Abgas nicht überschreiten:

Klasse I	
Arsenwasserstoff	
Chlorcyan	
Phosgen	
Phosphorwasserstoff	
bei einem Massenstrom je Stoff von 10 g/h oder mehr	1 mg/m <sup>3</sup>
Klasse II	
Brom und seine dampf- oder gasförmigen Verbindungen, angegeben als Bromwasserstoff	
Chlor	

Cyanwasserstoff

Fluor und seine dampf- oder gasförmigen Verbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff

Schwefelwasserstoff

*bei einem Massenstrom je Stoff von 50 g/h oder mehr*

5 mg/m<sup>3</sup>

Klasse III

dampf- oder gasförmige anorganische Chlorverbindungen, soweit nicht in Klasse I, angegeben als Chlorwasserstoff

*bei einem Massenstrom von 0,3 kg/h oder mehr*

30 mg/m<sup>3</sup>

Klasse IV

Schwefeloxide (Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid), angegeben als Schwefeldioxid

Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid), angegeben als Stickstoffdioxid

*bei einem Massenstrom je Stoff von 5 kg/h oder mehr*

0,50 g/m<sup>3</sup>

### **Staubförmige Stoffe**

Die im Abgas enthaltenen staubförmigen Emissionen dürfen

*bei einem Massenstrom von mehr als 0,5 kg/h*

die Massenkonzentration

50 mg/m<sup>3</sup>

*bei einem Massenstrom bis einschließlich 0,5 kg/h*

die Massenkonzentration

0,15 g/m<sup>3</sup>

nicht überschreiten. Für Stäube mit toxischen Inhaltsstoffen gelten spezielle Regelungen.

Spezielle Emissionsgrenzwerte enthält die TA Luft für spezielle Anlagenarten, nicht jedoch für die Lagerung. Qualitative Anforderungen, z.B. an Pumpen, Dichtungen, Tankanstriche, die Art der Befüllung etc. werden jedoch gestellt.

## **4.2 Emissionen in das Wasser**

Emissionen in das Wasser sind bei der Lagerung in Deutschland nicht erlaubt. Eine Ausnahme ist in bestimmten Fällen die Ableitung von Niederschlagswässern aus Auffangräumen. Die zulässigen Grenzwerte sind in Deutschland bei

- direkten Emissionen in Gewässer in der Abwasserverordnung /D8/
- indirekten Emissionen in kommunale Abwasserbehandlungsanlagen durch Bestimmungen der Bundesländer und der Kommunen festgelegt.

Die Überwachung der Emissionen erfolgt durch die zuständigen Behörden.

## **4.3 Überwachung der Anlagensicherheit**

Eine Reihe von Anlagen zur Lagerung gefährlicher Stoffe mit hohem Gefährdungspotential sind in Deutschland der Störfallverordnung /D27/ unterstellt. Sie unterliegen damit einer besonderen behördlichen Überwachung. Die Anwendung der Verordnung für Läger ist durch die Mengenschwellen im Anhang III festgelegt.

Nach der Umsetzung der Seveso-(II)-Richtlinie 96/82/EG in nationales Recht werden für Lageranlagen in der EU die Mengenschwellen der Richtlinie in Anhang I maßgebend sein. Dabei werden Läger als Teile von Betrieben miterfasst, spezielle Regelungen für Lageranlagen sind nicht vorgesehen.



Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen bedürfen in Deutschland einer behördlichen Genehmigung, sofern eine in Ländervorschriften /D7/ festgelegte Gefährdungsstufe überschritten wird. Die Gefährdungsstufe ergibt sich aus der Menge und der Wassergefährdungsklasse (WGK) der gelagerten Stoffe. Die Überwachung der Anlagensicherheit erfolgt durch Prüfungen externer Sachverständiger. Die Prüfpflicht und die Prüffristen hängen von der Gefährdungsstufe und der Sensibilität des Standorts ab.

Anlagen zur Lagerung brennbarer Flüssigkeiten sind ab einer festgelegten Menge gemäß VbF /D11/ erlaubnisbedürftig. Die Überwachung der Anlagensicherheit erfolgt ebenfalls durch regelmäßige Prüfungen externer Sachverständiger.

## 5 Technische Informationen über die Systeme, die bei der Festlegung von BAT in Betracht gezogen werden

Anhang 5 (zu Kapitel 4/5) enthält nähere technische Ausführungen über die BAT-Kandidaten. Er ist noch zu ergänzen.

### Beispiel

Stoff: Toluol

R-Sätze: 11, 20, (VOC)

Lagertank: 30 m<sup>3</sup>, einwandig

Aufstellung: oberirdisch

	Anlagenteil	Ausführung/Regel/Norm
(1)	Bauwerk	Stand sicher, Genehmigung nach BauG, VAwS, VbF
(2)	Lagertank	Metall, z.B nach DIN 6618 Teil 1, korrosionsbeständig nach DIN 6601, TRbF 121
(3)	Rohrleitungen	Metall, korrosionsbeständig nach DIN 6601, TRbF 131 Teil 1
(4)	Absperreinrichtungen	nach TRbF 120
(5)	Dichtungen	hochwertig, z.B. Nut und Feder
(6)	Füllstandsanzeige	vorhanden
(7)	Befüll- und Entnahmepumpe	leakagearm/leakagefrei
(8)	Temperaturüberwachung	optional
(9)	Drucküberwachung	-
(10)	Be- und Entlüftungseinrichtungen	Überdruck/Unterdrucksicherung nach TRbF 120
(11)	Maßnahmen zur Emissionminderung von Dämpfen	Überdruck/Unterdrucksicherung und Gaspandelsystem nach TRbF 120
(12)	Füllstelle	Flüssigkeitsundurchlässige Fläche gemäß TRwS 132, Ausführung gemäß TRbF 111 und VAwS
(13)	Auffangraum	>30m <sup>3</sup> oder Teilvolumen nach TRwS 131, flüssigkeitsdicht nach TRwS 132, Löschwasserrückhaltung
(14)	Überfüllsicherung	gemäß TRbF 510
(15)	Flammendurchschlagsicherungen	an Be- und Entlüftungsleitungen gemäß TRbF 120
(16)	Brandschutzeinrichtungen	Feuerlöscher
(17)	Explosionsschutzmaßnahmen	nach TRbF 100 Explosionsschutzzone 1 an Be- und Entlüftungsöffnungen, Zone 2 im Auffangraum

**6      Übersicht der Lagertypen und Lagermengen bezogen auf Kategorien industrieller Tätigkeiten**

