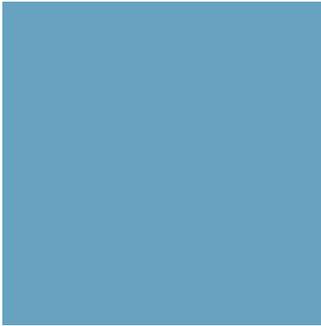


# Lagerung von Chemikalien

Hinweise für die gute Praxis im Betrieb



issa

INTERNATIONALE VEREINIGUNG FÜR SOZIALE SICHERHEIT | IVSS

*Sektion für Prävention in der chemischen Industrie*



Die Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS) ist die wichtigste internationale Institution im Bereich der sozialen Sicherheit, in der sich mehr als 340 Träger und Organisationen der sozialen Sicherheit aus mehr als 145 Ländern der Welt zusammengefunden haben. Ziel der IVSS ist die Förderung einer dynamischen sozialen Sicherheit in einer sich globalisierenden Welt durch effektive Unterstützung auf dem Weg zu einem hohen Standard in allen Bereichen sozialer Sicherheit. Die Vereinigung wurde 1927 gegründet, das Sekretariat der IVSS hat seinen Sitz bei der International Labour Organisation (ILO) in Genf.

Die IVSS Sektion Chemie ist eine unabhängige internationale Organisation. Seit ihrer Gründung am 17. Juni 1970 engagiert sie sich weltweit für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten in der chemischen und verwandten Industrie. Den Betrieben und deren Mitarbeitern bieten unsere Broschüren, Publikationen und internationalen Vortragsveranstaltungen eine Orientierung und Hilfe für ein sicherheitsbewusstes Arbeiten. Die IVSS Sektion Chemie spricht insbesondere Vertreter der folgenden Industriebranchen an:

- Kunststoffindustrie
- Gummiindustrie
- Pharmaindustrie
- Lackindustrie
- Farbenindustrie
- Sprengstoff- und Mineralölindustrie

#### IVSS Sektion Chemie

c/o BG RCI (Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie)  
Kurfürsten-Anlage 62  
D-69115 Heidelberg/Germany  
T.: +49 6221-5108-0

[www.issa.int/prevention-chemistry](http://www.issa.int/prevention-chemistry)

## Lagerung von Chemikalien

Hinweise für die gute Praxis im Betrieb

4. Auflage 2012  
ISBN 92-843-7036-1



## Vorwort

Diese Broschüre informiert über Gefahren bei der Lagerung von Chemikalien und gibt Hinweise auf entsprechende Vorsichtsmaßnahmen.

In der vorliegenden 4. Auflage dieser Broschüre wurde eine komplette Überarbeitung vorgenommen und unter anderem die Empfehlungen der UN über die globale Harmonisierung der Gefahrenkommunikation für chemische Produkte (GHS) eingearbeitet.

Der Vorstand der IVSS-Sektion Chemie möchte damit an die erfolgreiche Verbreitung der bisherigen Ausgaben anknüpfen.



# INHALT

1	EINLEITUNG	8
2	ANWENDUNGSBEREICH UND ZIEL DER BROSCHÜRE	10
3	GEFAHREN, DIE VON DEN CHEMIKALIEN AUSGEHEN KÖNNEN	12
4	ORGANISATION UND BETRIEB DES LAGERS	14
4.1	Lagerkonzept	14
4.2	Gefährdungsbeurteilung	15
4.3	Grundlegende Anforderungen und Maßnahmen	16
4.4	Organisatorische Anforderungen und Maßnahmen	21
4.5	Prüfungen	25
4.6	Betriebsstörungen und Notfälle	26
5	PLANUNG UND BAU	28
5.1	Genehmigung	28
5.2	Standort	29
5.3	Baulicher Brandschutz	29
5.4	Baumaterialien	30
5.5	Zugang und Verkehrswege	30
5.6	Türen und Fluchtwege	31
5.7	Lagerung im Freien	31
6	AUSRÜSTUNG, AUSSTATTUNG UND EINRICHTUNG	32
6.1	Beleuchtung und elektrische Anlagen	32
6.2	Lagersysteme	33
6.3	Auffangeinrichtungen	34
6.4	Belüftung	34
6.5	Klimatisierung	34
6.6	Brandbekämpfung	35
6.7	Sicherheitsschranke	35
6.8	Explosionsschutz	36
7	BESONDERE LAGERVORGABEN FÜR GEFAHRSTOFFE MIT SPEZIFISCHEN EIGENSCHAFTEN	38
7.1	Giftige Chemikalien und CMR-Stoffe	41
7.2	Gase und Aerosole (Aerosolpackungen)	42
7.3	Brennbare Flüssigkeiten	44
7.4	Brennbare Feststoffe	45
7.5	Selbstentzündliche/Selbsterhitzungsfähige Chemikalien	46
7.6	Chemikalien, die mit Wasser brennbare Gase bilden	47
7.7	Brandfördernde (oxidierende) Stoffe	48
7.8	Ätzende Chemikalien	49
7.9	Flüssigkeiten mit umweltgefährlichen Eigenschaften	50

## Autoren, Institutionen und Firmen

Herbert Bender, Ludwigshafen  
 Josef Drobits, Wien  
 Antje Ermer, Heidelberg  
 Willy Frei, Luzern  
 Annabelle Guilleux, Paris  
 Joachim Sommer, Heidelberg

Allgemeine Unfallversicherungsanstalt  
 (AUVA), Wien (A)

BASF SE, Ludwigshafen (D)

Berufsgenossenschaft Rohstoffe  
 und chemische Industrie (BG RCI),  
 Heidelberg (D)

Institut National de Recherche et de  
 Sécurité (INRS), Paris (F)

Schweizerische Unfallversicherungs-  
 anstalt (Suva), Luzern (CH)

Gestaltung und Satz  
 .punto design, Weinheim

Druck  
 Bonndruck, Bonn

## 1 EINLEITUNG

## EINLEITUNG

Wie werden Chemikalien in einem Betrieb sicher gelagert? Diese Frage stellt sich nicht nur in chemischen Betrieben, denn zu den Chemikalien zählen beispielsweise auch:

- Farben und Lacke eines Malerbetriebes,
- Reinigungs- und Desinfektionsmittel eines Reinigungsbetriebes,
- Öle, Lösemittel und Verdüner einer Reparaturwerkstatt,
- Bauschäume, Zementschleierentferner und Abbeizer einer Baufirma,
- Gasflaschen mit Acetylen, Sauerstoff und Flüssiggase einer Schlosserei.

Diese Broschüre soll insbesondere klein- und mittelständischen Betrieben eine Praxisanleitung geben, wo und wie Chemikalien aufbewahrt werden sollen.

Im Folgenden werden zunächst allgemeine Anforderungen an das Lagern von Chemikalien beschrieben. Anforderungen an Gefahrstoffe mit spezifischen Eigenschaften sind im Kapitel 7 zusammengestellt.



Gefahrstoffrecht (bisher)	CLP-Verordnung	Transportrecht (Auswahl)
 	  	 
 	  	 
 	  	 
	  	 

Gefahrstoffkennzeichnungen nach unterschiedlichen Rechtsgebieten

## 2 ANWENDUNGSBEREICH UND ZIEL DER BROSCHÜRE

# ANWENDUNGS- BEREICH UND ZIEL

Im Fokus dieser Broschüre steht die Lagerung von Chemikalien, insbesondere von Gefahrstoffen.

Gefahrstoffe sind alle

- Flüssigkeiten,
  - Gase oder
  - Feststoffe,
- die
- als Reinstoffe oder
  - als Gemische
- aufgrund ihrer
- physikalisch-chemischen,
  - gesundheitsgefährlichen oder
  - umweltgefährlichen
- Eigenschaften
- Mensch,
  - Umwelt oder
  - Sachwerte
- beeinträchtigen können.

In der Regel erkennt man Gefahrstoffe an Gefahrensymbolen bzw. Gefahrenpiktogrammen. Die Abbildung auf Seite 9 gibt eine Übersicht über mögliche Gefahrstoffkennzeichnungen<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Zur Bedeutung der Symbole/Piktogramme siehe Kapitel 7

**HINWEIS:** Neben Gefahrstoffen, die mit einem Symbol bzw. Piktogramm gekennzeichnet sind, gibt es auch Chemikalien, die nicht gekennzeichnet werden müssen, von denen aber trotzdem Gefahren ausgehen können.

Zu den Gefahrstoffen zählen auch Abfälle, soweit sie entsprechende Eigenschaften besitzen.

Diese Broschüre behandelt die Lagerung von Chemikalien in Verpackungen oder ortsbeweglichen Behältern bis 1000 Liter<sup>2</sup>. Lagerung ist dabei das Aufbewahren für mehr als 24 Stunden, unabhängig davon, wo dies erfolgt.

Für Gefahrstoffe, die am Arbeitsplatz oder in sogenannten Zwischenlagern für den Fortgang der Arbeiten bereit gehalten werden, sind die grundlegenden Anforderungen zur sicheren Lagerung sinngemäß zu beachten.

<sup>2</sup> bei größeren Mengen sind in der Regel zusätzliche Maßnahmen erforderlich

**HINWEIS:** Die Lagerung gefährlicher Stoffe und Gemische wird europaweit durch nationale Vorschriften geregelt und kann so teilweise weiter reichend und in Details unterschiedlich sein.

Zielgruppe sind alle Personen, die mit der Lagerung von Chemikalien betraut sind. Die Broschüre richtet sich insbesondere an Lagermeister und alle im Lager beschäftigten Personen. Spezifische Chemikalienkenntnisse werden nicht vorausgesetzt.

Nicht behandelt werden in dieser Broschüre:

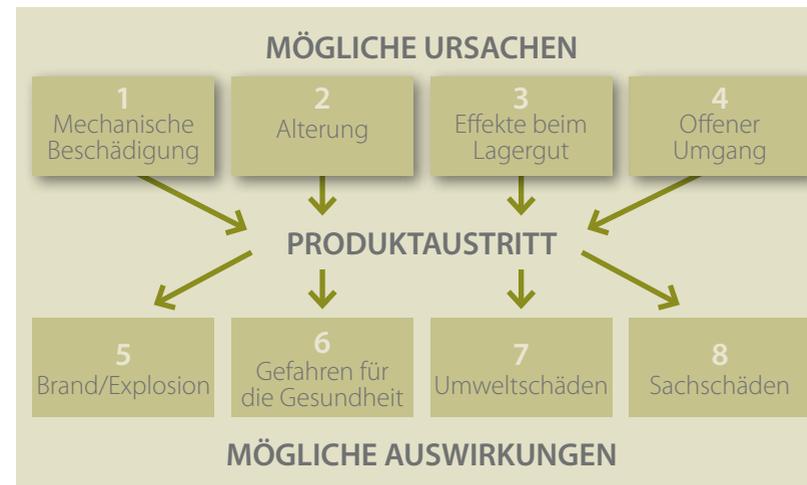
- Spezifische Maßnahmen für Explosivstoffe, organische Peroxide, radioaktive sowie ansteckungsgefährliche Stoffe.
- Gefahren des Transports, wohl aber die Transportkennzeichnung als Indiz für Gefahrenpotenziale.
- Manuelle Vorgänge wie beispielsweise Ab- und Umfüllen. Sie gehen über das reine Lagern hinaus und unterliegen spezifischen Vorschriften zur Verwendung von Chemikalien. Diese Tätigkeiten werden daher in dieser Broschüre nur cursorisch betrachtet.

### 3 GEFAHREN, DIE VON DEN CHEMIKALIEN AUSGEHEN KÖNNEN

Gefahren treten in erster Linie beim Freiwerden der Chemikalien als Folge einer Leckage auf.

Mögliche Ursachen sind:

- 1 Mechanische Beschädigung von Gebinden oder Regalen
  - Innerbetrieblicher Transport, ggfs. in Zusammenhang mit unzureichender Beleuchtung
  - Übermäßiges sowie riskantes Stapeln
  - Überladen der Regale
  - Niveauunterschiede im Lagerraum ▶ Kippen oder Abstürzen von Lagergut
- 2 Physikalisch oder chemisch induzierte Alterung der Gebinde oder Regale
  - Lagerdauer ▶ Abnahme der Elastizität bzw. Versprödung bei Kunststoffen
  - Licht, insbesondere UV-Strahlung ▶ Brüchigwerden von Kunststoffen
  - Kälte ▶ Abnahme der Elastizität bzw. Versprödung bei Kunststoffen, Brüchigwerden von Metallen
  - Wärme ▶ Erweichen bei Kunststoffen
  - Aggressive Atmosphäre ▶ Korrodieren metallischer Werkstoffe
  - Wechselwirkung der Behälterwerkstoffe mit Lagergut
- 3 Physikalisch oder chemisch induzierte Effekte beim Lagergut
  - Kälte ▶ Auskristallisieren, Zerbrechen von Glasbehältern mit wässrigen Lösungen,



- Wärme ▶ Aufbau eines inneren Überdrucks durch Dampfdruck, Auslösen einer Zersetzung bei thermisch sensiblen Produkten
  - Licht, insbesondere UV-Strahlung ▶ Auslösen heftiger Reaktionen bei peroxidbildenden oder polymerisierbaren Produkten
  - Lagerdauer (auch im Zusammenspiel mit Transportdauer) ▶ Auslösen einer Zersetzung bei thermisch sensiblen Produkten
- 4 Offener Umgang
- Ab- und Umfüllen
  - Offen stehen lassen

Mögliche Auswirkungen sind:

- 5 Brand/Explosion
- 6 Gefahren für die Gesundheit
  - Reizung
  - Vergiftung
  - Verätzung
  - Verbrennung durch Hitze und Kälte
  - Sensibilisierung
  - Atemnot
  - Erstickten
- 7 Umweltschäden
- 8 Sachschäden

Neben den akuten Gesundheitsgefahren, die im Falle einer Leckage im Vordergrund stehen, sind bei länger andauernder oder wiederholter Einwirkung auch chronische Effekte zu berücksichtigen.

## 4 ORGANISATION UND BETRIEB DES LAGERS

# ORGANISATION UND BETRIEB

### 4.1 LAGERKONZEPT

Das Lagerkonzept stellt eine Gesamtbeurteilung aller sicherheitstechnischen Aspekte des Lagers dar. Es dient zum Erkennen möglicher sicherheitstechnischer Defizite und kann als Unterlage für das Genehmigungs- bzw. Bewilligungsverfahren herangezogen werden. Es beinhaltet:

- eine Beschreibung der örtlichen Verhältnisse und der Umgebung,
- die bauliche Beschreibung der Lager Räume einschließlich des Brandschutzkonzeptes,
- die technischen und organisatorischen Maßnahmen,
- die Festlegung von Zonen für explosionsgefährdete Bereiche bzw. Verweis auf das Explosionsschutzdokument,
- Lagerart und Definition der zu lagern den Behälterarten,
- Art, Mengen und Lagerklassen der zu lagernden Chemikalien.

### 4.2 GEFÄHRDUNGS- BEURTEILUNG

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind alle Gefährdungen zu ermitteln, die bei der Lagerung für Menschen und die Umwelt auftreten können. Davon abgeleitet sind die notwendigen Schutzmaßnahmen festzulegen. Die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung kann beispielsweise über das Lagerkonzept erfolgen.

#### 4.2.1 Informationsquellen

Die wichtigsten Informationsquellen für die Gefährdungsbeurteilung für die Lagerung von Chemikalien sind:

- die Kennzeichnung,
- das Sicherheitsdatenblatt in der aktuellen Fassung,
- ergänzende Angaben des Herstellers,
- Veröffentlichungen und Datenbanken von Präventionsinstituten und -organisationen,
- einschlägige Fachliteratur.

#### 4.2.2 Zu berücksichtigende Arbeitsvorgänge und Betriebszustände

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung für die Lagerung von Chemikalien ist zu berücksichtigen:

- Warenanlieferung und Spedition,
- Ein- und Auslagern,
- Lagern,
- Transportieren innerhalb des Lagers,
- Beseitigen freigesetzter Chemikalien.

Ungereinigte leere Behälter und Behälter, die nur noch Restmengen enthalten, verlangen eine besondere Aufmerksamkeit, da sich zum Beispiel bei leicht entzündbaren<sup>3</sup> Flüssigkeiten innerhalb dieser Behälter explosionsfähige Luft-Gasgemische bilden können. Diese Behälter sind deshalb wie volle Behälter zu behandeln, sollten jedoch von anderen Behältern getrennt gelagert und deutlich gekennzeichnet werden.

Werden in einem Lagerraum Chemikalien auch ab- oder umgefüllt, wird der Lagerraum zu einem Arbeitsraum. Er muss somit auch die Anforderungen an einen Arbeitsraum erfüllen. Abhängig von der Art der Chemikalien sind dadurch meist zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

<sup>3</sup> Im Folgenden wird aus Gründen der Lesbarkeit immer der Begriff „entzündbar“ verwendet, auch wenn nach bisherigem EU-Recht der Begriff „entzündlich“ bei der Kennzeichnung auftreten kann

## 4 ORGANISATION UND BETRIEB DES LAGERS

### 4.2.3 Explosionsgefährdete Bereiche<sup>4</sup>

Können Gemische aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben entstehen, so sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung

- die Möglichkeiten zur Bildung explosionsfähiger Atmosphäre zu ermitteln,
- explosionsgefährdete Bereiche in Zonen einzuteilen und
- Schutzmaßnahmen festzulegen.

## 4.3 GRUNDLEGENDE ANFORDERUNGEN UND MASSNAHMEN

### 4.3.1 Lagerorte und -räume

Chemikalien dürfen grundsätzlich nicht an solchen Orten gelagert werden, wo es zu einer erhöhten Gefährdung von Personen führen kann. Solche Orte sind insbesondere Verkehrswege. Dazu zählen beispielsweise Treppenhänge, Flure, Flucht- und Rettungswege, Durchgänge, Durchfahrten und enge Höfe.



*Fluchtwege dürfen nicht verstellt werden*

Für die Lagerung nicht geeignete Orte sind unter anderem Pausen-, Bereitschafts-, Sanitär-, Sanitätsräume oder Tagesunterkünfte, Wohn- und Verkaufsräume sowie Keller von Wohnhäusern.

### 4.3.2 Anforderungen an Gebinde und Verpackung

Behälter und Verpackungen für Chemikalien müssen eine den betrieblichen Beanspruchungen genügende mechanische, thermische und chemische Beständigkeit aufweisen. Sie haben die sichere Aufbewahrung und den sicheren innerbetrieblichen Transport der Chemikalien zu gewährleisten. Diese Voraussetzungen gelten unter anderem als erfüllt, wenn die Verpackung bzw. der Behälter die Anforderungen an die Beförderung gefährlicher Güter erfüllt (Transportverpackung nach ADR/RID).

Chemikalien sollen möglichst in Originalbehältern gelagert werden. Werden Chemikalien nicht in Originalbehältern gelagert, ist sicher zu stellen, dass die Lagerbehälter geeignet und gekennzeichnet sind. Gefahrstoffe dürfen nur in geschlossenen Verpackungen oder Behältern gelagert werden.

Alle gelagerten Chemikalien müssen anhand ihrer Verpackung zumindest mit ihrem Stoffnamen identifizierbar sein. Als gefährlich eingestufte Stoffe und Gemische müssen darüber hinaus mit einer Kennzeichnung (Gefahrenpiktogramm bzw. Gefahrzettel und Hinweise zu we-

sentlichen Gefahren) versehen sein. Chemikalien dürfen nicht in solchen Behältern aufbewahrt werden, durch deren Form oder Bezeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann.



*Die Lagerung sollte im Originalgebinde erfolgen*

Verpackungen und Behälter die mit Ausrichtungspfeilen versehen sind, müssen gemäß diesen Hinweisen ausgerichtet gelagert werden.

<sup>4</sup> Zu diesem Thema sind weiterführende Informationen zu finden in Kapitel 6 „Ausrüstung, Ausstattung und Einrichtung“

## 4 ORGANISATION UND BETRIEB DES LAGERS

### 4.3.3 Stapelhöhe

Die maximale Stapelhöhe muss so ausgewählt werden, dass eine Gefährdung durch herabfallende Behälter nicht gegeben ist. Zu berücksichtigen ist:

- das Stapelverbot für bestimmte Gebinde (zum Beispiel für frei tragende IBC),
- die mechanische Stabilität des untersten Gebindes hinsichtlich der Gewichtsbelastung (insbesondere bei Kartons),
- die mechanische Stabilität des obersten Gebindes beim Herabfallen (insbesondere bei Flaschen),
- die Gefährdung der Beschäftigten durch das Kippen des Stapels (insbesondere auch durch mechanische Beschädigung des untersten Gebindes).

Empfohlen wird, die Oberkante eines Stapels nicht über 3 Meter zu wählen.

### 4.3.4 Einlagerungsplan/ Lagerliste

Zur Verwaltung des Lagers ist ein Einlagerungsplan mit genauen Angaben zum Standort und der Mengen der verschiedenen Chemikalien zu erstellen. Damit kann man im Falle einer Leckage oder eines Brandes die Art der gelagerten Produkte und die genauen Mengen schnell bestimmen.



Beim Lagern von Fässern müssen diese in Verbund gebracht werden

Der Einlagerungsplan sollte beinhalten:

- Bezeichnung der gelagerten Chemikalien,
- Einstufung der Chemikalien oder Angaben zu den gefährlichen Eigenschaften,
- die höchstzulässige Gesamtlagermenge und die regelmäßig aktualisierte Lagermenge, geordnet nach sinnvollen Gefahrenkriterien, zum Beispiel nach Gefahrenklasse, Stoffklasse, Lagerklasse,
- Angabe der Lagerabschnitte, in denen sich die verschiedenen Chemikalien befinden.

### 4.3.5 Zusammenlagerung

Chemikalien dürfen nicht zusammenlagert werden, wenn hierdurch eine Gefährdungserhöhung entsteht. Dies ist gegeben, wenn sie beispielsweise

- unterschiedliche Löschmittel benötigen<sup>5</sup>,
- unterschiedliche Temperaturbedingungen erfordern,
- bei Freisetzung miteinander unter Bildung entzündbarer oder giftiger Gase reagieren oder zu einem Brand führen können.

**HINWEIS:** Angaben zur Zusammenlagerung und zu Unverträglichkeiten mit anderen Chemikalien finden sich in der Regel in den Sicherheitsdatenblättern der Produkte in den Abschnitten 7 „Handhabung und Lagerung“, 10 „Stabilität und Reaktivität“, 15 „Rechtsvorschriften“ und 16 „Sonstige Angaben“. Informationen über die Reaktivität von Gefahrstoffen mit spezifischen Eigenschaften können auch bei Sicherheitsinstituten eingeholt werden. ■

Arzneimittel, Lebens- oder Futtermittel, Kosmetika und Genussmittel dürfen nicht im gleichen Raum wie giftige und sehr giftige (akut toxische Stoffe der Kategorie 1-3), krebserzeugende, erbgutverändernde und reproduktionstoxische<sup>6</sup> Chemikalien gelagert werden.

Alle anderen Stoffe dürfen nicht in unmittelbarer Nähe gelagert werden. Es wird empfohlen, einen Mindestabstand von 2 Metern einzuhalten.

<sup>5</sup> Durch die Verwendung eines falschen Löschmittels kann es bei der Brandbekämpfung zu gefährlichen Reaktionen mit dem Löschmittel kommen. Dies kann insbesondere bei der Zusammenlagerung von Chemikalien, die unterschiedliche Löschmittel benötigen, zu Problemen führen, da es dann möglicherweise kein geeignetes Löschmittel für alle gelagerten Chemikalien gibt.

<sup>6</sup> reproduktionstoxisch bedeutet sowohl die Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit als auch die Schädigung des Kindes im Mutterleib.

## 4 ORGANISATION UND BETRIEB DES LAGERS

Bei einer Zusammenlagerung von Chemikalien mit unterschiedlichen gefährlichen Eigenschaften kann es durch die Vermischung freigesetzter Chemikalien zu gefährlichen Reaktionen kommen. Beispielsweise können

- Chemikalien bei Reaktion miteinander giftige Gase freisetzen (beispielsweise Säuren und Chlorite),
- Säuren und Laugen heftig unter Wärmeentwicklung und Verspritzen reagieren,
- entzündbare und oxidierende (brandfördernde) Chemikalien zusammen Brände oder sogar Explosionen verursachen.

Solche „inkompatible“ Chemikalien müssen im Lager getrennt aufbewahrt werden. Weiterhin müssen Maßnahmen getroffen werden, damit sie im Falle einer Leckage nicht in Kontakt treten können. Je nach aufbewahrter Menge kann dies die Aufstellung der Behälter in separaten Auffangwannen oder in unterschiedlichen, durch Brandwände getrennten Lagerabschnitten sein.

Im Bereich der Warenanlieferung und der Kommissionierung sind die Zusammenladevorschriften des Transportrechtes zu beachten.

### 4.3.6 Lagerzeit und Entnahmeregel

Aufgrund der geringen Lagerstabilität einiger Chemikalien und der begrenzten Lebensdauer der Verpackungen und Behälter muss eine Chemikalienlagerung exakt verwaltet werden. So weit wie möglich, sollte der Lagervorrat bedarfsorientiert sein und das älteste Produkt zuerst entnommen werden.



Übersichtliche Gestaltung des Lagers

## 4.4 ORGANISATORISCHE ANFORDERUNGEN UND MASSNAHMEN

### 4.4.1 Verantwortlichkeiten und Aufgaben

#### Arbeitgeber

Der Arbeitgeber ist verantwortlich für die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten sowie den Schutz der Umwelt. Zu seinen Aufgaben gehören:

- Lagerkonzept erstellen und Gefährdungsbeurteilung durchführen.
- Kontakte zu Behörden halten.
- Einhaltung der Sicherheitsvorschriften und der ordnungsgemäßen Lagerung der Produkte entsprechend ihrer spezifischen Lagerbedingungen kontrollieren, beispielsweise durch Lagerbegehungen mit Sicherheitsbeauftragten und Sicherheitsfachkraft.
- Lagermeister und ggf. fachkundige Person mit entsprechender Aus- bzw. Fortbildung als Chemikalien-Ansprechperson oder Gefahrgutbeauftragter bestimmen.
- Geeignete Beschäftigte auswählen und deren Weiterbildung organisieren.
- Informationen über die Stoffeigenschaften beschaffen. Für sämtliche eingelagerte Gefahrstoffe müssen aktuelle Sicherheitsdatenblätter vorhanden sein. Diese müssen den Beschäf-

tigten zugänglich gemacht werden.

- Persönliche Schutzausrüstung für die Beschäftigten bereitstellen oder bereitstellen lassen und deren Instandhaltung gewährleisten.

#### Lagermeister

Aus der Delegation durch den Arbeitgeber ergeben sich für den Lagermeister folgende Aufgaben:

- Arbeitgeber informieren, falls bei den Sicherheitsdatenblättern die Angaben zur Lagerung nicht ausreichend sind oder die Gefährdungsbeurteilung ergänzt bzw. aktualisiert werden muss.
- Maßnahmen aus der Gefährdungsbeurteilung umsetzen und kontrollieren.
- Bei eingehenden Gebinden Kennzeichnung überprüfen und mit den Versandpapieren abgleichen.
- Eingehende und eingelagerte Gebinde auf Beschädigung und Leckage überprüfen und ggf. Maßnahmen einleiten.
- Einlagerungsplan erstellen und aktualisieren.
- Betriebsanweisungen erstellen und Beschäftigte unterweisen.
- Alarmplan erstellen und aktuell halten.
- Sicherheitseinrichtungen regelmäßig kontrollieren, ggf. notwendige Prüfungen veranlassen.

## 4 ORGANISATION UND BETRIEB DES LAGERS

### Beschäftigte

Für die Beschäftigte ergeben sich folgende Aufgaben:

- Arbeiten gewissenhaft nach Betriebsanweisungen und Anordnungen durchführen.
- Persönliche Schutzausrüstung benutzen und pflegen.
- Vorgesetzten über betriebliche Vorfälle, wie beispielsweise beschädigte Verpackungen, Leckagen, Brände und Unfälle unverzüglich informieren.
- Arbeitgeber in Fragen der Arbeitssicherheit unterstützen.



Betriebsanweisungen geben Hinweise zum sicheren Umgang mit Chemikalien

### 4.4.2 Betriebsanweisungen sowie Unterweisung und Schulung

Für das Lagern und die damit verbundenen Tätigkeiten müssen Betriebsanweisungen vorliegen. Die Beschäftigten sind von den betrieblichen Führungskräften anhand der Betriebsanweisungen zu unterweisen. Inhalte der Betriebsanweisungen und der Schulungen sind:

- Kennzeichnung gefährlicher Produkte.
- Gefahren, die mit dem Umgang mit gefährlichen Produkten verbunden sind.
- Technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen sowie Verhaltensregeln.
- Hinweise über Zusammenlagerungsverbote.
- Verhalten in Notfällen, zum Beispiel Anweisungen für den Fall einer Leckage oder eines Brandes.
- Erste-Hilfe-Maßnahmen.
- Entsorgung von Abfallprodukten.

Betriebsanweisungen können sowohl für einzelne Chemikalien als auch für Stoffgruppen mit vergleichbaren Eigenschaften erstellt werden.

Ergeben sich durch den Betrieb des Lagers noch weitere Gefährdungen, beispielsweise durch den Umgang mit Gabelstaplern, sind diese ebenfalls bei Schulungen und Unterweisungen zu berücksichtigen.

### 4.4.3 Verhaltensregeln

Maßnahmen, die von den Beschäftigten beachtet werden müssen, sind in einer Betriebsanweisung festzuhalten. Weiterhin gilt:

- Im Lager herrscht Rauchverbot.
- Auf das Tragen Persönlicher Schutzausrüstung ist mit den zutreffenden Gebotsschildern hinzuweisen.
- Nahrungs- und Genussmittel dürfen im Lagerbereich nicht konsumiert werden.
- Vor den Pausen sind die Hände zu waschen.

- Die Zugänglichkeit zum Lager muss in Abhängigkeit der gelagerten Chemikalien geregelt sein.
- Auf spezielle Gefahren wie Brand- und Explosionsgefahr ist hinzuweisen.
- Zündquellen, die zu Bränden oder Explosionen führen können, sind zu vermeiden. Als Zündquellen können auch Hilfs- oder Abfallstoffe (beispielsweise ölgetränkte Putzlappen) wirken.
- Beim Ein- und Auslagern muss darauf geachtet werden, dass Gebinde und Brandschutzeinrichtungen nicht beschädigt oder letztere in ihrer Funktion eingeschränkt werden.



Gebots- und Hinweisschilder

## 4 ORGANISATION UND BETRIEB DES LAGERS

### 4.4.4 Hygiene

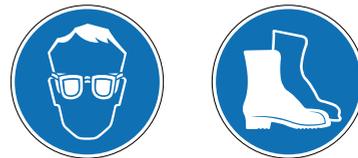
Der Arbeitgeber hat den Beschäftigten die für ihre persönliche Hygiene erforderlichen Mittel zur Verfügung zu stellen. Hierzu zählen:

- Sanitäre Anlagen,
- Wasch- und ggf. Duschgelegenheiten,
- Sozialräume,
- Möglichkeiten zur getrennten Aufbewahrung von Straßen- und Arbeitskleidung, wenn die Gefahr einer Verunreinigung durch gefährliche Chemikalien besteht.

Mit Chemikalien verunreinigte Arbeitskleidung darf nicht in sauberen Bereichen wie beispielsweise Büros, Seminarräumen oder Kantinen getragen werden.

Lagerräume müssen regelmäßig gereinigt werden, zum Beispiel durch Absaugen. Das Kehren mit dem Besen ist zu vermeiden, da es Staubpartikel aufwirbelt. Staubablagerungen sind bevorzugt mit Industriestaubsaugern oder Kehrsaugmaschinen aufzunehmen. Die Art der Sauger und die Qualität der Filter ist in Abhängigkeit der Stoffeigenschaften auszuwählen.

### 4.4.5 Persönliche Schutzausrüstung



Trotz technischer und organisatorischer Schutzmaßnahmen kann das Tragen einer persönlichen Schutzausrüstung (PSA) erforderlich sein, beispielsweise bei verschmutzten Gebinden, bei Lagern über Kopfhöhe und bei Leckage. Die Schutzausrüstung (je nach Erfordernis Schutzhandschuhe, Sicherheitsschuhe, Schutzhelm, Schutzbrille, Gesichtsschutzschirm, Schutzkleidung, Atemschutzgeräte) muss für die freigesetzten Chemikalien und die durchgeführten Tätigkeiten geeignet sein und den Beschäftigten zur Verfügung gestellt werden.

Die zur Verfügung gestellte Schutzausrüstung ist von den Beschäftigten gemäß Anweisung zu tragen, der Vorgesetzte hat dies zu überwachen.

Für die Funktionsfähigkeit ist eine regelmäßige Wartung (und ggf. Reinigung) erforderlich. Defekte PSA ist vom Arbeitgeber zu ersetzen und zu entsorgen.

### 4.5 PRÜFUNGEN

Lagereinrichtungen müssen erstmalig und anschließend regelmäßig in angemessenen Abständen auf ihre ausreichende Funktion, Zuverlässigkeit und Wirksamkeit überprüft werden.

Als ergänzende organisatorische Maßnahmen sind arbeitstägliche Funktionskontrollen geeignet, unter anderem in Form von

- Sichtkontrollen, beispielsweise hinsichtlich des unbeschädigten Zustandes von Öffnungen zur Be- und Entlüftung,
- Hörkontrollen, zum Beispiel auf das Tropfen oder Rieseln von Produkten.

Zur Überprüfung der Schutzmaßnahmen eignen sich beispielsweise Checklisten.

Einrichtung	Beispielhafte Inhalte der Prüfung
Lagerbehälter	Unversehrtheit und Dichtheit
Lagereinrichtungen	Einhaltung von Fach- und Feldlasten von Regalen mit Gefahrstoffgebinden, Unversehrtheit von Regalteilen
Auffangeinrichtungen	Unversehrtheit von Wannen
Entsorgungseinrichtungen	Dichtheit und Korrosionsfreiheit von Lösemittelabfallcontainern
Lüftungseinrichtungen	Unversehrtheit von Lüftungskanälen und Erfassungseinrichtungen

## 4 ORGANISATION UND BETRIEB DES LAGERS

### 4.6 BETRIEBSSTÖRUNGEN UND NOTFÄLLE

#### 4.6.1 Alarmplan

Für jedes Lager ist ein Alarmplan zu erstellen, der den Ablauf der zu treffenden Maßnahmen bei Feuer, Unfall und Produktaustritt/Leckagen festlegt.

Bei der Lagerung von Chemikalien mit besonderem Gefährdungspotential, wie beispielsweise sehr giftige und giftige Chemikalien (akut toxische Stoffe der Kategorie 1-3), krebserzeugende, erbgutverändernde und reproduktionstoxische sowie entzündbare oder brandfördernde (oxidierende) Chemikalien sollte der Alarmplan mindestens beinhalten:

- Angaben zu Alarmsignalen, Brand- und Schutzeinrichtungen, Flucht- und Rettungswegen, Sammelplatz sowie Hinweis auf die durchzuführende Anwesenheitskontrolle der Belegschaft.
- Auflistung der Maßnahmen in durchzuführender Reihenfolge.
- Liste mit Telefonnummern von Rettungsdiensten, Feuerwehr und Polizei, Spital/Krankenhaus, Arzt, Toxikologisches Zentrum.
- Telefonnummern des Betriebsleiters, Meisters und sonstiger verantwortlicher Personen.

Der Alarmplan ist an gut sichtbaren Stellen im Lager auszuhängen.

In Abhängigkeit der Größe des Lagers und der im Lager befindlichen Chemikalien muss anhand des Alarmplans regelmäßig geübt werden, wie sich Personen bei Produktaustritt, bei einem Brand oder in einem sonstigen Notfall verhalten müssen bzw. sich in Sicherheit bringen oder gerettet werden können. Die Erfordernis und die Abstände der Notfallübungen sind in der Gefährdungsbeurteilung festzulegen.

#### 4.6.2 Verhalten bei Leckagen

Werden Chemikalien freigesetzt, sind die schriftlich festgelegten Maßnahmen zu befolgen und ggf. der Vorgesetzte zu informieren. Insbesondere ist bei der Beseitigung von ausgetretenem Produkt auf das Tragen erforderlicher persönlicher Schutzausrüstung (beispielsweise Schutzhandschuhe, Sicherheitsschuhe, Schutzbrille, Gesichtsschutzschirm, Schutzkleidung, Atemschutzgeräte) zu achten.

Das Eindringen von Chemikalien in die Kanalisation ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern. Beim Verschüt-

ten nur geringer Flüssigkeitsmengen kann ein geeignetes Absorptionsmittel eingesetzt werden. Nach dem Aufnehmen sind die Abfälle ordnungsgemäß zu entsorgen.

#### 4.6.3 Absprache mit Behörden

Je nach Gefahrenpotenzial des Lagers ist es notwendig, die Behörden in die Notfallplanung mit einzubeziehen. Die Notwendigkeit einer gemeinsamen Einsatzplanung ist mit der Feuerwehr abzusprechen.



Adsorptionsmittel und Gullyabdeckung

## 5 PLANUNG UND BAU

# PLANUNG UND BAU

In Abhängigkeit von Art und Menge der Chemikalien ist das Lager in einem eigens dafür vorgesehenen Gebäude unterzubringen. Dieses Chemikalienlager darf nicht in unmittelbarer Nähe von Wohngebieten errichtet werden.

### 5.1 GENEHMIGUNG

Die Lagerung von Chemikalien kann ein Risiko für die Umwelt darstellen. Aus diesem Grund muss ein Chemikalienlager in vielen Fällen von Behörden genehmigt werden. Art und Menge der Chemikalien bestimmen, ob deren Lagerung einem durch die nationale Gesetzgebung geforderten Genehmigungs- oder Bewilligungsverfahren unterliegt. In der Regel wird für die Vergabe einer Genehmigung die Einhaltung von Mindestanforderungen an Lagergestaltung und Betrieb vorausgesetzt.

### 5.2 STANDORT

Der ausgewählte Standort muss bestimmte geologische Eigenschaften besitzen: das Chemikalienlager muss auf dichtem und standfestem Boden stehen, des Weiteren muss das Lager gegen Hochwasser geschützt sein.

Bei der Lagerung temperaturempfindlicher Chemikalien sowie bei Flüssigkeiten mit einem hohen Dampfdruck muss eine übermäßige Erwärmung vermieden werden, beispielsweise durch eine Nordorientierung des Lagers.

Lager sollten möglichst ebenerdig ausgeführt werden, ansonsten ist dies bei der Gefährdungsbeurteilung besonders zu berücksichtigen.

Chemikalien dürfen in Arbeitsräumen nur gelagert werden, wenn die Lagerung mit dem Schutz von Personen vereinbar ist und in besonderen Einrichtungen wie beispielsweise für Chemikalien zugelassenen Sicherheitsschränken erfolgt. Jedoch sollte das Lager nicht zu weit weg von den Räumen eingerichtet werden, wo die Chemikalien verwendet werden, damit kein Bedarf für Zwischenlagerung besteht und Gefährdungen durch innerbetrieblichen Transport minimiert werden.

### 5.3 BAULICHER BRANDSCHUTZ

Der Lagerraum muss aus nicht brennbaren Materialien gebaut werden, Öffnungen (Türen und Fenster) müssen die Brandschutzanforderungen erfüllen. Das Lager muss gegen eine Brandbeanspruchung von außen durch Flugfeuer und strahlende Wärme ausreichend lange widerstandsfähig sein.

Besteht die Gefahr der Vergiftung oder Erstickung durch Brandgase, müssen Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen installiert werden.

Lager sind mit ausreichenden und geeigneten Feuerlöscheinrichtungen (zum Beispiel Feuerlöscher, Wandhydranten, Löschanlagen) auszustatten. Die Feuerlöscheinrichtungen müssen, sofern sie nicht selbsttätig wirken, gekennzeichnet, leicht zugänglich und leicht zu handhaben sein. Angriffswege zur Brandbekämpfung müssen so angelegt und gekennzeichnet sein, dass sie mit Lösch- und Arbeitsgeräten schnell und ungehindert erreichbar sind.

Zur Brandbekämpfung mit Wasser muss eine ausreichende Löschwassermenge zur Verfügung stehen. Erfordern die gelagerten Chemikalien den Einsatz ande-

## 5 PLANUNG UND BAU

rer Löschmittel als Wasser, sind diese in ausreichender Menge bereitzuhalten.

Löschwasserleitungen, Sprinklerdüsen und Rauchmelder müssen so angebracht werden, dass sie bei der Ein- und Auslagerung der Lagergüter nicht beschädigt werden können.

Mit geeigneten Maßnahmen wie beispielsweise einer Löschwasserrückhaltung ist zu verhindern, dass kontaminiertes Löschwasser in die Umwelt oder in die Kanalisation gelangt.

Gebäude müssen einen geeigneten Blitzschutz aufweisen.

### 5.4 BAUMATERIALIEN

In Abhängigkeit der gelagerten Chemikalien müssen chemikalienbeständige Baumaterialien ausgewählt werden und

- Oberflächen leicht reinigungsfähig und rutschfest sein,
- die Bodenbeschichtung wasser- und chemikaliendicht sein,
- der Boden so ausgebildet sein, dass austretende Flüssigkeit (einschließlich verflüssigte Gase) am unkontrollierten Fortfließen gehindert wird,
- die Lagerräume ohne direkt in die Kanalisation mündende Bodenabläufe ausgestaltet sein.

### 5.5 ZUGANG UND VERKEHRSWEGE

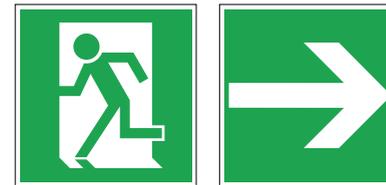
Der Zugang zum Chemikalienlager und die Verkehrswege müssen so gestaltet sein, dass das Ein- und Auslagern der Produkte sowie der schnelle Eingriff für Rettungskräfte ohne Komplikationen möglich ist. Treppen und Stufen unmittelbar vor dem Lagereingang sind zu vermeiden.

Türen und Gänge müssen breit genug sein, um das sichere Manövrieren von Handwagen und gegebenenfalls Gabelstaplern zu ermöglichen.

Der Zutritt zum Chemikalienlager darf ausschließlich befugten Personen zulässig sein.

Verkehrswege innerhalb des Lagers sind zu kennzeichnen.

### 5.6 TÜREN UND FLUCHTWEGE



*Kennzeichnung von Fluchtwegen*

In Abhängigkeit der gelagerten Chemikalien und der Größe des Lagers sind die Anzahl der Notausgänge und die maximale Länge der Fluchtwegen festzulegen.

Um eine rasche Evakuierung von Personen im Notfall zu gewährleisten, müssen alle Notausgänge sowie Fluchtwegen jederzeit freigehalten und klar gekennzeichnet werden.

Fluchttüren müssen sich von innen leicht und ohne Schlüssel öffnen lassen (beispielsweise mittels Anti-Panik-Stangen) und nach außen aufgehen.

### 5.7 LAGERUNG IM FREIEN

Chemikalien dürfen im Freien gelagert werden,

- wenn die Gebinde über eine ausreichende Witterungsstabilität verfügen und wasserdicht sind, oder
- wenn die Lagerplätze ausreichend überdacht sind.

Gefährliche Chemikalien dürfen nicht mit dem Regenwasser in die Kanalisation oder in die Umwelt gelangen. Die Regenwasserabläufe sind mit Schiebern auszurüsten, die im Havariefall geschlossen werden können.



*Der Lagerplatz darf für Unberechtigte nicht zugänglich sein*

Bei Chemikalien, für die ein Zusammenlagerungsverbot gilt, müssen ausreichende Abstände eingehalten werden.

Die Regeln für die Lagerung in einem Gebäude gelten sinngemäß.

## 6 AUSRÜSTUNG, AUSSTATTUNG UND EINRICHTUNG

# AUSRÜSTUNG UND AUSSTATTUNG

### 6.1 BELEUCHTUNG UND ELEKTRISCHE ANLAGEN

Im Lager muss eine ausreichende Beleuchtung vorhanden sein. Die Lampen müssen so angebracht werden, dass eine Erwärmung des Lagerguts vermieden wird, insbesondere wenn dies zu einer gefährlichen Reaktion führen kann.

Die Beleuchtung sollte so ausgeführt werden, dass alle Lagerplätze gut sichtbar und insbesondere Etiketten mühelos lesbar sind. Hierfür wird eine Beleuchtungsstärke von 300 lux empfohlen. Bei Regalreihen sollten die Lampen über den Gängen zwischen den einzelnen Reihen positioniert werden.

**HINWEIS:** Da Beleuchtung und elektrische Anlagen Zündquellen darstellen können, müssen sie bei einer Verwendung in Ex-Zonen hierfür zugelassen sein.

### 6.2 LAGERSYSTEME

Regale oder Schränke sollten möglichst aus unbrennbaren Materialien bestehen. Sie müssen auf jeden Fall eine dem Lagergut angepasste chemische und mechanische Beständigkeit besitzen und stabil aufgestellt werden (beispielsweise durch Befestigung an der Wand). Die höchstzulässige Regalbelastung ist deutlich zu beschildern.

Regale müssen so gebaut sein, dass ein Herunterfallen der Produkte verhindert wird. Verpackungen und Behälter – vor allem zerbrechliche Behälter – sind so zu stapeln oder zu sichern, dass sie nicht aus den Regalfächern fallen können. Lagerfächer sollten nicht zu tief sein, damit die gelagerten Produkte gut sichtbar und einfach erreichbar bleiben.

Die Gebinde dürfen in Regalen, Schränken und anderen Einrichtungen nur bis zu einer solchen Höhe aufbewahrt werden, dass sie noch sicher abgestellt und entnommen werden können. Gegebenenfalls sind Regalbediengeräte einzusetzen oder sichere Aufstiegshilfen wie Tritte, Leitern oder Bühnen bereitzustellen und zu verwenden. Es ist darauf zu achten, dass innerhalb eines Regals die schwersten Behälter unten stehen.

Beim Einsatz von Fahrzeugen, wie beispielsweise Gabelstapler oder Kommissioniergeräte, muss an den Regalen ein ausreichend bemessener Anfahrtschutz vorhanden sein.



Beschriftung am Regal

## 6 AUSRÜSTUNG, AUSSTATTUNG UND EINRICHTUNG

### 6.3 AUFFANGEINRICHTUNGEN

Chemikalien müssen so gelagert werden, dass sie bei Freisetzung erkannt, aufgefangen und beseitigt werden können. Hierzu dient beispielsweise eine aus chemikalienbeständigem Material bestehende, nicht an die Kanalisation angeschlossene Auffangwanne oder ein entsprechender Auffangraum. Die Kapazität ist dem gelagerten Volumen anzupassen. Es ist sinnvoll, eine Vertiefung vorzusehen, um im Falle einer Leckage den Pumpvorgang zu erleichtern. Für kleinere Leckagen von Flüssigkeiten sollte ein geeignetes Absorptionsmittel leicht zugänglich zur Verfügung stehen (siehe auch Kapitel 4.6.2 „Verhalten bei Leckagen“).

### 6.4 BELÜFTUNG

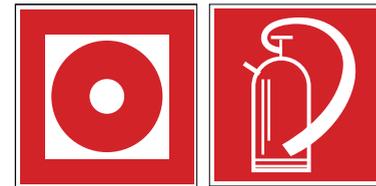
Das Lager muss über eine Lüftung verfügen, die beim normalen Betrieb des Lagers und bei vernünftigerweise nicht auszuschließenden Produktaustritt eine Gefährdung von Personen verhindert. Dabei kann es sich auch um eine natürliche Lüftung handeln, wenn durch die Größe und Lage der Lüftungsöffnungen eine genügende Lüftungsleistung erreicht wird.

### 6.5 KLIMATISIERUNG

Frost oder hohe Temperaturen können manche Produkte und Behälterwerkstoffe irreversibel verändern oder beschädigen und gegebenenfalls zu einem Druckaufbau in dem Gebinde führen. Angaben zur Lagertemperatur werden in der Regel in den Sicherheitsdatenblättern der Produkte im Kapitel 7 genannt, diese sind entsprechend einzuhalten.

Werden im Lager mobile Heizgeräte verwendet, ist hierfür eine gesonderte Gefährdungsbeurteilung notwendig. Insbesondere darf von einem Heizstrahler keine punktuelle und erhöhte Erwärmung des Lagerguts ausgehen.

### 6.6 BRANDBEKÄMPFUNG



*Kennzeichnung von Brandschutzeinrichtungen*

Brandschutzmaßnahmen müssen sich auf die Vermeidung von Zündquellen, die rasche Beherrschung eines Entstehungsbrandes und die Evakuierung von Personen konzentrieren.

Im Brandfall müssen durch Rauch-/Brandmelder, Notruf-Drucktaster oder Telefone Rettungsdienste sofort benachrichtigt und Personen gewarnt werden können.

Zusätzlich müssen innerhalb und möglichst auch außerhalb des Lagers geeignete Löschmittel, zum Beispiel Pulver- oder Kohlendioxidfeuerlöscher bereitgestellt werden.

### 6.7 SICHERHEITSSCHRÄNKE

Sicherheitsschränke dienen zur Lagerung von Chemikalien in verschlossenen Gefäßen und dürfen auch in Arbeitsräumen aufgestellt werden. Insbesondere eignen sie sich zur Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten.



*Sicherheitsschrank für brennbare Flüssigkeiten*

## 6 AUSRÜSTUNG, AUSSTATTUNG UND EINRICHTUNG

Die sicherheitstechnischen Anforderungen an Sicherheitsschränke gelten als erfüllt, wenn sie die EN 14470-1 (Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke – Teil 1: Sicherheitsschränke für brennbare Flüssigkeiten) erfüllen. Wenn möglich, sollten Sicherheitsschränke an eine Lüftung angeschlossen werden. Die Türen von Sicherheitsschränken müssen grundsätzlich selbsttätig schließen. Diese Funktion muss regelmäßig geprüft werden.

Aus Lagerbehältern auslaufende Flüssigkeiten müssen im Sicherheitsschrank aufgefangen, leicht erkannt und beseitigt werden können. Die Auffangwanne eines Sicherheitsschranks muss 10 % des Rauminhaltes aller im Sicherheitsschrank eingelagerten Gefäße fassen können, mindestens jedoch den Rauminhalt des größten Gefäßes.

### 6.8 EXPLOSIONSSCHUTZ

**HINWEIS:** *Im Folgenden werden ausschließlich die grundlegende Maßnahmen des Explosionsschutzes beim Lagern skizziert. Nähere Ausführungen zu den umfangreichen erforderlichen Maßnahmen können beispielsweise den IVSS-Broschüren zum Thema Explosionsschutz entnommen werden.*

Brennbare Gase, brennbare Flüssigkeiten und ihre Dämpfe sowie Stäube brennbarer Feststoffe können bei Leckagen – insbesondere auch beim Umschlagen – mit Luft eine explosionsfähige Atmosphäre<sup>7</sup> bilden. Bei Vorhandensein von Zündquellen, wie beispielsweise heiße Oberflächen, offene Flammen, mechanisch erzeugte Funken, elektrische Geräte, elektrostatische Aufladungen<sup>8</sup> und Blitzschlag, ist mit einer Entzündung der explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen.

Die Vorbeugung von Explosionen im Lager zielt insbesondere auf die Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre und auf die Vermeidung von Zündquellen.

- Die Bildung einer explosionsfähiger Atmosphäre kann beispielsweise durch eine Lagerung in gefahrgutrechtlich zugelassenen, dicht ver-

schlossenen Gebinden verhindert werden. Dies erfordert jedoch zusätzliche Maßnahmen wie beispielsweise die regelmäßige Kontrolle der Dichtigkeit, das Vermeiden des Öffnens und den Ausschluss einer Beschädigung durch Sturz oder Transporteinrichtungen. Sind diese Bedingungen nicht einzuhalten oder muss aufgrund der Gefährdungsbeurteilung dennoch mit dem Austreten brennbarer Stoffe gerechnet werden, muss die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre durch eine ausreichende Lüftung eingeschränkt werden<sup>9</sup>. Diese Lüftung muss im ganzen Raum wirksam sein, auch am Boden, wo sich die Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten oder Gase, die schwerer als Luft sind, ansammeln können. Eine technische Lüftung kann beispielsweise über eine Gaswarneinrichtung gesteuert werden.

- In Bereichen, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, müssen Zündquellen wie beispielsweise offenes Feuer, Rauchen, heiße Oberflächen, statische Aufladung, Funken und nicht explosionsgeschützte elektrische Geräte vermieden werden.

<sup>7</sup> Als „explosionsfähige Atmosphäre“ bezeichnet man ein Gemisch von Luft unter atmosphärischen Bedingungen mit brennbaren Stoffen (Gase, Dämpfe, Stäube, Fasern oder Schwebstoffe), das nach einer Zündung eine sich selbst unterhaltende Flammenausbreitung ermöglicht.

<sup>8</sup> Mit elektrostatischen Aufladungen ist zu rechnen beim Auslaufen einer Flüssigkeit, beim Gehen mit isolierenden Schuhen und bei fehlender Erdung von Objekten, die sich aufladen können.

<sup>9</sup> Davon abweichend können nationale Vorschriften bestehen, die eine Lüftung in jedem Fall zwingend vorschreiben und keine Ausnahmen zulassen (CH).

## 7 BESONDERE LAGERVORGABEN FÜR GEFAHRSTOFFE MIT SPEZIFISCHEN EIGENSCHAFTEN

# BESONDERE LAGERVORGABEN

Die Ausführungen in diesem Kapitel ergänzen die allgemeinen Anforderungen an die Lagerung von Chemikalien in dieser Broschüre mit spezifischen, für die jeweilige Gefährdung zu treffenden Maßnahmen. Sie ersetzen nicht die in Kapitel 4.2 beschriebene Gefährdungsbeurteilung.

Wesentliche Voraussetzung für das sichere Lagern von Chemikalien ist die Kenntnis über gefährliche Eigenschaften. Wichtige Erstinformationen können dabei den Kennzeichnungselementen auf der Verpackung entnommen werden: Diese können – wie am Beispiel von Ethanol gezeigt – nach verschiedenen Regelbereichen angebracht sein.

Kennzeichnung	Wichtige Kennzeichnungselemente		
nach verkehrsrechtlichen Vorschriften des jeweiligen Verkehrsträgers, wobei die international gültigen UN-Vorschriften zu Grunde liegen. Im Straßenverkehr in Europa ist dies das ADR mit Zuordnung zu so genannten Gefahrgutklassen <sup>10</sup> .		Gefahrzettel	Transportrecht
	UN 1170	UN-Nummer	
nach dem weltweit harmonisierten System GHS, wobei Gefahrstoffe in 28 Gefahrenklassen eingestuft werden <sup>11</sup> .		Gefahrenpiktogramm	Chemikalienrecht
	Gefahr	Signalwort	
	H225: Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.	Gefahrenhinweise (H-Sätze) Sicherheitshinweise (P-Sätze)	
nach der Richtlinie 1999/45/EG für die Einstufung von Gemischen. Sie kann noch bis Mitte 2017 Anwendung finden.		Gefahrensymbol	Chemikalienrecht
	F	Kennbuchstabe	
	R11: Leicht entzündlich.	Gefahrensätze (R-Sätze) Sicherheitsratschläge (S-Sätze)	

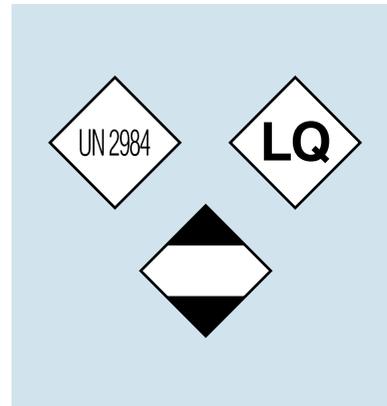
<sup>10</sup> Andere Verkehrsträger (z. B. See- oder Binnenschifffahrt) benutzen zwar in der Gestaltung abweichende Gefahren-/Gefahrgutkennzeichnungselemente, jedoch bleibt die Bildinformation als Gefahreninformations-träger die gleiche.

<sup>11</sup> Das GHS wird in Europa durch die Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-Verordnung) umgesetzt

## 7 BESONDERE LAGERVORGABEN FÜR GEFAHRSTOFFE MIT SPEZIFISCHEN EIGENSCHAFTEN

**HINWEIS:** Kleinverpackungen enthalten nach Transportrecht aufgrund der sogenannten „Begrenzte-Mengen-Regelung“ (Limited Quantity) keine Gefahrzettel, sondern eines der neben stehenden Kennzeichen. Hier müssen die Angaben dem Sicherheitsdatenblatt entnommen werden.

Das Sicherheitsdatenblatt enthält ausführliche Informationen über die Gefahren, die von einem Gefahrstoff ausgehen. Deshalb sollte es immer zur Beurteilung herangezogen werden.



### 7.1 GIFTIGE CHEMIKALIEN UND CMR-STOFFE

Giftige Chemikalien können bereits in sehr geringen Mengen ernste Gesundheitsschäden hervorrufen oder sogar tödlich wirken.

CMR-Stoffe wirken cancerogen (Krebs erzeugend), keimzellmutagen (erbgutverändernd) oder reproduktionstoxisch (können die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schaden).

Kennzeichnungselemente	Gefahren
	(Sehr) giftig, Lebensgefahr bei Verschlucken, Einatmen bzw. Hautkontakt.

Kennzeichnungselemente	Gefahren
	Kann Krebs erzeugen. Kann genetische Defekte verursachen. Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen. Kann Organe schädigen.

#### Besondere Maßnahmen:

Chemikalien mit diesen Einstufungen sind unter Verschluss oder so zu lagern, dass nur fachkundige Personen Zugang haben. Auf das Verbot ist mit dem Ver-

botssymbol „Zutritt für Unbefugte verboten“ deutlich erkennbar und dauerhaft hinzuweisen.

## 7 BESONDERE LAGERVORGABEN FÜR GEFAHRSTOFFE MIT SPEZIFISCHEN EIGENSCHAFTEN

### 7.2 GASE UND AEROSOLE (AEROSOLPACKUNGEN)

Zu den Gasen und Aerosolen gehören:

- verdichtete Gase
- verflüssigte Gase
- tiefgekühlt verflüssigte Gase
- gelöste Gase
- brennbare Gase
- giftige Gase

Kennzeichnungselemente	Gefahren
	<p>Gase unter Druck können bei Erwärmung explodieren.</p> <p>Tiefgekühltes Gas kann Kälteverbrennungen oder Verletzungen verursachen.</p> <p>Bei Zerstörung durch Brand oder Unfall können Gasflaschen zu zerstörerischen Geschossen werden, die einige hundert Meter weit fliegen können.</p> <p><b>HINWEIS:</b> Sind die Gase und Aerosole auch giftig oder entzündbar, sind zusätzlich die Hinweise in den entsprechenden Kapiteln zu beachten bzw. besondere Lagerkonzepte zu entwickeln.</p>

#### Besondere Maßnahmen:

Druckgasbehälter müssen gegen Umfallen oder Herabfallen gesichert werden. Die Ventile sind mit einer geeigneten Schutzeinrichtung zu schützen, zum Beispiel mit einer Schutzkappe oder einem Schutzkorb/-kragen.

Gase werden am besten im Freien gelagert. Werden sie in Räumen aufbewahrt, müssen diese über eine ausreichende Lüftung verfügen. Auf die Erstickungsgefahr ist hinzuweisen.

Um eine gefährliche Ansammlung von Gasen zu verhindern, dürfen sich im Ausbreitungsgebiet von Gasen, die schwerer als Luft oder verflüssigt sind, keine Gruben, Kanäle oder Kellereingänge befinden.

Im Lager dürfen keine Druckgasbehälter umgefüllt werden.

Für besonders gefährliche Gase wie Chlor und Ammoniak sind darüber hinaus weitergehende Anforderungen hinsichtlich der Maßnahmen erforderlich.

#### Aerosolpackungen und Druckgaskartuschen

Aerosolpackungen und Druckgaskartuschen dürfen nicht einer Erwärmung von mehr als 50 °C durch Sonnenbestrahlung oder andere Wärmequellen ausgesetzt werden. Daher ist beispielsweise die Lagerung in Schaufenstern nicht zulässig.

## 7 BESONDERE LAGERVORGABEN FÜR GEFAHRSTOFFE MIT SPEZIFISCHEN EIGENSCHAFTEN

### 7.3 BRENNBARE FLÜSSIGKEITEN

Brennbarer Flüssigkeiten und deren Dämpfe können Brände, Verpuffungen und Explosionen verursachen.

Kennzeichnungselemente	Gefahren
	<p>Flüssigkeit (ggfs. extrem leicht) entzündbar. Explosionsgefahr!</p>

#### Besondere Maßnahmen:

Es muss zwingend abgeklärt werden, ob brennbare Flüssigkeiten oder deren Dämpfe austreten und mit Luft explosionsfähige Gemische bilden können. Bei einer Freisetzung sind stets Explosionsschutzmaßnahmen notwendig.

Bei allen brennbaren Flüssigkeiten ist den Auffangeinrichtungen (Kapitel 6.3) und der Brandbekämpfung (Kapitel 6.6) besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

**HINWEIS:** In Kapitel 6.8 werden die grundlegenden Maßnahmen des Explosionsschutzes beim Lagern dargestellt. Nähere Ausführungen zu den umfangreichen erforderlichen Maßnahmen können beispielsweise den IVSS-Broschüren zum Thema Explosionsschutz entnommen werden.

### 7.4 BRENNBARE FESTSTOFFE

Brennbare (entzündbare) Feststoffe haben ein Abbrandverhalten, das von einem Glimmen bis zum schnellen Ab-

brand reichen kann. Stäube brennbarer Feststoffe können beim Aufwirbeln eine explosionsfähige Atmosphäre bilden.

Kennzeichnungselemente	Gefahren
	<p>Entzündbarer Feststoff.</p>

#### Besondere Maßnahmen:

Es muss zwingend abgeklärt werden, ob Stäube brennbarer Feststoffe bei Lagerbedingungen austreten und mit Luft ex-

plosionsfähige Gemische bilden können. Austretende Stäube und Staubablagerungen sind stets sofort zu entfernen.

## 7 BESONDERE LAGERVORGABEN FÜR GEFAHRSTOFFE MIT SPEZIFISCHEN EIGENSCHAFTEN

### 7.5 SELBSTENTZÜNDLICHE CHEMIKALIEN

Selbstentzündliche (pyrophore) Chemikalien können mit Luftsauerstoff so heftig reagieren, dass sie sich dabei entzünden können.

Kennzeichnungselemente	Gefahren
	<p>Entzündet sich in Berührung mit Luft von selbst.</p> <p>Selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten.</p>

#### Besondere Maßnahmen:

Selbstentzündliche Chemikalien dürfen nicht eingelagert werden, wenn der Verdacht besteht, dass die Verpackung beim Transport beschädigt wurde.

Diese Chemikalien sollten aufgrund ihres hohen Brandauslösungspotenzials möglichst separat (in einem eigenen Brandabschnitt) oder nur zusammen mit nicht-brennbaren Chemikalien gelagert werden.

### SELBSTERHITZUNGSFÄHIGE CHEMIKALIEN

Selbsterhitzungsfähige Chemikalien können sich mit Luftsauerstoff auch ohne weitere Energiezufuhr selbst erhitzen und nach einem längeren Zeitraum (Stunden oder Tage) in Brand geraten.

#### Besondere Maßnahmen:

Selbsterhitzungsfähige Chemikalien müssen unter definierten Temperaturen gelagert werden. Die Temperatur des Lagergutes muss kontrolliert werden. Eine Erwärmung beispielsweise durch Sonneneinstrahlung ist zu vermeiden, daher ist auch die Lagerung im Freien nicht zu empfehlen.

### 7.6 CHEMIKALIEN, DIE MIT WASSER BRENNBARE GASE BILDEN

Einige Chemikalien reagieren sehr heftig mit Wasser und bilden dabei brennbare

Gase, die sich dann selbst entzünden können.

Kennzeichnungselemente	Gefahren
	<p>In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich ggfs. spontan entzünden können.</p>

#### Besondere Maßnahmen:

Das Lagergut ist unbedingt vor Nässe zu schützen. Darauf muss insbesondere auch bei Brandschutzmassnahmen geachtet werden. Geeignete Löschmittel sind bereit zu halten und ein Hinweis auf die besondere Gefährdung ist anzubringen.

Diese Chemikalien werden in der Regel separat gelagert (in einem eigenen Brandabschnitt).

Um mit Luftfeuchtigkeit entstehende Gase abzuführen, muss der Lagerraum gelüftet werden.

## 7 BESONDERE LAGERVORGABEN FÜR GEFÄHRSTOFFE MIT SPEZIFISCHEN EIGENSCHAFTEN

### 7.7 BRANDFÖRDERNDE (OXIDIERENDE) STOFFE

Oxidierende Stoffe sind Chemikalien, die einen Brand auch ohne Luftzufuhr unterhalten können. Sie erhöhen bei einem Brand die Heftigkeit der Reaktion und sorgen für eine sehr schnelle Verbrei-

terung des Brandes. Sie können sowohl mit anderen gelagerten gefährlichen Stoffen als auch mit Verpackungsmaterial sehr heftig reagieren und somit Sontanbrände auslösen.

Kennzeichnungselemente	Gefahren
	<p>(Starkes) Oxidationsmittel. Kann Brand (oder Explosion) verursachen oder verstärken.</p>

#### Besondere Maßnahmen:

Oxidierende Stoffe (H272) dürfen nur unter bestimmten Bedingungen mit brennbaren Chemikalien und Materialien, wie beispielsweise Verpackungen, Füllstoffe und Paletten gelagert werden. Diese Bedingungen sind dem Sicherheitsdatenblatt und nationalen Vorschriften zu entnehmen oder sind das Resultat einer Gefährdungsbeurteilung. Ausgelaufene oder verschüttete Chemi-

kalien dürfen nicht mit brennbaren Materialien aufgenommen werden. Eine gefahrlose Beseitigung ist in der Regel durch Lösen in reichlich Wasser oder Aufnehmen mit geeigneten Bindemitteln wie beispielsweise Kieselgur, Sand, Zement möglich.

Stark oxidierende Chemikalien (H271) müssen separat in eigenem Brandabschnitt gelagert werden.

### 7.8 ÄTZENDE CHEMIKALIEN

Gefährliche Stoffe mit ätzenden Eigenschaften können die Haut, die Augen

und die Atemwege schädigen sowie Metalle korrodieren.

Kennzeichnungselemente	Gefahren
	<p>Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden. Wirkt ätzend auf die Atemwege. Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.</p>

#### Besondere Maßnahmen:

Zu den ätzenden Chemikalien gehören insbesondere Säuren und Laugen. Diese Stoffklassen reagieren miteinander, teilweise unter heftiger Wärmeentwicklung. Sie müssen deshalb räumlich getrennt gelagert werden. Dies kann auch im gleichen Brandabschnitt sein, wenn eine Vermischung im Fall einer Leckage verhindert wird (zum Beispiel durch getrennte Auffangwannen).

Aufgrund der starken Reaktionsfähigkeit sind die Risiken bei einer Zusammenlagerung mit anderen Chemikalien besonders genau abzuklären.

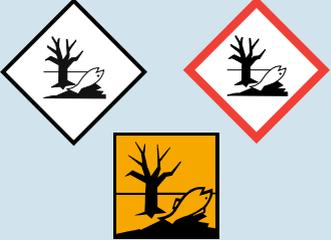
Auffangwannen müssen aus säure- bzw. laugebeständigem Material sein.

Bei Chemikalien, die stark reizende Dämpfe entwickeln, ist auf eine ausreichende Lüftung zu achten.

## 7 BESONDERE LAGERVORGABEN FÜR GEFAHRSTOFFE MIT SPEZIFISCHEN EIGENSCHAFTEN

### 7.9 FLÜSSIGKEITEN MIT UMWELTGEFÄHRLICHEN EIGENSCHAFTEN

Manche Chemikalien können bei Freisetzung schwer wiegende Auswirkungen auf Ökosysteme haben.

Kennzeichnungselemente	Gefahren
	<p>Sehr giftig bzw. schädlich für Wasserorganismen.</p>

#### Besondere Maßnahmen:

Bei der Lagerung wassergefährdender Chemikalien sind oft regionale Regelungen zu beachten.

Bei der Lagerung dieser Flüssigkeiten ist es besonders wichtig, dass sie nicht in Oberflächen- oder Grundwasser gelangen. Die Auffangeinrichtungen müssen aus Materialien bestehen, die gegenüber den gelagerten Chemikalien beständig sind.

Besuchen Sie den Internetauftritt der internationalen Sektionen:

Bauwirtschaft: [www.issa.int/prevention-construction](http://www.issa.int/prevention-construction)

Bergbau: [www.issa.int/prevention-mining](http://www.issa.int/prevention-mining)

Chemische Industrie: [www.issa.int/prevention-chemistry](http://www.issa.int/prevention-chemistry)

Eisen- und Metallindustrie: [www.issa.int/prevention-metal](http://www.issa.int/prevention-metal)

Elektrizität, Gas und Wasser: [www.issa.int/prevention-electricity](http://www.issa.int/prevention-electricity)

Erziehung und Ausbildung: [www.issa.int/prevention-education](http://www.issa.int/prevention-education)

Forschung: [www.issa.int/prevention-research](http://www.issa.int/prevention-research)

Gesundheitswesen: [www.issa.int/prevention-health](http://www.issa.int/prevention-health)

Information: [www.issa.int/prevention-information](http://www.issa.int/prevention-information)

Landwirtschaft: [www.issa.int/prevention-agriculture](http://www.issa.int/prevention-agriculture)

Maschinen- und Systemsicherheit: [www.issa.int/prevention-machines](http://www.issa.int/prevention-machines)

Präventionskultur: [www.issa.int/prevention-culture](http://www.issa.int/prevention-culture)

