

## Gefahrstoffe

# Organische Peroxide



M 001

DGUV Information 213-069

Stand: Februar 2020 (Aktualisierung der Ausgabe 10/2013)

## Inhaltsverzeichnis dieses Ausdrucks

Titel	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Stoffcharakteristik und Eigenschaften	5
2.1 Stoffcharakteristik	5
2.2 Eigenschaften	5
3 Gruppeneinteilung Organischer Peroxide	7
3.1 Zuordnung von Organischen Peroxiden zu Gefahrgruppen	7
3.2 Einstufung und Kennzeichnung	8
3.3 Einteilung und Kennzeichnung nach Transportrecht	9
4 Herstellung, Vorkommen und Verwendung	11
4.1 Herstellung und Vorkommen	11
4.2 Verwendung	11
4.3 Unbeabsichtigte Bildung Organischer Peroxide	12
5 Gesundheitsgefahren	12
6 Gefährdungsbeurteilung	13
7 Schutzmaßnahmen	14
7.1 Allgemeines	14
7.2 Technische Schutzmaßnahmen	15
7.2.1 Gebäude und Räume	15
7.2.1.1 Lagerräume zur Lagerung Organischer Peroxide	17
7.2.1.2 Lagerräume für Kleinmengen	19
7.2.1.3 Abstellräume	19
7.2.2 Lagerung von Organischen Peroxiden	20
7.2.3 Laboratorien	22
7.2.4 Fördern, Umfüllen und Dosieren	22
7.2.5 Werkstoffe	23
7.2.6 Reinigung	24
7.2.7 Entsorgen von Abfällen und Rückständen	24
7.2.8 Transport	25
7.2.9 Verhalten bei Freierwerden Organischer Peroxide	25
7.2.10 Brand- und Explosionsschutz	26
7.2.10.1 Bekämpfung von Klein- und Entstehungsbränden	27
7.2.10.2 Bekämpfung von Großbränden	28
7.2.11 Gewässerschutz	28
7.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen	28
7.3.1 Allgemeines	28
7.3.2 Instandhaltung	0
7.3.3 Kennzeichnung	30
7.3.4 Hygiene	0
7.4 Personenbezogene Schutzmaßnahmen	32
7.4.1 Atemschutz	32
7.4.2 Augenschutz	33
7.4.3 Handschutz	33
7.4.4 Körperschutz	34
7.4.5 Arbeitsmedizinische Vorsorge	34
8 Erste Hilfe	35
8.1 Allgemeines	35
8.2 Generell	36
8.3 Augen	36
8.4 Atmungsorgane	36
8.5 Haut	36
8.6 Verschlucken	37
8.7 Hinweise für die Ärztin/den Arzt	37
Anhang 1: Unfallleitblatt	37
Anhang 2: Beispiel für eine Betriebsanweisung	38

---

Literaturverzeichnis .....	40
Bildnachweis .....	47
Sonstiges .....	47

Die vorliegende Schrift konzentriert sich auf wesentliche Punkte einzelner Vorschriften und Regeln. Sie nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen der Schrift können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

Diese Schrift wurde sorgfältig erstellt. Dies befreit nicht von der Pflicht und Verantwortung, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

Das Arbeitsschutzgesetz spricht vom Arbeitgeber, das Sozialgesetzbuch VII und die Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmer/innen nicht notwendigerweise Beschäftigte haben. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, sodass „die Unternehmerin/der Unternehmer“ verwendet wird.

Die Nummern am jeweiligen Absatzende verweisen auf das Literaturverzeichnis.

# VISION ZERO.

NULL UNFÄLLE – GESUND ARBEITEN!

7 VISION ZERO-  
Erfolgsfaktoren

Die **VISION ZERO** ist die Vision einer Welt ohne Arbeitsunfälle und arbeitsbedingte Erkrankungen. Höchste Priorität hat dabei die Vermeidung tödlicher und schwerer Arbeitsunfälle sowie Berufskrankheiten. Eine umfassende Präventionskultur hat die VISION ZERO zum Ziel.

Nähere Informationen zur VISION-ZERO-Präventionsstrategie finden Sie unter [www.bgrci.de/praevention/vision-zero](http://www.bgrci.de/praevention/vision-zero).

In dieser Schrift besonders angesprochener Erfolgsfaktor:  
**„Gefahr erkannt – Gefahr gebannt“**

# 1 Anwendungsbereich

Diese Schrift behandelt Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden und Gemischen mit diesen (im Folgenden Organische Peroxide genannt) sowie Tätigkeiten in deren Gefahrenbereich (z. B. Instandhaltungsarbeiten).

Sie behandelt **nicht** Tätigkeiten mit Wasserstoffperoxid und anorganischen Peroxiden wie Alkaliperoxiden oder Peroxosulfaten.

Explosionsgefährliche Organische Peroxide unterliegen bei Tätigkeiten, insbesondere bei der Lagerung, dem Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz) und nachgeordnetem Regelwerk (siehe auch § 1 Abs. 4 DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“ (ehemalige Unfallverhütungsvorschrift BGV B4)). (45)

Zielgruppe ist die Vielzahl der Anwenderinnen und Anwender von Organischen Peroxiden. Diese Schrift erläutert die Gefahren und Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden auf der Basis der DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“.

In erster Linie soll sie die Verantwortlichen unterstützen bei der

- Ermittlung und Beurteilung der spezifischen Gefahren bei Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden
- Festlegung der zum Schutz des Menschen und der Umwelt erforderlichen Maßnahmen und Verhaltensregeln
- Festlegung des Verhaltens im Gefahrenfall
- Festlegung der Erste-Hilfe-Maßnahmen
- Ausarbeitung der Betriebsanweisungen und
- Durchführung der mündlichen Unterweisungen
- sowie Hinweise zur sachgerechten Entsorgung geben.

Als Ergänzung der Betriebsanweisung kann diese Schrift den Beschäftigten zur Information über Gefährdungen und Schutzmaßnahmen dienen. (21)

## 2 Stoffcharakteristik und Eigenschaften

### 2.1 Stoffcharakteristik

Organische Peroxide sind Derivate des Wasserstoffperoxids, bei dem ein oder beide Wasserstoffatome durch organische Gruppen ersetzt sind. Organische Peroxide im Sinne dieser Schrift sind sowohl die reinen Stoffe als auch ihre Gemische mit anderen Stoffen, soweit sie Organische Peroxide in solcher Menge enthalten, dass ihre Gefährlichkeit von den in ihnen enthaltenen Peroxiden bestimmt wird. Sie weisen als charakteristische Gruppe die -O-O-Gruppe auf. Man kennt Alkylhydroperoxide, Dialkylperoxide, Perester, Persäuren, Percarbonate, Diacylperoxide, Peroxyderivate von Ketonen und Aldehyden und andere.

Aus der Vielzahl der bekannten Organischen Peroxide haben sich ca. 50 Substanzen für industrielle Zwecke als brauchbar erwiesen. Diese werden teils in reiner Form eingesetzt, teils mit Lösemitteln und anderen Hilfs- und Zusatzstoffen zu einer Vielzahl von Formulierungen gemischt.

## 2.2 Eigenschaften

Organische Peroxide sind in handelsüblicher Form flüssige oder feste Substanzen. Bis auf wenige Ausnahmen, wie einige einfache Alkylhydroperoxide, Persäuren und Wasserstoffperoxid-Addukte einfacher Aldehyde, sind die Peroxide nur wenig oder gar nicht in Wasser, dagegen mehr oder weniger gut in den meisten organischen Lösemitteln löslich.

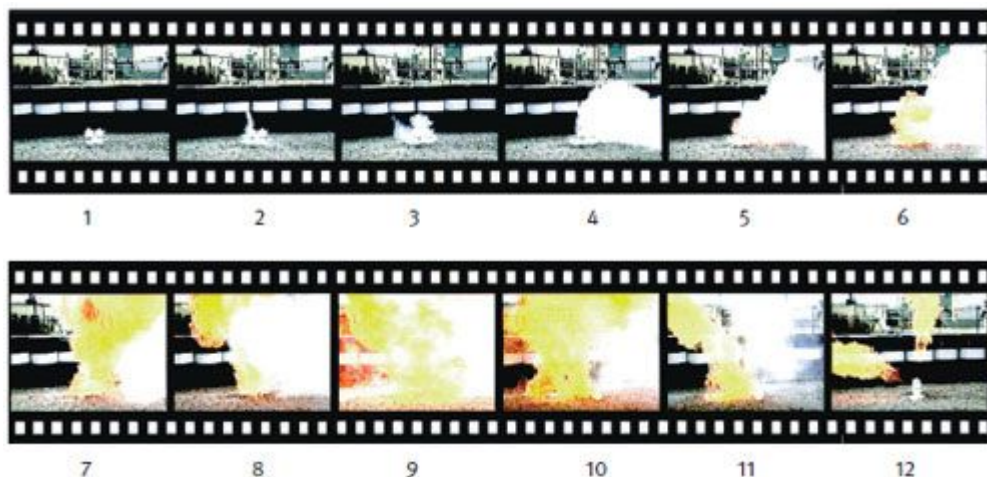
Organische Peroxide sind verhältnismäßig instabile, temperaturempfindliche Verbindungen. Die meisten sind brennbar, manche sind leicht entzündlich, andere lediglich schwer entflammbar. Einige sind sogar explosionsgefährlich. Schon schwache Reibung mit einem Spatel oder einer Schaufel kann bei einigen zur spontanen Zersetzung führen. Durch Verdünnung mit geeigneten inerten Stoffen (Phlegmatisierung) lassen sie sich jedoch in eine sicherheitstechnisch günstigere Form überführen. Grundsätzlich nimmt der Gefährlichkeitsgrad jedes Gemischs mit weiterer Verdünnung ab.

Zur Phlegmatisierung eignen sich je nach Stoffeigenschaft und Verwendungszweck des Organischen Peroxids feste oder flüssige inerte Stoffe, wie bestimmte Weichmacher und Lösemittel, aber gegebenenfalls auch Wasser.

Organische Peroxide zerfallen unter Temperatur- oder Katalysatoreinwirkung in Radikale. Die Zerfallsgeschwindigkeit erhöht sich mit steigender Temperatur und Katalysatorkonzentration. Bei ausreichend hoher Temperatur kann spontane Zersetzung erfolgen, die – je nach Peroxid-Struktur, -Konzentration und -Menge – unterschiedlich heftig verlaufen kann.

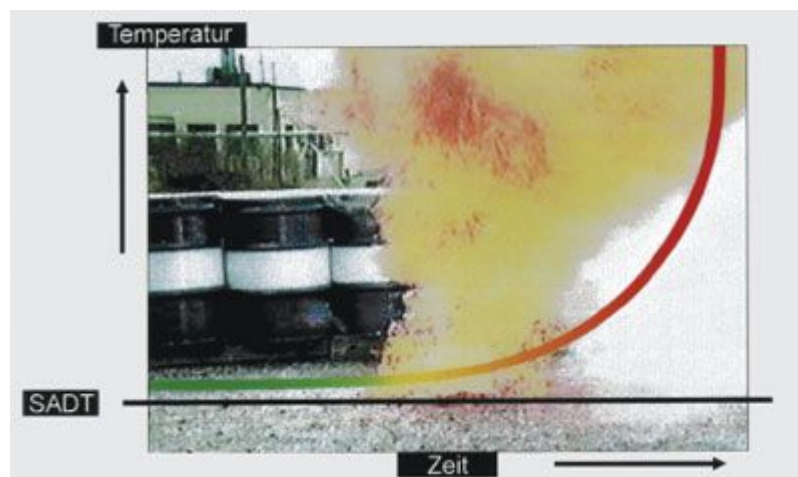
Der Peroxid-Zerfall in Radikale ist exotherm. Solange die Zerfallswärme vollständig abgeführt werden kann, resultiert lediglich ein Verlust des Aktivsauerstoffs. Bei einem Wärmestau erhöht sich die Temperatur, dadurch auch die Zerfallsgeschwindigkeit und in Folge wiederum die Wärmeentwicklung. Der Peroxid-Zerfall beschleunigt sich immer mehr. Dabei kann es im offenen Gefäß zur Verpuffung bzw. bei entsprechender Verdämmung zur Explosion kommen (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: Zeitrafferdarstellung eines Demonstrationsversuches zum unsachgemäßen Lagern oder Abstellen von Organischen Peroxiden



Die Temperatur, oberhalb welcher diese Reaktion selbstbeschleunigend abläuft, ist für jedes Peroxidgemisch und Gebindegröße bestimmbar und wird als **SADT (Self Accelerating Decomposition Temperature)** bezeichnet. Diese Temperatur ist in erster Linie von der thermischen Stabilität des betreffenden Peroxids abhängig. Den prinzipiellen Verlauf der Produkttemperatur in Abhängigkeit von der Zeit bei Lagerung oberhalb der SADT zeigt Abbildung 2.

Abbildung 2: Lagerung oberhalb der SADT



Einen zusätzlichen Einfluss haben außerdem Aggregatzustand und Verdünnungsgrad sowie der spezifische Wärmestau, also Peroxidmenge und Behältertyp. Zu den Konsequenzen dieser Eigenschaften auf Lagerung und Transport von Peroxiden siehe Abschnitt 7.2.2 und Abschnitt 7.2.8.

Organische Peroxide reagieren beim Kontakt bzw. bei Verunreinigung mit verschiedenartigen Substanzen unter Zersetzung. Besonders reaktiv sind Persäuren, Hydroperoxide, Ketonperoxide, Diacylperoxide und Perester.

In manchen Fällen verläuft die Zersetzung langsam und ohne deutlich wahrnehmbare Begleiterscheinungen. Das betreffende Peroxid verliert allerdings hierbei seine ursprüngliche Aktivität. Häufig genügen jedoch bereits kleine Mengen an Fremdstoffen, um eine sehr heftige, manchmal sogar explosionsartige Zersetzung auszulösen. Dies gilt vor allem für die Verunreinigung mit katalytisch wirksamen Stoffen und im Besonderen für die sogenannten Beschleuniger. Bekannte technisch genutzte Beschleuniger sind z. B. tertiäre Amine, Polyamine und Salze von Schwermetallen wie Eisen, Mangan und besonders Kobalt und Vanadium. Aber auch Sulfinsäuren, Merkaptane, Dithionite, Sulfite, starke Säuren, Alkalien, aktive Erden usw. können eine Zerfallsreaktion auslösen oder begünstigen. Das bedeutet, dass **bereits scheinbar geringfügige Verunreinigungen in Lösemitteln sowie Schmutz, Asche, Rost, Metallabrieb in Behältern, Abfüllgeräten und Dosieranlagen eine schnelle Peroxidzersetzung bewirken können.**

Manche Lösemittel wie Ether und Alkohole fördern den sogenannten induzierten Zerfall Organischer Peroxide. Bei der Auswahl von Verdünnungsmitteln sollte dies beachtet werden. Einige Lösemittel, insbesondere Aceton und verschiedene Ether, können durch Reaktion mit freiem  $H_2O_2$  unerwünschte, evtl. sogar gefährliche Peroxide bilden. So können sich z. B. mit Aceton die hochexplosiven dimeren bzw. trimeren Acetonperoxide bilden.

Das direkte Vermischen von Peroxiden mit den Fremdstoffen – insbesondere mit Beschleunigern (in der Praxis zumeist Amine oder Kobaltverbindungen) – ist äußerst gefährlich und daher unzulässig. In der Betriebspraxis besteht jedoch viel eher die Gefahr der Verunreinigung. **Daher ist absolute Sauberkeit bei Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden oberstes Gebot.**

Über die spezifischen Eigenschaften der einzelnen Organischen Peroxide informieren die jeweiligen Sicherheitsdatenblätter, die der Lieferant oder der jeweilige Hersteller zur Verfügung stellt.

### 3 Gruppeneinteilung Organischer Peroxide

Organische Peroxide lassen sich entsprechend der anzuwendenden Vorschrift in folgende Gruppen einteilen, nach denen die Sicherheitsanforderungen festzulegen sind.

### 3.1 Zuordnung von Organischen Peroxiden zu Gefahrgruppen

Die Zuordnung erfolgt gemäß Anhang III Nr. 2.3 der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) bzw. § 3 der DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“ in die Gruppen OP I bis OP IV entsprechend ihrer Abbrandgeschwindigkeit. Die Gruppe OP I (höchste Abbrandgeschwindigkeit) wird zusätzlich in zwei Untergruppen, OP Ia und OP Ib unterteilt. (13) (45)

### 3.2 Einstufung und Kennzeichnung


Mit der CLP-Verordnung (Verordnung (EU) Nr. 1272/2008) wurde das Global Harmonisierte System (GHS) in Europa eingeführt. (1) (73)

Der Gefahrklasse „Organische Peroxide“ sind in der CLP-Verordnung alle Organischen Peroxide zugeordnet, außer:

- sie enthalten nicht mehr als 1,0 % Aktivsauerstoff<sup>1)</sup> und höchstens 1,0 % Wasserstoffperoxid, oder
- sie enthalten nicht mehr als 0,5 % Aktivsauerstoff und mehr als 1,0 %, jedoch höchstens 7,0 % Wasserstoffperoxid.

In der CLP-Verordnung ist die Gefahrklasse „Organische Peroxide“ in sieben Kategorien „Typ A“ bis „Typ G“ unterteilt (für Definitionen und physikalische Merkmale dieser Einteilung siehe Anhang 1 der CLP-Verordnung). (1)

#### Typ A:

GHS-Piktogramm:	
Signalwort:	Gefahr
Gefahrenhinweis:	H240: Erwärmung kann Explosion verursachen

#### Typ B:

- 1) Der Aktivsauerstoffgehalt (%) eines Gemisches eines Organischen Peroxids ergibt sich aus der folgenden Formel:

$$16 \times \sum_i \left( \frac{n_i \times c_i}{m_i} \right)$$


wobei gilt:

$n_i$  = Anzahl der Peroxidgruppen pro Molekül des Organischen Peroxids  $i$


$c_i$  = Konzentration (in Massenprozent) des Organischen Peroxids  $i$

$m_i$  = molekulare Masse des Organischen Peroxids  $i$



GHS-Piktogramm:	
Signalwort:	Gefahr
Gefahrenhinweis:	H241: Erwärmung kann Brand oder Explosion verursachen

#### Typ C–F:

GHS-Piktogramm:	
Signalwort:	Gefahr (Typ C + D) bzw. Achtung (Typ E + F)
Gefahrenhinweis:	H242: Erwärmung kann Brand verursachen

#### Typ G:

<p>Organische Peroxide dieses Typs sind thermisch stabil (d. h. die Temperatur der selbstbeschleunigenden Zersetzung für ein 50-kg-Versandstück liegt bei 60 °C oder mehr, und im Fall flüssiger Gemische wird ein Verdünnungsmittel mit einem Siedepunkt von mindestens 150 °C zur Desensibilisierung verwendet).</p> <p>Dem Typ G sind zwar keine Elemente der Gefahrenkommunikation zugewiesen, doch kommt er für Eigenschaften in Frage, die unter andere Gefahrklassen fallen, z. B. als entzündbarer Feststoff.</p>
---

Unabhängig von den peroxidspezifischen Gefährlichkeitsmerkmalen können einzelne Peroxide zusätzlich weitere Eigenschaften wie z. B. ätzende, reizende, gesundheitsschädliche oder umweltschädliche Wirkungen haben. Auch kann aufgrund dieser Wirkungen das Signalwort von „Achtung“ auf „Gefahr“ steigen.

### 3.3 Einteilung und Kennzeichnung nach Transportrecht (34)

Wie in der CLP-Verordnung unterscheidet man auch im Transportrecht je nach Gefährlichkeitsgrad sieben Peroxid-Typen (A), B, C, D, E, F, (G). Es wird unterschieden zwischen weniger temperaturempfindlichen und temperaturempfindlichen Produkten, die während der Beförderung gekühlt werden müssen (Beförderung unter Temperaturkontrolle).

Tabelle 1 : Zuordnung der Peroxid-Typen zu UN-Nummern

Typ Organisches Peroxid	UN-Nummer			
	nicht temperaturkontrolliert		temperaturkontrolliert	
	flüssig	fest	flüssig	fest
A	–	–	–	–
B	3101	3102	3111	3112
C	3103	3104	3113	3114
D	3105	3106	3115	3116
E	3107	3108	3117	3118
F	3109	3110	3119	3120
G	–	–	–	–

Typ A ist nicht zur Beförderung zugelassen.

Typ B muss mit den Gefahrzetteln 5.2 (Hauptgefahr) und 1 (Nebengefahr) gekennzeichnet werden,



die Typen C, D, E und F mit dem Gefahrzettel 5.2.



Typ G unterliegt nicht den Vorschriften der Gefahrstoffklasse 5.2 und wird in Hinblick auf seine Eigenschaft als Organisches Peroxid nicht gekennzeichnet.

Treffen Kriterien für andere Gefahrklassen zu, z. B. aufgrund ätzender oder entzündbarer Eigenschaften als Haupt- oder Nebengefahr, muss die Klassifizierung entsprechend erfolgen. In dem Fall sind andere bzw. bei Nebengefahr weitere Gefahrzettel notwendig, beispielsweise:



Darüber hinaus ist gegebenenfalls das Zusatzkennzeichen für umweltgefährdende Stoffe anzubringen.



## 4 Herstellung, Vorkommen und Verwendung

### 4.1 Herstellung und Vorkommen

Organische Peroxide werden industriell in großem Stil hergestellt.

Außerdem entstehen Organische Peroxide, z. B. Hydroperoxide, Persäuren, auch durch Autoxidationsreaktionen. Solche Reaktionen laufen vielfach auch unbeabsichtigt ab und können bei Tätigkeiten zu erheblichen Gefahren führen, die den Beschäftigten oft nicht bewusst sind. Ein Beispiel hierfür ist die Peroxidbildung in Lösemitteln bei deren unsachgemäßer Lagerung oder Aufbewahrung in hellen Glasgefäßen durch Lichteinwirkung (siehe Abschnitt 4.3).

### 4.2 Verwendung

Organische Peroxide zerfallen an der labilen -O-O-Bindung unter Einfluss von Wärme oder durch Redoxsysteme in freie Radikale. Sie sind deshalb von großem Interesse als Initiatoren für Polymerisationsreaktionen, z. B. für die Kunststoffherstellung, die Vernetzung von Polymeren und die Härtung von ungesättigten Polyesterharzen (UP-Harzen). Zur Beschreibung des Zerfalls wird der Begriff Halbwertszeit verwendet, der ausdrückt, nach welcher Zeit bei gegebener Temperatur nur noch die Hälfte der Ausgangskonzentration vorhanden ist. Die jeweilige Halbwertszeit ist für jedes Organische Peroxid charakteristisch.

Ein ganz anderes Zerfallsverhalten von Organischen Peroxiden bewirken sogenannte Beschleuniger (siehe Abschnitt 2.2).

Sie bewirken – meist in Form sogenannter „Redoxsysteme“ – bereits bei niedrigen Temperaturen den Zerfall Organischer Peroxide. Praktische Anwendung finden Redoxsysteme z. B. bei der Härtung von UP-Harzen (Kalthärtung) und in der Emulsionspolymerisation.

Praktischen Einsatz finden Organische Peroxide

- als **Starter (Initiatoren) für die radikalische Polymerisation**
  - Herstellung von Massenkunststoffen (z. B. PE, PVC)
- zur **Vernetzung und Modifikation von Kunststoffen und Gummi**
- zur **Härtung von ungesättigten Polyesterharzen (UP-Harzen)**
  - Warmhärtung: Zerfall des Peroxids durch Temperatureinwirkung
  - Kalthärtung: Zerfall des Peroxids durch Beschleunigereinsatz
- als **Desinfektionsmittel**  
z. B. Peroxyessigsäureformulierungen in der Lebensmitteltechnologie
- als **Oxidationsmittel**
  - in der Synthese
  - in der **Abwasserbehandlung**
- als Bleichmittel.

### 4.3 Unbeabsichtigte Bildung Organischer Peroxide

Eine besondere Gefahr geht von der unbeabsichtigten Bildung von Peroxiden in einigen Lösemitteln, z. B. Dekalin, Diethylether, Dioxan, Tetrahydrofuran, Tetralin, doppelt ungesättigten Kohlenwasserstoffen (Dienen), Cumol, Aldehyden und Ketonen, aus. Vor der Destillation und dem Abdampfen dieser Flüssigkeiten ist auf Anwesenheit von Peroxiden zu prüfen, erforderlichenfalls sind diese zu zerstören oder zu entsorgen. Mit Teststäbchen kann ein halbquantitativer Nachweis der gebildeten Peroxide geführt werden.

Zur Problematik der unbeabsichtigten Peroxid-Bildung in Laboratorien siehe Abschnitt 7.2.3.

## 5 Gesundheitsgefahren

Bei den Organischen Peroxiden handelt es sich um feste oder flüssige Substanzen, die in ihrer toxikologischen Charakteristik große Unterschiede aufweisen. Die Beschreibung der toxikologischen Eigenschaften der einzelnen Stoffe würde den Rahmen dieser Schrift sprengen, daher wird im Folgenden versucht – soweit dies möglich ist – die Gesundheitsgefahren, die von den Organischen Peroxiden ausgehen, gemeinsam zu beschreiben. Die im Folgenden aufgeführten Wirkungen sind in Abhängigkeit von dem jeweiligen Peroxid also unterschiedlich stark ausgeprägt oder sind bei einzelnen Peroxiden auch nicht vorhanden.

Angaben zu Gesundheitsgefahren durch einzelne Organische Peroxide sind in den Sicherheitsdatenblättern der jeweiligen Hersteller enthalten. Zusätzliche Informationen enthalten Datenbanken wie z. B. GESTIS, GISCHEM oder bei der ECHA. (83) (86) (90)

Organische Peroxide können in den Körper aufgenommen werden. Hauptaufnahmewege sind die Atemwege und die Haut, bei mangelnder Hygiene jedoch auch das Verschlucken. Die Resorptionsraten können dabei in Abhängigkeit von den jeweiligen physikalisch-chemischen Eigenschaften stark variieren. Wegen des niedrigen Dampfdrucks der meisten Organischen Peroxide ist die Gefahr der resorptiven Wirkungen in der Praxis gering.

Das Einatmen der Dämpfe von Organischen Peroxiden ruft unterschiedlich starke Reizerscheinungen an den Atemwegen hervor. In Ausnahmefällen – in Abhängigkeit von Stoff und Konzentration – kann es zu einem toxischen Lungenödem kommen, z. B. bei Methylethylketonperoxid.

Schon kleinste Mengen können bei örtlicher Einwirkung zu ernsthaften Augenschädigungen führen, sofern nicht sofort Gegenmaßnahmen ergriffen werden (siehe Abschnitt 8.3).

Bei Organischen Peroxiden sind Sensibilisierungen möglich, dagegen besitzt Peroxyessigsäure kein nennenswertes allergisierendes Potential.

Nach chronischer Exposition gegen Organische Peroxide wurden Hautreizungen, allergische Kontaktdermatitiden und phototoxische Effekte beschrieben.

## 6 Gefährdungsbeurteilung

Das Arbeitsschutzgesetz, Verordnungen zum Arbeitsschutz (z. B. Gefahrstoffverordnung, Betriebssicherheitsverordnung, Arbeitsstättenverordnung) und die DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ verpflichten die Unternehmerin oder den Unternehmer, Gefährdungen und Belastungen der Beschäftigten am Arbeitsplatz zu ermitteln und zu beurteilen. Gefährdungen können beispielsweise auftreten durch (13) (44)

- Gefahrstoffe (z. B. Toxizität, inhalative und dermale Gefährdung), (15)
- technische Mängel (z. B. undichte Anlageteile, ungeeignete Arbeitsmittel),
- organisatorische Mängel (z. B. fehlende Unterweisungen),
- mangelhafte Arbeitsplatzgestaltung (z. B. Stolperstellen),
- nicht vorhandene oder nicht bestimmungsgemäß verwendete persönliche Schutzausrüstungen.

Im Rahmen dieser Schrift wird die Gefährdung durch Organische Peroxide betrachtet (siehe hierzu Abschnitte 2.2 und 5). Bereits vorliegende Ergebnisse aus Anforderungen anderer Vorschriften, z. B. Gefahrstoffverordnung, Unfallverhütungsvorschriften, Störfallverordnung, können mit in die Gefährdungsbeurteilung einfließen. (15) (44) (45) (32)

Die Festlegung von Schutzmaßnahmen erfolgt gemäß der Gefahrstoffverordnung nach dem STOP-Prinzip. Dem STOP-Prinzip liegt die Rangfolge: (13)

1. **S**ubstitution
2. **T**echnische Schutzmaßnahmen
3. **O**rganisatorische Schutzmaßnahmen
4. **P**ersonenbezogene Schutzmaßnahmen

zugrunde.

Gefahrstoffe müssen durch Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko ersetzt werden, soweit dies zumutbar und zum Schutze von Leben und Gesundheit der Beschäftigten notwendig ist. (13) (22)

Dabei sind gegebenenfalls auch Verfahrensänderungen durchzuführen oder emissionsarme Verwendungsformen einzusetzen. In Bezug auf Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden kann dies z. B. den Einsatz von Peroxiden der Gruppe OP IV anstelle von Produkten der Gruppe OP III oder den Einsatz von Peroxid-Pasten, -Lösungen, -Suspensionen oder -Granulaten anstatt von staubenden Peroxid-Pulvern bedeuten.

Da eine Substitution von organischen Peroxiden oder eine Verfahrensänderung oft nicht möglich ist, sind geeignete technische und organisatorische Schutzmaßnahmen festzulegen und umzusetzen (siehe Abschnitt 7). Kann trotz geeigneter, dem Stand der Technik entsprechender Maßnahmen eine Gefährdung der Beschäftigten nicht ausgeschlossen werden, sind persönliche Schutzausrüstungen bereitzustellen und zu verwenden (siehe Abschnitt 7.4). Eine Hilfestellung bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung leisten die Merkblätter A 016 „Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel“ und A 017 „Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog“ der BG RCI. (60) (61)

Jede einzelne Tätigkeit muss beurteilt werden. Dabei ist nicht nur der Normalbetrieb zu betrachten, sondern insbesondere auch Betriebsstörungen, Reinigungs-, Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten. Hierbei ist auch der

---

Einsatz und die Zusammenarbeit mit Beschäftigten aus anderen Bereichen zu betrachten, z. B. Schlosserei, Reinigungskräfte oder entliehene Beschäftigte, denen die Gefahren meist nicht so bewusst sind wie den firmeneigenen Beschäftigten. (15)

Insbesondere auf die Möglichkeit der spontanen Zersetzung Organischer Peroxide durch Einfluss von Temperatur oder Verunreinigungen ist dabei zu achten.

Bei Tätigkeiten mit festen Organischen Peroxiden ist der Arbeitsplatzgrenzwert für Staub von zur Zeit 1,25 mg/m<sup>3</sup> bezogen auf die alveolengängige Fraktion und 10 mg/m<sup>3</sup> bezogen auf die einatembare Fraktion einzuhalten.

Für Tätigkeiten mit Dibenzoylperoxid gilt ein Arbeitsplatzgrenzwert von 5 mg/m<sup>3</sup> (bezogen auf die einatembare Fraktion). Für weitere Organische Peroxide sind bisher keine Arbeitsplatzgrenzwerte festgelegt worden. In diesen Fällen sind weitere Beurteilungsmaßstäbe, z. B. DNEL nach der REACH-Verordnung zu berücksichtigen. (2)

Bei der Anwendung von Gemischen ist darauf zu achten, dass hier weitere Gefahrstoffe enthalten sein können, die auch zu einer Gefahrstoffexposition beitragen können (z. B. Lösemittel).

Die Ermittlung der inhalativen Exposition muss nach TRGS 402 vorgenommen werden, z. B. an Hand von (17)

- Expositionsmessungen nach TRGS 402
- Erfahrungen mit vergleichbaren Anlagen und Tätigkeiten
- zuverlässigen Berechnungen von hinreichender Plausibilität
- verfahrens- und stoffspezifischen Kriterien (VSK) gemäß TRGS 420. (18)

## 7 Schutzmaßnahmen

### 7.1 Allgemeines

Die Schutzmaßnahmen sind nach dem Stand der Technik, nach den geltenden Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften, nach den allgemein anerkannten Regeln der Sicherheitstechnik, der Arbeitsmedizin und der Hygiene, einschließlich der Regeln über Sicherheitsinformation und Arbeitsorganisation und der sonstigen gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse zu treffen.

Das Ziel dieser Schutzmaßnahmen ist es, Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden zu gewährleisten.

Wesentlich sind

- vorschriftsmäßige Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden gemäß Betriebsanweisung (siehe Abschnitt 7.3.1),
- das Vermeiden von Hautkontakt,
- das Vermeiden von Augenkontakt,
- das Vermeiden einer Gefährdung der Atmungsorgane durch Einatmen von Stäuben, Dämpfen oder Aerosolen Organischer Peroxide oder deren Formulierungsbestandteilen.

Um eine Gefährdung der Beschäftigten zu vermeiden, sind zunächst alle erforderlichen technischen und organisatorischen Maßnahmen zu treffen.

Die in der Gefahrstoffverordnung geforderte Rangfolge für technische Maßnahmen (13)

- geschlossene Apparaturen,

- Absaugung an Entstehungs- oder Austrittsstellen,
- Raumlüftung,

ist bei Arbeiten mit Organischen Peroxiden häufig nicht möglich. Die Verdämmung der geschlossenen Apparaturen führt im Zersetzungsfall der Organischen Peroxide zu einer Erhöhung der Gefahr.

Lassen sich durch technische und organisatorische Maßnahmen nicht alle Gefährdungen vermeiden, sind wirksame persönliche Schutzausrüstungen bereitzustellen und zu benutzen.

Allgemeine rechtliche Grundlagen für die bei Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden und deren Gemische zu treffenden Schutzmaßnahmen sind insbesondere zu finden in:

- Gefahrstoffverordnung, mit den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) (13)
- Sprengstoffgesetz (29)
- Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz (30)
- Sprengstofflager-Richtlinie 300 (31)
- Arbeitsstättenverordnung mit den Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) (7)
- Betriebssicherheitsverordnung mit den Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) (12)
- Störfallverordnung (32)
- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ (44)
- DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“ (45)

Es müssen Einrichtungen, z. B. Not- und Augenduschen, vorhanden sein, die es ermöglichen, bei Hautkontakt die benetzten Stellen sofort mit reichlich Wasser zu spülen. Not- und Augenduschen müssen regelmäßig geprüft werden. Sie sind an geeigneten, gut zugänglichen Orten zu installieren und zu kennzeichnen.

## 7.2 Technische Schutzmaßnahmen

### 7.2.1 Gebäude und Räume

Gebäude und Räume zum Herstellen, Bearbeiten, Verarbeiten, Abfüllen oder Vernichten Organischer Peroxide müssen bestimmten baulichen Anforderungen genügen (siehe Anhang III Nr. 2.6 der Gefahrstoffverordnung bzw. §§ 5, 9 und 10 der DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“). (13) (45)

Gebäude, in denen Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden durchgeführt werden, müssen aus nicht brennbaren Baustoffen (mindestens Baustoffklasse A nach DIN 4102, Teil 1 oder „nicht brennbar“ nach DIN EN 13501-1) in mindestens feuerhemmender Bauweise (Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102, Teil 2 bzw. EI 30, REI 30, R 30 nach DIN EN 13501-2) errichtet sein. Ausgenommen hiervon sind Druckentlastungsflächen, Türen und Fenster. Dacheindeckungen müssen ausreichenden Schutz gegen Flugfeuer und strahlende Wärme bieten; sie müssen mindestens schwer entflammbar sein (mindestens Bauklasse B 1 nach DIN 4102, Teil 1 oder „schwer entflammbar“ nach DIN EN 13501-1). (81) (82) (81)

Solche Gebäude müssen mit einer geeigneten Blitzschutzanlage ausgerüstet sein. Dies ist nicht erforderlich für Organische Peroxide der Gefährgruppe OP IV und bei Organischen Peroxiden der Gefährgruppen OP I, II und III in Mengen von weniger als 500 kg.

Fenster von Gebäuden, in denen Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden ausgeführt werden, müssen mit Blendschutz ausgerüstet sein, wenn durch Sonneneinstrahlung die Gefahr besteht, dass Peroxid-Gebinde aufgeheizt werden.

Räume, in denen Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden ausgeführt werden, müssen gut durchlüftet sein. Reicht natürliche Lüftung nicht aus, so ist eine technische Lüftung erforderlich. (Abgesaugte Luft muss ersetzt werden!) Abluftführungen sind so zu gestalten, dass gefahrstoffhaltige Luft nicht durch den Atembereich der Beschäftigten geführt wird. (7) (80)

Das schnelle und sichere Verlassen der Räume muss durch Anzahl, Lage, Bauart und Zustand von Rettungswegen und Ausgängen gewährleistet sein. (10)

Fußböden sollen gegen Organische Peroxide und ihre Gemische beständig und, zur besseren Reinigung, dicht, fugenlos und nicht saugfähig sein. Der Ableitwiderstand von Fußböden in explosionsgefährdeten Bereichen (Zone 0 und 1) darf den Wert von  $10^8$  Ohm nicht überschreiten. (27) (74)

In Fußböden dürfen sich keine Kanalöffnungen befinden. Offene Kanäle dürfen nur dann vorhanden sein, wenn sichergestellt ist, dass sich dort keine gefährlichen Stoffe, insbesondere keine Organischen Peroxide, ablagern können. Geschlossene Kanäle müssen daher mit ausreichendem Gefälle verlegt und regelmäßig gespült werden. Offene Kanäle werden mit Gitterrosten abgedeckt, die eine Sichtkontrolle ermöglichen. (45)

Raumheizungen müssen so konstruiert, gestaltet und angeordnet sein, dass Gebinde mit Organischen Peroxiden durch sie nicht gefährlich aufgeheizt werden können. So sind z. B. Heizungen mit freiliegenden glühenden Teilen sowie Gas- und Ölbrenner nicht zulässig. Es muss sichergestellt sein, dass Peroxid-Gebinde nicht unmittelbar auf oder neben Heizkörpern abgestellt werden können, z. B. durch Installation von Abstandsgittern und abgeschrägten Heizkörperabdeckungen.

Gebäude und Freianlagen, in denen Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden ausgeführt werden, müssen in Abhängigkeit von der Gefahrgruppe und der Menge der Organischen Peroxide sowie von Lage, Anordnung und Bauart der Gebäude und Anlagen **Sicherheitsabstände** zu anderen Gebäuden oder Anlagen aufweisen. (45)

**Für Organische Peroxide der Gruppe OP IV sind keine Sicherheitsabstände erforderlich.** (45)

**Für Organische Peroxide der Gruppe OP Ia sind bis zu Mengen von 100 kg, für Organische Peroxide der Gruppen OP Ib, II und III sind bis zu Mengen von 200 kg ebenfalls keine Sicherheitsabstände erforderlich.**

Für die Berechnung der Sicherheitsabstände bei der Lagerung größerer Mengen an Organischen Peroxiden ist Anhang 1 der DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“ heranzuziehen. Hierbei empfiehlt es sich, die zuständige Aufsichtsperson einzuschalten. (45)

Außerdem sind gemäß Gefahrstoffverordnung Schutzabstände zu Wohnbereichen und öffentlichen Verkehrswegen einzuhalten. Zur Ermittlung der Schutzabstände können die Regelungen des Gesetzes zu explosionsgefährdenden Stoffen und dessen Verordnungen herangezogen werden. Sofern ausschließlich Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden der Gefahrgruppe OP IV durchgeführt werden, sind keine Schutzabstände einzuhalten. (13) (29) (30)

Vor Druckentlastungsflächen von Gebäuden, in denen Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden der Gruppen OP I und OP II ausgeführt werden, muss zu innerbetrieblichen Verkehrswegen ein Abstand von mindestens 5 m eingehalten sein. Dies gilt nicht für Verkehrswege, die ausschließlich für den betriebstechnischen Ablauf in diesen Gebäuden notwendig sind. Vor solchen Gebäuden dürfen in einem Gefahrenbereich von 12 m in anzunehmender Wirkungsrichtung keine Straßen- oder Schienenfahrzeuge abgestellt werden. Dies gilt nicht für Fahrzeuge während Ein- und Auslagerungsarbeiten. Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat Verkehrswege innerhalb dieses Gefahrenbereiches durch Anbringen von Verbotsschildern für den allgemeinen Werksverkehr zu sperren. Ist im Falle eines Brandes mit der Bildung von Wurfstücken oder mit einer gefährlichen Druckwirkung zu rechnen, hat der Unternehmer oder die Unternehmerin die Gefahrenbereiche angemessen zu vergrößern. Dies ist nicht erforderlich, wenn in Wirkungsrichtung geeignete Schutzmaßnahmen getroffen sind.

Größere Peroxidmengen (über 100 kg oder 200 kg – je nach Gefahrgruppe) sollten in separaten Räumen oder Gebäuden gelagert werden. An jedem Lagerraum sollte eine deutlich erkennbare Tafel angebracht werden, worauf die gelagerten Peroxid-Typen und die zugelassenen Höchstmengen vermerkt sind.



Verbindliche Regelungen für die Lagerung explosionsgefährlicher Peroxide enthalten die Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz und die Sprengstofflager-Richtlinie SprengLR 300; für nicht explosionsgefährliche Organische Peroxide sind Regelungen in der DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“ beschrieben. (30) (31) (45)

### 7.2.1.1 Lagerräume zur Lagerung Organischer Peroxide

Bei der baulichen Ausführung und bei der Ausrüstung von Lagerräumen sind die DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“, die 2. Sprengstoffverordnung und die SprengLR 300 (für explosionsgefährliche Peroxide), das Wasserhaushaltsgesetz mit zugehörigen Verordnungen und die Auflagen der zuständigen Genehmigungsbehörde zu berücksichtigen. (35) (36)

Lagergebäude für Organische Peroxide der Gefahrgruppen OP I bis OP III dürfen im Allgemeinen nur eingeschossig gebaut werden (Ausnahmen siehe § 7 Abs. 2 und 3 der DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“).

In Lagergebäuden darf für Decken und gleichzustellende Dächer, Balken, Unterzüge, Pfeiler und Stützen, Bühnen, Treppen, Türen, Fenster und dergleichen Holz unverkleidet verwendet werden. Das Holz muss mit einem zugelassenen Feuerschutzmittel getränkt oder mit einem schwer entflammaren Lack gestrichen sein.

Lagerräume für Organische Peroxide der Gefahrgruppen OP I bis OP III müssen mit Druckentlastungsflächen versehen sein. Für Organische Peroxide der Gefahrgruppen OP I und OP II muss die erforderliche Druckentlastung im Brandfalle entweder durch eine geeignete Bauart des Daches oder durch geeignete Druckentlastungsflächen in den Außenwänden gewährleistet sein. Druckentlastungsflächen müssen aus leichten Baustoffen bestehen (z. B. Blähton). Ihre Widerstandsfähigkeit gegen Druckeinwirkung muss wesentlich geringer sein als die der übrigen Bauteile. Für Organische Peroxide der Gefahrgruppe OP III sind im Regelfall außer Fenstern und Türen keine zusätzlichen Druckentlastungsflächen erforderlich.

Die abschließbaren Türen sollen nach außen aufschlagen. Für kleine Lagerräume genügt eine Tür, bei größeren Räumen sind zur Verkürzung des Fluchtweges zwei gegenüberliegende Türen vorzusehen.

Eine wirksame Lüftung ist sicherzustellen (ausgenommen sind Kühlläger). Dies kann eine freie Lüftung aber auch eine technische Lüftung sein.

Die Innenabmessungen des Lagerraumes müssen ausreichen, um die Peroxidgebilde ohne Gefahr handhaben zu können. Gegebenenfalls ist die Unterteilung des Lagerraumes durch feuerbeständige Trennwände zweckmäßig.

Die Räume müssen sauber gehalten werden. Für Lagerung und Handhabung sind klare Richtlinien festzulegen (Betriebsanweisungen, siehe Abschnitt 7.3.1). Die Umsetzung dieser Regeln ist durch eine Verantwortliche oder einen Verantwortlichen zu überwachen, z. B. durch regelmäßige Begehungen.

Unbefugte dürfen die Räume nicht betreten. Entsprechende Hinweisschilder sind anzubringen. (13)

Abbildung 3: Peroxid-Lager



Flüssige Organische Peroxide müssen so gelagert sein, dass auslaufende Mengen aufgefangen und erkannt sowie beseitigt werden können. Das Fassungsvermögen von Auffangräumen muss so bemessen sein, dass sich das Lagergut nicht über die Auffangräume hinaus ausbreiten kann. Dies ist erfüllt, wenn der Inhalt des größten Gebindes, mindestens aber 10 % der Gesamtlagermenge aufgefangen werden kann.

Lagerräume müssen so errichtet und ausgerüstet sein, dass die höchstzulässige Aufbewahrungstemperatur Organischer Peroxide nicht überschritten wird.

Wegen der Empfindlichkeit von Organischen Peroxiden gegenüber Wärmeeinwirkung muss die empfohlene Lagertemperatur zu jeder Zeit eingehalten werden. Räume, in denen Organische Peroxide mit einer höchstzulässigen Aufbewahrungstemperatur (siehe Abschnitt 7.2.2) von +20 °C und darüber gelagert werden, bedürfen keiner zusätzlichen Kühlung, wenn durch eine entsprechend niedrige, jahreszeitlich bedingte Temperatur gewährleistet ist, dass während der Lagerung die höchstzulässige Aufbewahrungstemperatur zu keiner Zeit überschritten wird. Dies ist geeignet zu überwachen.

Da die maximal zulässige Lagertemperatur für viele Peroxid-Typen im Bereich von 20–30 °C liegt, ist in den gemäßigten Zonen, wie in Mitteleuropa, eine gute Wärmeisolierung der Lagerbunker, ein heller Außenanstrich sowie gegebenenfalls eine Berieselung des Daches mit Hilfe von Sprüh-Anlagen ausreichend, um die Peroxide vor der sommerlichen Hitze zu schützen. Es ist auch möglich, die Lagerräume als Erdbunker zu bauen, wodurch ein natürlicher Schutz gegen starke Temperaturschwankungen erzielt wird. Dabei ist zu beachten, dass eine ausreichende Druckentlastungsfläche zur Verfügung steht.

Für Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden in ortsfesten Freianlagen, einschließlich der Lagerung in Tanks oder Silos, hat die Unternehmerin oder der Unternehmer auf Verlangen des Unfallversicherungsträgers und auf ihre oder seine Kosten ein Gutachten einer anerkannten Prüfstelle vorzulegen. Dieses Gutachten soll insbesondere Vorschläge über besondere Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung gefährlicher Betriebszustände und über die Sicherheitsabstände enthalten. Ein Gutachten ist nicht erforderlich für solche Teile von Freianlagen, in denen Organische Peroxide nur als Hilfsstoffe chemisch umgesetzt werden.

Die Wände sollen vorzugsweise aus Beton errichtet werden. Dächer und gegebenenfalls Außenwände sind mit geeigneten Isolierungen zu versehen, sodass die Temperatur in den Lagerräumen weitgehend konstant gehalten wird.

Für die Lagerung Organischer Peroxide, die eine niedrigere Lagertemperatur erfordern, ist eine wirksame Dauerkühlung notwendig. Um ein Festfrieren zu verhindern, sind spezielle Kühlraumtüren mit einer Rahmenheizung in explosionsgeschützter Ausführung zu empfehlen.

Die erforderliche Kältemaschine sollte grundsätzlich außerhalb des Lagerraumes installiert werden. Das ist sicherer und erspart außerdem die Aufwendungen für den Explosionsschutz. Verdampfer und Ventilator sollen

dicht unter der Decke des Lagerraumes angebracht werden, damit die kalte Luft nach unten fällt und sich gleichmäßig im ganzen Raum verteilt. Gegebenenfalls muss die Zuführung der Kaltluft von zwei Seiten aus erfolgen, damit keine toten Winkel entstehen. Die Peroxid-Paletten sollen nicht dicht gepackt, sondern mit kleinen Zwischenräumen gelagert werden, so dass die Kaltluftzirkulation gewährleistet ist.

Die Solltemperatur ist in jedem Kühlraum durch Temperaturmessfühler in ausreichender Anzahl an geeigneten Stellen zu überwachen. Bei einer Überschreitung muss ein optischer/akustischer Alarm ausgelöst werden.

Es ist zweckmäßig, einen großen Lagerraum in mehrere kleinere Kühlräume zu unterteilen, denen jeweils eine eigene Kühlanlage zugeordnet ist. Auf diese Weise kann man im Bedarfsfall unterschiedliche Peroxide auch bei unterschiedlichen Temperaturen lagern. Diese Bauweise ermöglicht bei Ausfall einer der Kältemaschinen, die betroffenen Peroxidgebände unverzüglich in einem benachbarten Kühlraum provisorisch unterzubringen.

Kann ein Ansteigen der Temperatur nicht verhindert werden und ist ein Umräumen in einen anderen Kühlbereich nicht möglich, müssen alle Personen das Lager verlassen, da nach Überschreiten der SADT eine spontane Zersetzung möglich ist. Ein Hinweis dafür kann das Aufblähen von Gebinden sein (bombierte Gebinde). Um die Zersetzungsgeschwindigkeit abzubremsen und einen Entstehungsbrand zu verhindern, sollten der Lagerraum und sein Inhalt so schnell wie möglich gekühlt werden.

### 7.2.1.2 Lagerräume für Kleinmengen

Bezüglich der Lagerung von Kleinstmengen in Laboratorien siehe Abschnitt 7.2.3.

Kleine Mengen Organischer Peroxide dürfen nur an geeigneten, von der Unternehmerin oder vom Unternehmer festgelegten Orten aufbewahrt werden.

Falls nicht mehr als 100 kg (Gefahrgruppe Ia) oder 200 kg (Gefahrgruppen Ib, II und III) Peroxid ständig gelagert werden müssen, genügt zur Aufbewahrung ein besonderer, abgeschlossener Raum mit einer Brandschutztür in einem bereits existierenden gewerblich genutzten Gebäude, sofern dieses aus nicht brennbarem Material besteht und es zu keiner Gefährdung kommt. In diesem Raum dürfen sich nur Organische Peroxide in verschlossenen Originalgebänden befinden. Andere brennbare Stoffe, vor allem Beschleuniger, dürfen mit diesen auf keinen Fall zusammen gelagert werden.

Es muss ausreichende Belüftung sichergestellt werden. Direkte Sonneneinstrahlung ist zu vermeiden. Für eine eventuell erforderliche Innenbeleuchtung ist zu prüfen, ob diese explosionsgeschützt ausgeführt werden muss. Der Fußboden muss eine dichte, glatte Oberfläche haben und bei flüssigen Produkten als Auffangwanne ausgebildet sein. Alternativ können Gebinde über Auffangwannen gelagert werden. Fußböden und Auffangwannen sind regelmäßig zu kontrollieren und sauber zu halten.

Ist die Raumtemperatur höher als die maximal zulässige Lagertemperatur (siehe Abschnitt 7.2.2), so ist für ausreichende Kühlung zu sorgen. Hierfür eignen sich handelsübliche Haushaltskühlschränke (bzw. Tiefkühltruhen für Tieftemperatur-Peroxide), welche ca. 100–200 kg Peroxid aufnehmen können und deren Verschlüsse nicht arretierbar sein dürfen (Verdämmungsgefahr). Wegen der möglichen Zündgefahr dürfen sich im Innenraum keine Zündquellen befinden. Innenbeleuchtungen müssen gegebenenfalls entfernt und die entstehenden Öffnungen sorgfältig verschlossen werden. Jede Kühltruhe ist mit einem optisch/akustischen Alarm gegen Temperaturüberschreitung zu versehen.

Der Vorratsraum darf ausschließlich der Aufbewahrung dienen und darf nicht für andere Tätigkeiten, ausgenommen Abfüllen und Probenahme, benutzt werden. Erforderlichenfalls sind hierbei Vorkehrungen zu treffen, z. B. gegen die Bildung einer explosionsgefährlichen Atmosphäre. Restmengen, die im Betrieb nicht verbraucht wurden, dürfen nicht in die Gebinde zurückgeschüttet werden, sondern sind sachgemäß zu entsorgen (siehe Abschnitt 7.2.7). Es ist strikt auf Sauberkeit zu achten.

### 7.2.1.3 Abstellräume

Für das Abstellen von Organischen Peroxiden in einer Versandpackung oder in einer vom Betrieb bestimmten Verpackung müssen Abstellräume vorhanden sein

- a. für die Gefährgruppe OP Ia bei einer Menge bis zu 100 kg,
- b. für die Gefährgruppe OP Ib bei einer Menge von 20 kg bis 250 kg,
- c. für die Gefährgruppen OP II und OP III bei einer Menge von über 60 kg bis 500 kg.

In den Fällen a) und b) muss der Abstellraum von anderen Räumen feuerbeständig abgetrennt und druckentlastet sein, im Fall c) genügt eine feuerhemmende Abtrennung.

Das Abstellen kleiner Mengen Organischer Peroxide an vom Unternehmer oder von der Unternehmerin festgelegten geeigneten Orten außerhalb eines Abstellraumes oder eines Lagers (siehe § 25 Abs. 5 der DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“) ist nur bis zu folgenden Höchstmengen zulässig:

– Gefährgruppe OP Ia:	nicht zulässig
– Gefährgruppe OP Ib:	bis 20 kg
– Gefährgruppe OP II und III:	bis insgesamt 60 kg
– Gefährgruppe OP IV:	keine Begrenzung

## 7.2.2 Lagerung von Organischen Peroxiden

Bei der Lagerung Organischer Peroxide wird unterschieden zwischen empfohlener, maximaler und minimaler Lagertemperatur (entsprechende Hinweise im Sicherheitsdatenblatt beachten!).

Die **empfohlene Lagertemperatur** gewährleistet für den vom Hersteller angegebenen Verwendungszeitraum eine Lagerung ohne nennenswerte Qualitätsminderung.

Die Aufbewahrung bei der **maximalen Lagertemperatur** (bei temperaturkontrollierten Peroxiden entspricht diese der Kontrolltemperatur, berechnet aus der SADT) kann der Peroxidgehalt bei längerer Lagerung abnehmen.

Eine **minimale Lagertemperatur** wird nur bei solchen Produkten angegeben, die bei niedrigen Temperaturen Klumpenbildung, Kristallisation oder Phasentrennung zeigen, wodurch diese Produkte in sicherheitstechnisch kritische Zustände kommen können.

Selbst bei Lagerung in den Originalbehältern und Einhaltung der empfohlenen Lagertemperatur haben Organische Peroxide nur eine begrenzte Lagerzeit.

Es empfiehlt sich, alle Peroxid-Behälter bei Erhalt zu datieren und den Inhalt innerhalb der empfohlenen Zeit zu verarbeiten.

Organische Peroxide sollen in Originalverpackungen aufbewahrt werden.

Abbildung 4: Eingelagerte Organische Peroxide



Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat dafür zu sorgen, dass Organische Peroxide mit anderen Stoffen oder Materialien nur zusammengelagert oder gemeinsam abgestellt werden, soweit hierdurch eine wesentliche Gefahrerhöhung nicht eintreten kann.

**Eine Zusammenlagerung oder ein gemeinsames Abstellen Organischer Peroxide mit Gütern verschiedener Klassen des IMDG-Codes (deutsch) ist nicht erlaubt:**

<b>Klasse 2</b>	Verdichtete, verflüssigte oder unter Druck gelöste Gase
<b>Klasse 3</b>	Entzündbare Flüssigkeiten <sup>2)</sup>
<b>Klasse 4.1</b>	Polymerisierende Stoffe
<b>Klasse 4.2</b>	Selbstentzündliche Stoffe
<b>Klasse 4.3</b>	Stoffe, die bei Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln
<b>Klasse 5.1</b>	Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe
<b>Klasse 6.1</b>	Giftige Stoffe
<b>Klasse 6.2</b>	Ansteckungsgefährliche Stoffe

2) Die Zusammenlagerung von Organischen Peroxiden mit Stoffen der Klasse 3 kann je nach Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung und der getroffenen Schutzmaßnahmen durch Ausnahmebescheid des zuständigen Unfallversicherungsträgers erlaubt werden.

<b>Klasse 7</b>	Radioaktive Stoffe
<b>Klasse 8</b>	Ätzende Stoffe

(45) (41)

Außerdem dürfen sie nicht mit Beschleunigern wie Schwermetallverbindungen, Aminen und deren Gemische sowie polymerisierenden Stoffen, die nicht der Klasse 4.1 unterliegen (Monomere wie Styrol, Methylmethacrylat usw.), zusammengelagert werden.

Peressigsäureformulierungen unterschiedlicher Konzentrationen (und damit Klassen) dürfen zusammengelagert werden, da hier keine wesentliche Gefahrerhöhung vorliegt. Gleiches gilt für die Zusammenlagerung von Peressigsäureformulierungen mit Wasserstoffperoxidlösungen.

### 7.2.3 Laboratorien

Für Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden in Laboratorien sind die DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“ und die TRGS 526 „Laboratorien“ zu beachten. (54) (20)

Flüssigkeiten, die zur Bildung Organischer Peroxide neigen (siehe Abschnitt 4.3), sind vor Licht – insbesondere UV-Strahlung – geschützt aufzubewahren. Die Peroxidbildung wird hierdurch jedoch nicht in jedem Falle sicher verhindert. So bildet beispielsweise Diisopropylether selbst bei Aufbewahrung in braunen Flaschen oligomere cyclische Peroxide, die bereits durch Schütteln zur Explosion gebracht werden können.

Bei Verwendung von Tiefkühlbädern aus festem Kohlendioxid und organischen Lösemitteln ist zu verhindern, dass bei Bruch der zu kühlenden Glasgefäße deren Inhalt mit dem Kühlmittel gefährlich reagiert. So darf z. B. Aceton nicht als Tiefkühlmedium verwendet werden, wenn peroxidhaltige Flüssigkeiten gekühlt werden. Bei Bruch der Glasgefäße kann explosionsgefährliches Acetonperoxid entstehen, das stoßempfindlich ist.

Liegt die maximal zulässige Lagertemperatur von Peroxiden unter der Raumtemperatur, so sind die Peroxide unter Kühlung zu lagern. Für kleine Mengen eignen sich Kühlschränke oder Kühltruhen, die im Inneren keine Zündquellen aufweisen und die mit Temperaturanzeige und -alarm ausgerüstet sein müssen (siehe auch Abschnitt 7.2.1.2). Die Türen dürfen nicht arretierbar sein (Verdämmungsgefahr).

### 7.2.4 Fördern, Umfüllen und Dosieren

Einrichtungen zum Fördern (z. B. Pumpen), Fortleiten oder Abfüllen von Organischen Peroxiden müssen so beschaffen und aufgestellt sein, dass eine gefährliche chemische, thermische oder mechanische Beanspruchung der Organischen Peroxide sicher vermieden wird.

Anlagen und Anlagenteile für Organische Peroxide müssen so beschaffen und angeordnet sein, dass sie vollständig und gefahrlos entleert werden können, z. B. durch Verlegung der Rohrleitungen mit Gefälle. Unvermeidbare tote Räume müssen mit geeigneten Ablass- oder Spülvorrichtungen zum Entfernen von Rückständen ausgerüstet sein.

Ein gefährlicher Einschluss Organischer Peroxide, z. B. in Leitungen zwischen Absperrorganen, muss unbedingt vermieden sein.

Für die Dosierung flüssiger Peroxide sollten in Absprache mit den Herstellern oder Lieferanten des Peroxids geeignete Fördersysteme ausgewählt werden. Leitungssysteme sind so kurz wie möglich, um die Mengen und Verweilzeiten Organischer Peroxide so gering wie möglich zu halten. Ist der Dosiervorgang beendet, muss das gesamte Leitungssystem mit einem geeigneten Lösemittel gründlich durchgespült werden, um Peroxidreste rückstandslos zu entfernen.

Es soll immer nur so viel Peroxid abgefüllt werden, wie für die laufende Arbeit gebraucht wird. Organische Peroxide dürfen nicht in verdämmend wirkende Gefäße umgefüllt werden.

Abbildung 5: Umfüllen von flüssigem Organischen Peroxid unter Nutzung einer Auffangwanne mit inertem Absorptionsmittel



Um- und Abfüllarbeiten für Organische Peroxide sowie für Roh- und Hilfsstoffe dürfen nur mit getrennten Einrichtungen und Geräten durchgeführt werden, wenn ein Vermischen der Stoffe eine Gefahrerhöhung herbeiführen kann.

Nach Gebrauch sind Gebinde für Organische Peroxide unverzüglich zu verschließen. **Entnommene Mengen an Organischen Peroxiden, die nicht verbraucht worden sind, dürfen auf keinen Fall wieder in die Aufbewahrungsgebilde zurückgegeben werden (Verunreinigungsgefahr)**, sondern sind sachgerecht zu vernichten (siehe Abschnitt 7.2.7). Spätestens am Ende der Arbeitsschicht sind alle Gebinde mit Organischen Peroxiden an den dafür vorgesehenen Aufbewahrungsort zurückzubringen. Organische Peroxide, für die eine maximale Lagertemperatur vorgegeben ist, müssen jedoch zur Vermeidung einer unzulässigen Temperaturerhöhung unverzüglich an den dafür vorgesehenen Aufbewahrungsort zurückgebracht werden.

In Abhängigkeit vom Flammpunkt sind wie bei organischen Lösemitteln Maßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz zu ergreifen. Hierzu sind u. a. gefährliche Auf- bzw. Entladungen zu verhindern. Diese können durch Reibung, durch Flüssigkeitsströmung oder durch nicht geerdete Personen entstehen. In diesen Fällen muss mit gefährlichen Entladungen, z. B. an isolierten Metallkomponenten, wie Griffen, Verschlüssen, Fasspumpen, sowie an festen oder flüssigen Oberflächen gerechnet werden. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist hierzu im Einzelfall darzulegen, welche Maßnahmen je nach Wahrscheinlichkeit des Auftretens explosionsgefährlicher Gemische ergriffen werden. Verfahrenstechnische Maßnahmen wie Füllgeschwindigkeit, Erdung/ Potenzialausgleich, Verweilzeit hinter Pumpen und Filtern, Unterspiegeleinleitung etc. hängen auch von der Leitfähigkeit des Peroxids, des Behältermaterials sowie den Volumina der zu befüllenden Behälter ab. Besondere Sorgfalt ist erforderlich, falls in Zone 1 Kunststoff-Behälter mit einem Volumen von mehr als 5 l mit nicht leitfähigen flüssigen Peroxiden befüllt oder entleert werden sollen. (27) (74)

## 7.2.5 Werkstoffe

Werkstoffe für Anlagen und Lagerbehälter müssen für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sein und dürfen von Organischen Peroxiden oder anderen Formulierungsbestandteilen weder angegriffen werden noch gefährliche Reaktionen auslösen können. Das gilt auch für die verwendeten Werkzeuge.

Bei der Auswahl von Werkstoffen sind die Hinweise der Peroxid-Hersteller zu berücksichtigen.

Ungeeignet sind wegen ihrer zersetzenden Wirkung auf Organische Peroxide z. B. Normalstahl, Messing, Kupfer, Blei. Auch Gummi, Polystyrol, Polyvinylchlorid sind im Allgemeinen wegen ihrer Löslichkeit oder Quellbarkeit in flüssigen Peroxiden ungeeignet.

## 7.2.6 Reinigung

Arbeitsbereiche, Anlagenteile, Apparaturen, Gerätschaften und Einrichtungen, in denen Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden ausgeführt werden, sind so zu gestalten, dass sie leicht und gefahrlos zu reinigen sind.

Für die Reinigung sind bevorzugt technische Maßnahmen zu treffen.

Kann eine Gesundheitsgefährdung bei Reinigungsarbeiten durch technische Maßnahmen, wie z. B. Lüftung, nicht ausgeschlossen werden, so müssen persönliche Schutzausrüstungen benutzt werden (siehe Abschnitt 7.4).

Zur Beseitigung von ausgelaufenen oder verschütteten Organischen Peroxiden siehe Abschnitte 7.2.7 und 7.2.9.

## 7.2.7 Entsorgen von Abfällen und Rückständen

Abfälle und Rückstände, die Organische Peroxide enthalten können, müssen sachgerecht entsorgt werden (Kennzeichnung siehe Abschnitt 7.3.3).

Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat sich anhand der geltenden Vorschriften über die stoffspezifische und zweckmäßige Art der Beseitigung zu informieren, z. B. Sicherheitsdatenblatt. Ansprechpersonen sind die Peroxid-Hersteller und Entsorgungsunternehmen.

Peroxidreste dürfen niemals in Originalgebinde oder Vorratsbehälter zurückgeschüttet werden, da sie möglicherweise verunreinigt sind und im Vorratsbehälter eine Zersetzung oder Selbstentzündung auslösen können (siehe Abschnitt 7.2.4). Deshalb dürfen Peroxidreste auch nicht einfach unbeaufsichtigt abgestellt oder zu anderen Abfällen gegeben werden. Leichtflüchtige Peroxide und Peroxidgemische, welche leichtflüchtige Peroxide oder Lösemittel enthalten, können explosionsfähige Dampf-Luft-Gemische bilden. Restmengen solcher Art sind daher besonders zu beachten.

Peroxidreste, peroxidhaltige Lösemittel, verschüttetes Material usw. sind gegebenenfalls zunächst auf einen Peroxidgehalt unter 10 % bzw. auf einen Aktivsauerstoffgehalt unter 1 % zu verdünnen. Als Verdünnungsmittel eignen sich Lösemittel, die mit Organischen Peroxiden mischbar und verträglich sind. **Insbesondere Dibenzoylperoxid ist in trockener Form schlag- sowie reibempfindlich und muss intensiv mit Wasser befeuchtet und feucht gehalten werden.** Allgemein empfiehlt es sich feste, schwerlösliche Peroxidreste mit Wasser aufzuschlämmen.

Zuvor verdünnte Peroxidabfälle und peroxidhaltiger Kehrriech sind in besonderen, nur lose abgedeckten, gekennzeichneten Behältern zu sammeln. Zur Vermeidung von Zersetzungen oder Selbstentzündungen dürfen hier keine anderen Stoffe eingebracht werden – insbesondere keine beschleunigerhaltigen Abfälle. Als Werkstoff für den Behälter empfiehlt sich derjenige der Originalverpackung.



Spätestens am Ende jeder Arbeitsschicht sind die Peroxidabfälle an einen geeigneten Aufbewahrungsort (temperaturabhängig von der SADT) zu bringen und so bald wie möglich als gefährlicher Abfall zu entsorgen.

## 7.2.8 Transport

Wie alle Gefahrgüter dürfen Organische Peroxide nur unter bestimmten Bedingungen befördert, gelagert und gehandhabt werden. Sie sind in den nationalen und internationalen Transportvorschriften in der Gefahrgutklasse 5.2 zusammengefasst. Auf Grund ihres Gefahrengrades sind die Organischen Peroxide innerhalb der Klasse in sieben Typen unterteilt (Typ A–Typ G), wobei Typ A nicht transportiert werden darf und Typ G kein Gefahrgut im Sinne der Klasse 5.2 „Organisches Peroxid“ ist (siehe Abschnitt 3.2). Die Stoffe und Gemische werden einer von 20 verschiedenen Sammeleintragungen, d. h. den UN-Nummern UN 3101–UN 3120, zugeordnet (siehe Abschnitt 3.3). (34) (38)

In den Gefahrguttransportvorschriften sind die Bedingungen für den Transport, die Verpackung und die Gefahrgutkennzeichnung sowie die maximal zulässige Peroxidmenge pro Versandstück festgelegt.

Weitere Hinweise enthält die DGUV Information 213-052 „Beförderung gefährlicher Güter“ (Merkblatt A 013 der BG RCI). (58)

Bestimmte Organische Peroxide dürfen nur unter Temperaturkontrolle befördert werden. Hierfür sind in den Transportvorschriften Kontroll- und Notfalltemperaturen festgelegt. Die Kontrolltemperatur ist die maximal zulässige Transporttemperatur (vergleiche Abschnitt 7.2.2).

Bei Ausfall der Temperaturkontrolle kann es erforderlich werden, Notfallmaßnahmen zu ergreifen. Bei Erreichen der Notfalltemperatur müssen geeignete Sofortmaßnahmen eingeleitet werden, um ein weiteres Ansteigen der Temperatur in den Gebinden zu verhindern.

Die Verpackungsgröße sowie die Höchstmenge an Peroxid pro Verpackungseinheit richtet sich nach den Ergebnissen der sicherheitstechnischen Untersuchung des jeweiligen Produkts und muss für jedes neue Peroxid, das nicht durch die bereits bestehenden Transportvorschriften abgedeckt wird, von der zuständigen Behörde bestimmt werden. Verantwortlich hierfür ist der Hersteller.

Es dürfen nur baumustergeprüfte, zugelassene Verpackungen verwendet werden. Ausgenommen davon ist bei bestimmten Peroxiden (abhängig von der zugeordneten UN-Nummer) der Versand von begrenzten Mengen nach Kapitel 3.4 des ADR („Limited Quantities“) und Organische Peroxide des Typs G, sofern nicht eine andere Klassifizierung zum Zuge kommt. (38)

Beim Transport gibt es, wie auch bei der Lagerung (siehe Abschnitt 7.2.2), Stoffe, die nicht oder nur unter bestimmten Bedingungen mit Organischen Peroxiden zusammen transportiert werden dürfen. Diese können den Vorschriften der einzelnen Verkehrsträger entnommen werden:

ADR	für den Straßenverkehr, (38)
RID	für den Schienentransport, (39)
ADN	für den Binnenschifftransport, (40)
IMDG-Code	für den Seeverkehr und (41)
ICAO-TI/IATA DGR	für den Luftverkehr. (42) (43)

Über die Kennzeichnung von Verpackungen siehe Abschnitt 7.3.3.

## 7.2.9 Verhalten bei Freiwerden Organischer Peroxide

Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat Betriebsstörungen, bei denen Beschäftigte gefährdet werden können, zu verhindern. Für den Fall von Unfällen und Betriebsstörungen müssen Vorkehrungen nach dem Stand der Technik getroffen sein, die die Gefahren für die Beschäftigten begrenzen. (53)

Gefahrenbereiche sind abzusperren, unbeteiligte Personen zu entfernen. Das weitere Austreten von Peroxiden ist zu verhindern.

Verschüttetes flüssiges Peroxid sollte mit geeigneten inerten Absorptionsmitteln aufgenommen oder mit Wasser verdünnt und der gefahrlosen Vernichtung zugeführt werden (siehe Abschnitt 7.2.7). Im Notfall kann auch reiner, trockener Sand verwendet werden.

Festes Peroxid sollte aufgenommen, befeuchtet und anschließend entsorgt werden.

Wenn Umverpackungen von Peroxidbehältern mit verschüttetem Peroxid durchtränkt sind, müssen sie entfernt und vernichtet werden. Hierbei ist Hautkontakt zu vermeiden.

## 7.2.10 Brand- und Explosionsschutz

Die meisten Organischen Peroxide sind brennbar und ihre Dämpfe können explosionsfähige Atmosphären bilden. Nach Überschreiten der SADT können sich Organische Peroxide durch Selbstzersetzung bis hin zur Selbstentzündung erwärmen. Geraten Organische Peroxide durch Zersetzung oder Fremdfeder in Brand, so brennen sie in der Regel heftiger ab als z. B. organische Lösemittel. Dies kann von Stichflammen und Verpuffung/Explosion mit Auswurf von brennendem organischen Material begleitet sein.

Einige explosionsgefährliche Organische Peroxide können, z. B. durch Schlag oder Reibung, in Substanz explodieren. Bei Zersetzung unter Einschluss sind auch physikalische Explosionen möglich.

Unter Beachtung der DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EXRL)“ und der dort genannten Vorschriften ist deshalb besonderes Augenmerk zu richten auf (51)

- Einhaltung der empfohlenen Lagertemperatur,
- Kontrolle der Prozesstemperaturen,
- Maßnahmen, welche eine Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern oder einschränken (z. B. Inertisierung, Dichtheitsprüfungen, Konzentrationsüberwachung durch Gaswarnanlagen, ausreichende Lüftung). Achtung: Bestimmte Peroxide bzw. deren Dämpfe, insbesondere Di-tert-butylperoxid können sich trotz vollständiger Inertisierung entzünden,
- Maßnahmen, welche die Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern (z. B. Installation der elektrischen Anlagen nach den in den Explosionsschutz-Regeln genannten Vorschriften, keine offenen Flammen, Vermeidung von heißen Oberflächen, Vermeidung unkontrollierter exothermer Reaktionen (ausgelöst z. B. durch Überschreiten der SADT, zersetzend wirkende Verunreinigungen oder Eintrag polymerisierbarer Substanzen)),
- Bewertung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung, ob eine gefahrdrohende Menge explosionsfähiger Atmosphäre vorliegen kann. Gegebenenfalls sind entsprechend Explosionsschutz zonen festzulegen, ein Explosionsschutzdokument zu erstellen und entsprechende Maßnahmen zu treffen. Eine umfangreiche allgemeine Hilfestellung hierfür bietet unter anderem die TRGS der 700er-Reihe und das Merkblatt T 049 „Explosionsschutz“ der BG RCI. (23) ff. (75).

Bei Tätigkeiten mit einigen flüssigen Peroxiden oder mit lösemittelhaltigen Peroxid-Formulierungen sind Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen, wie z. B. Erdung, erforderlich. Entsprechend ist Baumwollkleidung oder ableitfähige Kleidung bei diesen Tätigkeiten zu tragen.

Für den Brandfall ist ein Alarmplan aufzustellen. Dieser regelt den Ablauf der zu treffenden Maßnahmen sowie den Einsatz von Personen und Mitteln und berücksichtigt mögliche zusätzliche Gefahren, die bei erschwerenden Umständen von den Löschmannschaften bei der Bekämpfung von Bränden beachtet werden müssen.

Zum Löschen von Bränden sind Feuerlöscheinrichtungen entsprechend der Art und Größe des Betriebes bereitzustellen und gebrauchsfertig zu erhalten. (9)

Das Erfordernis der Installation einer selbsttätigen ortsfesten Löschanlage ist im Einzelfall zu prüfen.

Einzelheiten zur Praxis des baulichen Brandschutzes sowie der betrieblichen Brandschutzpraxis enthält die DGUV Information 205-001 „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“. (79)

Bei Bränden mit Organischen Peroxiden ist daher primär der Selbstschutz zu beachten und unter allen Umständen eine Eigen- oder Fremdgefährdung zu verhindern. Um dies sicherzustellen, ist bei der Brandbekämpfung stets ein ausreichender Löschatstand einzuhalten.

Da eine begonnene Zersetzung im Brandfall meist nicht sofort unterbunden werden kann, ist auch nach dem ersten Ablöschen eines Feuers mit der erneuten Bildung brennbarer oder explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen.

Eine Selbstentzündung oder eine Rückzündung der Zersetzungsgase an heißen Oberflächen oder durch elektrische Einrichtungen im Umfeld ist jederzeit möglich! Daher ist bei allen Bränden von Organischen Peroxiden die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre und damit die Rückzündung zu verhindern. Dies wird erreicht durch intensives Kühlen unter die Zersetzungstemperatur des Organischen Peroxids.

Die Zugabe großer Mengen Wasser eignet sich zur Kühlung der Umgebung, zur Benetzung der Organischen Peroxide und deren Verpackung sowie zur Verdünnung bestimmter wassermischbarer Organischer Peroxide (z. B. Peressigsäure). Dies kann aber auch zur Brandausbreitung durch brennend aufschwimmende Organische Peroxide führen. Es ist deswegen immer eine gesicherte Ableitung und Beseitigung des Löschwassers zu gewährleisten, um (auch hier) eine löschwassergetragene Brandausbreitung auszuschließen. Abdecken mit Schwer- oder Mittelschaum kann ein geeignetes Mittel sein, dies jedoch nur, wenn ein Weglaufen des Schaums wirksam verhindert und eine ausreichende Schaumdicke erreicht werden kann.

Fremdbrände oder Brände einzelner Peroxidgebinde können gegebenenfalls zur Erwärmung benachbart gelagerter Organischer Peroxide und nach entsprechender Branddauer zu deren Zersetzung und Entzündung (Kettenreaktion) führen. Daher kann die Kühlung benachbarter Bereiche Vorrang vor der eigentlichen Brandbekämpfung (kontrollierter Abbrand) haben.

Alle betriebsspezifischen Maßnahmen sind mit internen und externen Einsatzkräften abzustimmen.

### **7.2.10.1 Bekämpfung von Klein- und Entstehungsbränden**

Bei Bränden von Kleinstmengen im Laborbereich können Schaum- und Kohlendioxid-Handlöcher verwendet werden.

Kleinbrände (Einzelgebinde bis 30 kg) lassen sich bei massivem Einsatz im Anfangsstadium noch mit Pulver-, Kohlendioxid- oder Schaumlöschern bekämpfen. Nach dem Erlöschen der Flammen den Brandherd und die Umgebung mit viel Wasser oder Schaum bedecken, um die verbliebenen Reste der Organischen Peroxide unter die Zersetzungs- und Entzündungstemperatur abzukühlen.

Bei Entstehungsbränden in Lagern, Lagerräumen oder Produktionsbereichen ist, falls vorhanden, die Löschanlage zu aktivieren. Die Umgebung ist, falls erforderlich, ebenfalls mit viel Wasser zu kühlen, um eine Brandausbreitung zu verhindern. Der Brand selbst ist mit Wasser, Schaum oder großen Mengen Löschpulver zu löschen. Anschließend ist der Brandherd mit viel Wasser oder Löschschaum zu bedecken, um die verbliebenen Reste der Organischen Peroxide unter die Zersetzungs- und Entzündungstemperatur abzukühlen.

Vor Annäherung an den Brandherd ist eine Kontrolle der unbeschädigten Gebinde auf beginnende Zersetzung, z. B. mittels Fernthermometer oder Wärmebildkamera, durchzuführen!

### 7.2.10.2 Bekämpfung von Großbränden

Großbrände unter Beteiligung von Peroxiden können nur durch den massiven Einsatz der Feuerwehr bekämpft werden. Beim Eintreffen der Feuerwehr ist die Einsatzleitung über Personenschäden und über Art, Menge sowie Ort der betroffenen Peroxide zu informieren. Bereits in Brand geratene Peroxide sind oft nur schwer zu löschen. Hier ist zur Verhinderung einer unkontrollierten löschwassergetragenen Brandausbreitung wegen des geringeren Löschmittelbedarfs sowie wegen der geringeren Abwasserrate unter Umständen das kontrollierte Abbrennen dem Löschen vorzuziehen.

Um eine Ausbreitung des Brandes zu verhindern – insbesondere ein Übergreifen auf noch nicht brennende Gebinde und Gebäudeteile – ist die Umgebung des Brandherdes mit Wasser zu kühlen.

Als Löschmittel sind Wasser, vorzugsweise jedoch Schwertschaum und Löschpulver geeignet.

Wegen der Gefahr von Verpuffungen, Explosionen und Stichflammen muss die Brandbekämpfung aus sicherer Entfernung und unter guter Deckung erfolgen. Der Betrieb einer stationären Löschanlage ist so lange wie möglich aufrechtzuerhalten.

Vor Annäherung an den Brandherd ist eine Kontrolle der unbeschädigten Gebinde auf beginnende Zersetzung, z. B. mittels Fernthermometer oder Wärmebildkamera, durchzuführen!

Entsteht in der Nähe eines Peroxidlagers ein Brand, so ist die Außenseite des Lagers mit ausreichenden Wassermengen zu kühlen, um eine gefährliche Aufheizung der gelagerten Peroxide zu vermeiden.

### 7.2.11 Gewässerschutz

Der Abgabe von Organischen Peroxiden in Oberflächengewässer sind gesetzlich enge Grenzen gesetzt. Zu beachten sind gesetzliche Regelungen wie z. B. das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Hinweise zur Wassergefährdungsklasse (WGK) enthalten die jeweiligen Sicherheitsdatenblätter. (35) (36) (89)

## 7.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen

### 7.3.1 Allgemeines

Die Beschäftigten müssen über mögliche Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden und über die zu treffenden Schutzmaßnahmen eingehend unterrichtet werden. Die Unterweisung muss vor Beginn der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich sowie arbeitsplatzbezogen erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. (4) (13) (76)

Grundlage für die Unterweisung ist die arbeitsbereichs- und stoffbezogene **Betriebsanweisung** nach § 14 der Gefahrstoffverordnung und § 18 der DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“. Sie muss genaue Angaben über die im Einzelfall für Mensch und Umwelt möglichen Gefahren sowie die zu deren Abwehr erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln enthalten. Bei Organischen Peroxiden gehören dazu unter anderem Sicherheitsbestimmungen, z. B. die einzuhaltenen Temperaturen bei der Lagerung und Maßnahmen zu deren

Überwachung, sowie die Handhabung von Betriebseinrichtungen, sofern eine falsche Handhabung einen Gefahrzustand herbeiführen kann. Unter anderem sind das richtige Abfüllen und Einwiegen der Organischen Peroxide sowie das Reinigen von Anlagen und Gerätschaften zu beschreiben. (13) (45)

Abbildung 6: Aushang der Betriebsanweisung an zentraler Stelle



Auf die sachgerechte Entsorgung von Abfällen, das Verhalten im Gefahrenfall und Erste-Hilfe-Maßnahmen ist ebenfalls einzugehen. Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. Die Betriebsanweisung muss jederzeit von den Beschäftigten eingesehen werden können. (21)

Eine Musterbetriebsanweisung für das Umfüllen von Methylethylketonperoxid ist in Anhang 2 wiedergegeben. Die Inhalte sind durch betriebspezifische Angaben zu ergänzen, um den erforderlichen Arbeitsplatzbezug zu gewährleisten. Weitere Hinweise zur Gestaltung von Betriebsanweisungen gibt die DGUV Information 213-051 „Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (Merkblatt A 010 der BG RCI).

Es kann erforderlich sein, die Unterweisung durch praktische Vorführung einzelner Maßnahmen vor Ort und durch Üben mit den Beschäftigten unter sachkundiger Anleitung zu ergänzen, z. B. durch Anlegen von Schutzanzügen, von Atemschutzgeräten, durch Übungen für den Schadensfall und Feuerlöschübungen.

Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat für die Arbeitsstätte einen Flucht- und Rettungsplan aufzustellen, wenn Lage, Ausdehnung und Art der Nutzung der Arbeitsstätte dies erfordern. Der Flucht- und Rettungsplan ist an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. In angemessenen Zeitabständen ist nach diesem Plan zu üben, wie sich die Beschäftigten im Gefahr- oder Katastrophenfall in Sicherheit bringen oder gerettet werden können. (10)

Wenn eine Gefährdung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden durch technische Maßnahmen allein nicht ausgeschlossen werden kann, müssen geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt, in gebrauchsfertigem, hygienisch einwandfreiem Zustand gehalten und bei Bedarf benutzt werden. Das Tragen von Atemschutz und Vollschutzanzügen darf keine ständige Maßnahme sein.

Werden Arbeiten an Fremdunternehmen vergeben, muss die Unternehmerin oder der Unternehmer die Fremdunternehmer und Fremdunternehmerinnen über mögliche Gefahren informieren, mit ihnen die erforderlichen Schutzmaßnahmen vereinbaren und im Einzelnen schriftlich festlegen. Darüber hinaus ist in Abstimmung mit den Fremdunternehmerinnen und Fremdunternehmern schriftlich ein Koordinator oder eine Koordinatorin mit Weisungsbefugnis gegenüber allen beteiligten Arbeitsgruppen zu bestellen. (13) (56)

Organische Peroxide sind im Verzeichnis der im Betrieb verwendeten Gefahrstoffe aufzuführen. Folgende Angaben müssen enthalten sein: (13)

---

- Bezeichnung des Gefahrstoffes
- Einstufung oder Angabe der gefährlichen Eigenschaften
- Angaben zu den im Betrieb verwendeten Mengenbereichen
- Auflistung der Arbeitsbereiche, in denen Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden ausgeführt werden

Das Verzeichnis ist auf aktuellem Stand zu halten und allen betroffenen Beschäftigten sowie deren Vertretern und Vertreterinnen zugänglich zu machen (hierbei dürfen die Angaben zu den verwendeten Mengenbereichen geheim gehalten werden).

### 7.3.2 Instandhaltung

Gefährliche Wartungs-, Inspektions- und Instandsetzungsarbeiten in oder an Anlageteilen, Apparaturen oder Einrichtungen, in denen Organische Peroxide vorkommen können, dürfen nur mit schriftlicher Erlaubnis durchgeführt werden.

Dazu gehören insbesondere:

- Arbeiten in Behältern und engen Räumen;
- Feuerarbeiten, z. B. Schweißen, Schneiden, Löten, Anwärmen, wenn Brand- und Explosionsgefahren nicht sicher auszuschließen sind.

In der Erlaubnis ist festzulegen:

- Ort und Zeitpunkt der Arbeit
- Name der/des Aufsichtführenden
- Umfang, Art und Ausführung der Arbeit
- Schutzmaßnahmen, z. B. das Entfernen Organischer Peroxide aus dem Gebäude oder dem Raum oder zumindest aus der Nähe der Arbeitsstelle; das vorsichtige und sorgfältige Reinigen der Arbeitsstelle und des im Einzelfall festzulegenden Gefahrenbereiches sowie das Feuchthalten des Bereiches, wenn nach Art des Organischen Peroxides dadurch eine Gefahrenminderung eintritt (siehe Abschnitt 7.2.7); das Bereitstellen von Löscheinrichtungen bei Feuer- und Heißarbeiten
- Prüfung auf Funktionssicherheit vor Wiederinbetriebnahme
- Unterschrift des Unternehmers oder der Unternehmerin oder des oder der Beauftragten

Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat den Beschäftigten den Inhalt der Erlaubnis bekannt zu geben. Er/sie hat sich vor Beginn der Arbeiten von der Durchführung der Schutzmaßnahmen zu überzeugen und die Arbeiten durch eine von ihm beauftragte sachkundige Person beaufsichtigen zu lassen.

Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat dafür zu sorgen, dass nach Beendigung von Feuer- und Heißarbeiten Organische Peroxide erst wieder an die Arbeitsstelle gebracht werden, nachdem durch eine gründliche Prüfung festgestellt wurde, dass in Ex-Zonen keine Zündquellen mehr vorhanden sind.

Instandsetzungs- und Änderungsarbeiten an Einrichtungen, die noch Organische Peroxide enthalten, sind unter Beachtung der Eigenschaften der Organischen Peroxide durchzuführen.




Sicherheitseinrichtungen sind in Intervallen zu warten, die den betrieblichen Verhältnissen angepasst sind. Die Funktionsfähigkeit dieser Einrichtungen ist gemäß § 7 Abs. 7 der Gefahrstoffverordnung regelmäßig zu prüfen.  
(13)

Weitere organisatorische Maßnahmen siehe Abschnitt 7.3.1.

### 7.3.3 Kennzeichnung

Die handelsüblichen Verpackungen von Peroxiden sind nach der Gefahrstoffverordnung wie im folgenden Beispiel gekennzeichnet:

Abbildung 7: Kennzeichnung Dibenzoylperoxid nach EU-Verordnung 1272/2008 (GHS)

<b>Dibenzoylperoxid, 75 % wasserfeuchtes Pulver</b> <b>Organisches Peroxid Typ C, fest</b>		
		
<b>Gefahr</b>		
UN 3104	CAS-Nr.: 94-36-0	EG-Nr.: 202-327-6
Inhalt: kg		
Erwärmung kann Brand verursachen (H242)		
Kann allergische Hautreaktionen verursachen (H317)		
Verursacht schwere Augenreizung (H319)		
Sehr giftig für Wasserorganismen (H400)		
Behälter dicht verschlossen halten (P233)		
Kühl halten (P235)		
Einatmen von Staub vermeiden (P261)		
Nicht in die Augen, auf die Haut oder auf die Kleidung gelangen lassen (P262)		
Freisetzung in die Umwelt vermeiden (P273)		
Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen (P280)		
Name, Anschrift und Telefonnummer des Herstellers		

Die Zuordnung der Gefahrenpiktogramme zu den Organischen Peroxiden siehe Abschnitt 3.3.

Hinweise zur innerbetrieblichen Kennzeichnungspflicht sind in der TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ zusammengestellt. (14)

Sichtbar verlegte Rohrleitungen sind in ausreichender Häufigkeit und gut sichtbar in unmittelbarer Nähe der gefährträchtigen Stellen, z. B. Schieber, Anschlussstellen, mit dem Durchflusstoff und der Durchflussrichtung zu kennzeichnen.

Die innerbetriebliche Kennzeichnung kann in bestimmten Fällen vereinfacht mit der Angabe des Handelsnamens/ Stoffnamens und den Gefahrenpiktogrammen erfolgen. Dies gilt auch für die Anschluss- und Entnahmestellen, um Verwechslungen zu vermeiden.

Die Stellen, an denen sich Feuerlöscheinrichtungen befinden, sind deutlich und dauerhaft zu kennzeichnen, soweit die Feuerlöscheinrichtungen nicht automatisch oder zentral von Hand betätigt werden.

Die Kennzeichnung von Organischen Peroxiden bei Transporten auf öffentlichen Verkehrswegen siehe Abschnitt 7.2.8. (58)

### **7.3.4 Hygiene**

Die Exposition gegenüber Organischen Peroxiden ist durch technische und organisatorische Maßnahmen zu minimieren. Diesem Ziel dienen auch Hygienemaßnahmen.

Deshalb sind vor Pausen und nach der Arbeit angemessene Hautreinigungs- und Hautpflegemaßnahmen durchzuführen.

Empfehlungen dazu gibt die TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt: Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen“ und das Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“ der BG RCI. (16) (62)

Arbeitskleidung, Schutzkleidung und persönliche Schutzausrüstungen, die durch Organische Peroxide verunreinigt sind, müssen umgehend, erforderlichenfalls unter Benutzung von Atemschutz, gewechselt und gründlich gereinigt oder erforderlichenfalls vernichtet werden.

Nahrungs- und Genussmittel dürfen nur so aufbewahrt werden, dass sie nicht mit Organischen Peroxiden in Berührung kommen können.

## **7.4 Personenbezogene Schutzmaßnahmen**

Kontakt von Organischen Peroxiden mit Haut und Schleimhäuten ist wegen der möglichen Reiz- oder Ätzwirkung zu vermeiden.

### **7.4.1 Atemschutz**

Sind die technischen und organisatorischen Möglichkeiten ausgereizt und besteht die Gefahr des Einatmens von Organischen Peroxiden oder Gemischkomponenten, z. B. Lösemitteln, sind geeignete Atemschutzgeräte vom Unternehmer oder von der Unternehmerin bereitzustellen und von den Beschäftigten zu benutzen.

Die DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ ist zu beachten. (48)

In Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt und der Arbeitsdauer können Vollmasken mit Gasfiltern oder Isoliergeräte notwendig sein.

Die Schutzausrüstungen sind außerhalb der gefährdeten Bereiche, jedoch für die Beschäftigten schnell erreichbar, aufzubewahren.



Bei der Benutzung von Atemschutzgeräten sind Tragezeitbegrenzungen gemäß Anhang 2 der DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ einzuhalten. Zur arbeitsmedizinischen Vorsorge siehe Abschnitt 7.4.5. (48)

## 7.4.2 Augenschutz

Bei Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden muss ständig ausreichender Augenschutz getragen werden. Das sind z. B. Gestellbrillen mit Seitenschutz (bei Überwachungstätigkeiten in Betrieb und Labor), Korbbrillen (wenn mit dem Verspritzen peroxidhaltiger Flüssigkeiten zu rechnen ist, z. B. beim Ab- und Umfüllen oder beim Beseitigen von Störungen), Vollmasken (wenn peroxidhaltige Dämpfe oder Aerosole auftreten können).

Schutzschirme sollten nur zusammen mit Gestellbrillen mit Seitenschutz oder Korbbrillen (vor allem bei Arbeiten über Kopf) getragen werden.

Für die Auswahl und Benutzung von Augenschutz ist die DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ zu beachten. (49)

Einzelheiten enthält das Merkblatt A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“ der BG RCI. (55)

## 7.4.3 Handschutz

Besteht die Möglichkeit des Hautkontakts, müssen geeignete Chemikalienschutzhandschuhe bereitgestellt und getragen werden. Die Wahl von Handschuhmaterial und -stärke richtet sich streng nach dem eingesetzten Stoff und dem eventuell verwendeten Verdünnungsmittel, da Handschuhe, die gut gegen das eine Organische Peroxid schützen, möglicherweise nicht oder nur unzureichend gegen ein anderes schützen können. Informationen zu geeigneten Handschuhmaterialien liefert Punkt 8 des Sicherheitsdatenblatts. Informationen zu geeigneten und ungeeigneten Handschuhmaterialien bietet auch das Gefahrstoffinformationssystem GESTIS der DGUV. Falls mehrere Stoffe in Kombination verwendet werden, empfiehlt sich die Rücksprache mit dem Lieferanten des Organischen Peroxids.

Beispiele für Handschuhmaterialien: (86)

verwendetes Peroxid	empfohlene Handschuhmaterialien (Durchbruchzeit $\geq$ 8 h)	ungeeignete Handschuhmaterialien
Di-tert-Butylperoxid	Polychloropren – CR (0,5 mm) Nitrilkautschuk/Nitrillatex – NBR (0,35 mm) Fluorkautschuk – FKM (0,4 mm)	Naturkautschuk/Naturlatex – NR Butylkautschuk – Butyl Polyvinylchlorid – PVC
tert-Butylperoxyacetat	Mehrschichtenhandschuh – PE/EVAL/ PE (PE = Polyethylen; EVAL = Ethylen-Vinylalkohol- Copolymer)	Naturkautschuk/Naturlatex – NR Polychloropren – CR Nitrilkautschuk/Nitrillatex – NBR Butylkautschuk – Butyl Fluorkautschuk – FKM Polyvinylchlorid – PVC
tert-Butylperbenzoat	Butylkautschuk – Butyl (0,5 mm) Fluorkautschuk – FKM (0,4 mm)	Naturkautschuk/Naturlatex – NR Polychloropren – CR Nitrilkautschuk/Nitrillatex – NBR Polyvinylchlorid – PVC
2,5-Dimethyl-2,5-di-(tertbutylperoxy) hexan	Polychloropren – CR (0,5 mm) Nitrilkautschuk/Nitrillatex – NBR (0,35 mm)	Naturkautschuk/Naturlatex – NR

	Butylkautschuk – Butyl (0,5 mm) Fluorkautschuk – FKM (0,4 mm) Polyvinylchlorid – PVC (0,5 mm)	
Methylethylketonperoxid (33 %ig in DMP)	Butylkautschuk – Butyl (0,5 mm) Fluorkautschuk – FKM (0,4 mm)	Naturkautschuk/Naturalatex – NR Nitrilkautschuk/Nitrillatex – NBR

Für die Auswahl und Benutzung von Schutzhandschuhen ist die DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“ und das Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“ der BG RCI zu beachten. (50) (62)

#### 7.4.4 Körperschutz

In Abhängigkeit von dem Ausmaß der möglichen Gefährdung können zum Schutz des Gesichtes Schutzschirme, für den Körperschutz Schürzen, Stiefel oder Vollschutzanzüge erforderlich sein (siehe z. B. Abbildung 8). Hinweise gibt die DGUV Regel 112-189 „Benutzung von Schutzkleidung“. Es ist darauf zu achten, dass keine gefährlichen Stoffe von oben in Stiefel gelangen können. Das ist, z. B. durch Tragen einer ausreichend langen Schürze, sicherzustellen. (47)

Schutzanzüge sind vor und nach jeder Verwendung zu prüfen; besonderes Augenmerk ist dabei auf beginnende Materialversprödung zu richten.

Arbeitskleidung, einschließlich der Unterwäsche, sollte wie bei Tätigkeiten mit anderen brennbaren Stoffen nicht aus Textilien bestehen, die im Brandfalle ein gefährliches Schmelzverhalten zeigen können.

Einzelheiten enthält das Merkblatt A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“ der BG RCI. (55)

Abbildung 8: Persönliche Schutzausrüstungen bei der Probenahme von Organischen Peroxiden



## 7.4.5 Arbeitsmedizinische Vorsorge (5)

Trotz technischer, organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen können Gesundheitsschäden oder Beeinträchtigungen durch Organische Peroxide nicht in allen Fällen mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Um solche Beeinträchtigungen rechtzeitig zu erkennen und ihnen vorbeugen zu können, ist unter Umständen arbeitsmedizinische Vorsorge erforderlich.

Nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) gibt es folgende Unternehmerpflichten:

- Pflichtvorsorge veranlassen,
- Angebotsvorsorge anbieten,
- Wunschvorsorge ermöglichen.

Grundlage einer angemessenen arbeitsmedizinischen Vorsorge ist die betriebliche Gefährdungsbeurteilung. Im Anhang der ArbMedVV sind alle Vorsorgeanlässe für Pflicht- und Angebotsvorsorgen aufgeführt. Kriterien, wann eine solche Vorsorge von der Unternehmerin oder dem Unternehmer angeboten werden muss, sind dort beschrieben. Weitere Informationen dazu bietet z. B. die kurz & bündig-Schrift KB 011-2 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 2: Ermittlung der Vorsorgeanlässe“ der BG RCI. (65)

Neben der Exposition gegenüber Gefahrstoffen ist auch der Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen zu beachten:

- Werden regelmäßig mehr als vier Stunden Feuchtarbeit pro Schicht verrichtet, ist eine Pflichtvorsorge zu veranlassen. Das Tragen flüssigkeitsdichter Handschuhe gilt aufgrund des Schwitzens im Handschuh als Feuchtarbeit. Eine entsprechende arbeitsmedizinische Angebotsvorsorge ist anzubieten, wenn regelmäßig mehr als zwei Stunden Feuchtarbeit pro Schicht verrichtet wird.
- Für Trägerinnen und Träger von Atemschutzgeräten der Gruppen 2 und 3 nach AMR 14.2 ist eine Pflichtvorsorge zu veranlassen. Für Trägerinnen und Träger von Atemschutzgeräten der Gruppe 1 ist eine Angebotsvorsorge anzubieten. (6) (48)

Mit der Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge ist eine Ärztin oder ein Arzt zu beauftragen, die oder der entweder Facharzt oder Fachärztin für Arbeitsmedizin ist oder die Zusatzbezeichnung „Betriebsmedizin“ führt.

Die arbeitsmedizinische Vorsorge beinhaltet ein ärztliches Beratungsgespräch mit Anamnese einschließlich Arbeitsanamnese sowie körperliche oder klinische Untersuchungen, soweit diese für die individuelle Aufklärung und Beratung erforderlich sind und der oder die Beschäftigte diese Untersuchungen nicht ablehnt.

Einen Überblick über die arbeitsmedizinische Vorsorge gibt die kurz & bündig-Schrift KB 011-1 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 1: Grundlagen und Hinweise zur Durchführung“ der BG RCI. (65)

## 8 Erste Hilfe

### 8.1 Allgemeines

Alle Personen, die Tätigkeiten mit Organischen Peroxiden ausführen, müssen über die erforderlichen Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Kontamination unterrichtet sein und über das Verhalten bei Arbeitsunfällen unterwiesen werden.

Die von den Unfallversicherungsträgern anerkannten Anleitungen zur Ersten Hilfe sind an geeigneten Stellen auszuhängen. (78)

Über jede Erste-Hilfe-Leistung sind Aufzeichnungen zu führen, z. B. in einem Verbandbuch, und fünf Jahre lang aufzubewahren. (77)

Bei Verdacht auf eine Schädigung in Folge einer Kontamination durch Organische Peroxide müssen die Betroffenen den Gefahrenbereich verlassen bzw. aus dem Gefahrenbereich gebracht werden. Die Helferinnen und Helfer haben sich dabei vor Kontakt mit Organischen Peroxiden zu schützen (Atemschutz, Schutzhandschuhe usw.).

Ärztliche Hilfe ist unverzüglich in Anspruch zu nehmen. Der Ärztin oder dem Arzt sind der chemische Stoff und die bereits durchgeführten Erste-Hilfe-Maßnahmen anzugeben. Als hilfreich hat sich die Bereithaltung eines Unfälleitblattes erwiesen (siehe Anhang 1).

Um wirksame Hilfe leisten zu können, kann eine Absprache zwischen Betrieb, Betriebsarzt/Betriebsärztin, Krankenhaus oder Notdienst erforderlich sein.

Grundsätzliche Fragen, die Gegenstand der Erste-Hilfe-Ausbildung sind, wie „Stabile Seitenlage“, „Herz-Lungen-Wiederbelebung“, „Schockbekämpfung“, werden in dieser Schrift nicht angesprochen.

## 8.2 Generell

- Für Körperruhe sorgen
- Vor Wärmeverlust schützen
- Beruhigend auf verletzte Person einwirken
- Ärztliche Behandlung

## 8.3 Augen

- Auge unter Schutz des unverletzten Auges sofort ausgiebig (mindestens 10 Minuten) bei geöffneten Augenlidern mit Wasser spülen
- Steriler Schutzverband

## 8.4 Atmungsorgane

- Verletzte unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich bringen (Achtung: auch bei subjektiver Beschwerdefreiheit sollte die verletzte Person nicht selbst gehen, sondern – wenn möglich – getragen oder gefahren werden); Lagerung mit erhöhtem Oberkörper
- Bei Atemstillstand künstliche Beatmung nach Möglichkeit mit einer Atemhilfe (Beatmungsbeutel), auf jeden Fall Einatmen von Organischen Peroxiden vermeiden (Selbstschutz)
- Unmittelbar nach dem Unfall, auch bei fehlenden Krankheitszeichen, ein inhalatives Steroid (Dosieraerosol) einatmen lassen: Dosierung, Art der Anwendung und weitere Behandlung nach betriebsärztlicher Anordnung
- Bei Atemnot Sauerstoff inhalieren lassen

## 8.5 Haut

- Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen, auf Selbstschutz achten
- Haut mit viel Wasser spülen
- Wunden keimfrei bedecken

## 8.6 Verschlucken

- Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes
- Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen (Verdünnungseffekt)

## 8.7 Hinweise für die Ärztin/den Arzt

- Auf die Entstehung eines Lungenödems achten

## Anhang 1: Unfälleleitblatt

Unfälleleitblatt (Firma: .....)

**Unfall mit** \_\_\_\_\_

Laborleiter: ..... Tel: .....

Ansprechperson vor Ort: ..... Tel: .....

**Telefonische Benachrichtigung bei Notfall:**

Bevorzugtes Krankenhaus: ..... Tel: .....

Zufahrt (Wegbeschreibung): .....

Anschrift: .....

Giftnotruf-Zentrale: ..... Tel: .....

Uhrzeit: ..... Datum: .....

**Verletzte/r:**

Frau/Herr: ..... geb.: .....

Einwirkzeit: ca. .... Minuten

Sonstiges: .....

.....

.....

Lokalisation und Größe der Verletzung: .....

.....

.....

Erste-Hilfe-Maßnahmen vor Ort: .....

.....


.....

Unterschrift: .....

**Stoffinformationen mitgeben**

Diese Vorlage finden Sie auch unter [downloadcenter.bgrci.de](http://downloadcenter.bgrci.de)

## Anhang 2: Beispiel für eine Betriebsanweisung

<b>Betriebsanweisung</b>	
<b>GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG</b>	
Dibenzoylperoxid, 75 % wasserfeuchtes Pulver	
<b>GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT</b>	
	<p>Form: fest, Pulver Farbe: weiß Geruch: aromatisch (nach Benzaldehyd)</p> <p>Erwärmung kann Brand verursachen. (H242)      Kann allergische Hautreaktionen verursachen. (H317) Verursacht schwere Augenreizung. (H319)      Sehr giftig für Wasserorganismen. (H400)</p> <p>Reizt die Augen. Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich. Personen mit Allergie gegen Dibenzoylperoxid sollten keinen Kontakt mit diesem Stoff haben. Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen explosionsgefährlich. Kann Brand verursachen. Entzündung von auftretenden Staub-Luft-Gemischen, durch z. B. offene Flammen, Schweißfunken oder Trennschleifer, möglich.</p> <p><b>Gefährliche Reaktionen am Arbeitsplatz sind möglich:</b> Verunreinigungen vermeiden (z. B. Rost, Staub, Asche), da Zersetzungsgefahr! Schlag und Reibung vermeiden.</p> <p>Gefahren für die Umwelt: Sehr giftig für Wasserorganismen. Schwach wassergefährdend nach Einstufung WKG (WGK1)</p>
<b>SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN</b>	
<p>Möglichst in geschlossenen Apparaturen/Anlagen arbeiten. Freisetzung des Stoffs in die Umgebung vermeiden. Nur im Abzug arbeiten, Frontschieber geschlossen halten. Gefäße nicht offen stehen lassen. Arbeitsbereiche sauber halten. Beim Ab- und Umfüllen bzw. beim Mischen Staubentwicklung vermeiden. Peroxidreste auf keinen Fall wieder in Originalgebinde bzw. Vorratsgefäße zurückgeben. Zersetzungsgefahr. Für Peroxide und Beschleuniger getrennte Messgefäße verwenden. Reibung und Schlag vermeiden. Anlagen sorgfältig reinigen. Produkt nicht einschließen. Produkt nicht eintrocknen lassen! Verschlüsse vorsichtig öffnen.</p> <p>Staubablagerungen und -aufwirbelung vermeiden! Nur im geschlossenen Abzug mit staub-ex-geschütztem Ventilator arbeiten. Von Zündquellen fern halten (z. B. nicht Rauchen, keine offenen Flammen, Erden)! Heißen an Behältern und Leitungen nur nach sorgfältigem Reinigen durchführen. Filtrieren von Lösungen nur mit Glaswolle, Glasfritten oder Keramikfilter. Kein Filtermaterial aus Papier verwenden (Entzündungsgefahr nach Trocknung). Von offenen Flammen und brennbaren Stoffen fernhalten, Rauchverbot im Arbeitsbereich.</p> <p>Nicht essen, trinken oder rauchen. Einatmen von Stäuben vermeiden. Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden. Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände und andere verschmutzte Körperstellen gründlich reinigen. Hautpflegemittel verwenden. Produktreste sofort von der Haut entfernen. Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren! Laborkittel nicht ausschüteln oder abblasen! Labormäntel und -arbeitskleidung im Labor lassen.</p> <p>Behälter dicht geschlossen an einem gut gelüfteten Ort lagern. Behälter nicht dem direkten Sonnenlicht oder anderen Wärmequellen aussetzen! Beim Umfüllen in andere als Originalgebinde: Mindestens die vereinfachte Kennzeichnung mit eindeutigen chemischen Namen, Gefahrensymbol und -bezeichnung dauerhaft und gut sichtbar anbringen. Die vom Hersteller empfohlene Lagertemperatur einhalten und überwachen. Die vom Hersteller empfohlene Lagerzeit beachten. Behälter bei Erhalt datieren. Keine Holzregale verwenden.</p>	

**Beschäftigungsbeschränkungen beachten!**  
**Augenschutz:** Im Labor grundsätzlich Gestellbrille mit Seitenschutz tragen. Beim offenen Umfüllen Korbrille verwenden.  
**Handschutz:** Achtung! Beim Umgang mit diesem Stoff unbedingt Schutzhandschuhe tragen!  
**Körperschutz:** Schutzkleidung tragen.

**VERHALTEN IM GEFAHRENFALL**

Gefahrenbereich räumen und absperren, Vorgesetzte/n informieren. Bei der Beseitigung von ausgelaufenem/verschüttetem Produkt immer Schutzbrille, Handschuhe sowie bei größeren Mengen Atemschutz tragen. Unter Staubvermeidung aufnehmen und entsorgen! Nie mit Sägespänen oder anderen organischen Materialien aufnehmen (Brandgefahr).  
Produkt ist brennbar. Entstehungsbrand: Tragbaren Feuerlöscher einsetzen, mindestens für Brandklasse „A“. Nicht zu verwenden: Wasser im Vollstrahl! Rückzündungsgefahr bei Anwendung von Kohlendioxid. Staubaufwirbelung vermeiden! Vorsicht! Produkt erhöht die Gefahr im Brandfall! Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen. Bei Brand entstehen gefährliche Dämpfe. Alarm-, Flucht- und Rettungspläne beachten. Feuerwehr alarmieren. Das Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation muss verhindert werden.  
**Zuständige/r Ärztin/Arzt:** **Unfalltelefon:**

**ERSTE HILFE** **Notruf**

**Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme :** Auf Selbstschutz achten. Lebensrettende Sofortmaßnahmen, wie „Stabile Seitenlage“, „Herz-Lungen-Wiederbelebung“, „Schockbekämpfung“, situationsabhängig durchführen. Wunden keimfrei bedecken. Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen. Ärztliche bzw. augenärztliche Behandlung.  
**Nach Augenkontakt:** Sofort unter Schutz des unverletzten Auges ausgiebig (ca. 10 Minuten) bei geöffneten Lidern mit Wasser spülen. Bei Augenverletzungen steriler Schutzverband. Nach Augenkontakt immer augenärztliche Behandlung.  
**Nach Hautkontakt:** Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen. Haut mit viel Wasser spülen.  
**Nach Einatmen:** Verletzte Person unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich bringen. Bei Atemnot Sauerstoff inhalieren lassen. Bei Atemstillstand künstliche Beatmung: Beatmungshilfen benutzen.  
**Nach Verschlucken:** Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes. KEIN Erbrechen herbeiführen.  
**Ersthelfer/innen:**

**SACHGERECHTE ENTSORGUNG**

Nicht in Abwasser oder Mülltonne schütten! Peroxidreste unter Vermeidung von Reibung im Spezialgefäß (z. B. Metallbehälter mit Pendelklappe) sammeln und mit Wasser feucht halten, ggf. bis unter 10 % Peroxidgehalt mit Hilfe von Lösemitteln (kein Aceton, kein Ether) verdünnen und dann entsorgen. Temperatur beachten – keine anderen Stoffe einbringen. Keinesfalls Beschleunigermischungen o. ä. hinzugeben.

**ZUSÄTZLICH BEACHTEN**

Sicherheitsdatenblatt nach aktuellen Angaben des Lieferanten.

Diese Vorlage finden Sie auch unter [downloadcenter.bgrci.de](http://downloadcenter.bgrci.de)

## Literaturverzeichnis

**Verbindliche Rechtsnormen** sind Gesetze, Verordnungen und der Normtext von Unfallverhütungsvorschriften. Abweichungen sind nur mit einer Genehmigung der zuständigen Behörde bzw. des zuständigen Unfallversicherungsträgers (z. B. Berufsgenossenschaft) erlaubt. Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

Von Technischen Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften) und DGUV Regeln kann abgewichen werden, wenn in der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert ist, dass die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

**Keine verbindlichen Rechtsnormen** sind DGUV Informationen, Merkblätter, DIN-/ VDE-Normen. Sie gelten als wichtige Bewertungsmaßstäbe und Regeln der Technik, von denen abgewichen werden kann, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

### Fundstellen im Internet

Die Schriften der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und dem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 1 700 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten.

Weitere Informationen unter [www.kompendium-as.de](http://www.kompendium-as.de).



Zahlreiche aktuelle Informationen bietet die Homepage der BG RCI unter [www.bgrci.de/praevention](http://www.bgrci.de/praevention) und [fachwissen.bgrci.de](http://fachwissen.bgrci.de).

Detailinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI sowie Bestellung siehe [medienshop.bgrci.de](http://medienshop.bgrci.de)

Ausgewählte Merkblätter, Anhänge und Vordrucke aus Merkblättern und DGUV Regeln sowie ergänzende Arbeitshilfen stehen im Downloadcenter Prävention unter [downloadcenter.bgrci.de](http://downloadcenter.bgrci.de) kostenfrei zur Verfügung.

DGUV Vorschriften, DGUV Regeln, DGUV Grundsätze und viele DGUV Informationen sind auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter [publikationen.dguv.de](http://publikationen.dguv.de) zu finden.

## 1. Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften

Bezugsquelle: Bundesanzeiger-Verlag, Postfach 10 05 34, 50445 Köln;  
Volltext unter <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>

- (1) Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2017/776
- (2) Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2018/2005
- (3) Verordnung (EG) Nr. 440/2008 der Kommission vom 30. Mai 2008 zur Festlegung von Prüfmethoden gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 2017/735

## 2. Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquelle: Buchhandel  
Freier Download unter [www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de) (Gesetze und Verordnungen) bzw. [www.baua.de](http://www.baua.de) (Technische Regeln)

- (4) Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- (5) Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) mit Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR), insbesondere
- (6) AMR Nr. 14.2: Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen

- (7) Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR):
- (8) ASR A1.3: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
- (9) ASR A2.2: Maßnahmen gegen Brände
- (10) ASR A2.3: Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan
- (11) ASR A4.3: Erste-Hilfe-Räume, Mittel und Einrichtungen zur Ersten Hilfe
- (12) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
- (13) Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere
- (14) TRGS 201: Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- (15) TRGS 400: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- (16) TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
- (17) TRGS 402: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
- (18) TRGS 420: Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition
- (19) TRGS 510: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
- (20) TRGS 526: Laboratorien
- (21) TRGS 555: Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten
- (22) TRGS 600: Substitution
- (23) TRGS 720/TRBS 2152: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines
- (24) TRGS 721/TRBS 2152 Teil 1: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
- (25) TRGS 722/TRBS 2152 Teil 2: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- (26) TRGS 725: Gefährliche, explosionsfähige Atmosphäre – Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen
- (27) TRGS 727: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen

- (28) Gesetz zum Schutz von Müttern bei der Arbeit, in der Ausbildung und im Studium (Mutterschutzgesetz – MuSchG)  
Gesetz zum Schutz der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz – JArbSchG)
- (29) Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG)
- (30) Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz (2. SprengV)
- (31) Sprengstofflagerrichtlinie (SprengLR) 300: Richtlinie Aufbewahrung sonstiger explosionsgefährlicher Stoffe
- (32) Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung – 12. BimSchV)
- (33) Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift der Bundesregierung zum Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (TA Luft)
- (34) Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt – GGVSEB)
- (35) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG)
- (36) Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV),  
[www.umweltbundesamt.de/wgs](http://www.umweltbundesamt.de/wgs)
- (37) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung – PSA-BV)

## 2a. Sonstige verbindliche Regelungen

Bezugsquelle: Buchhandel

- (38) Accord europeen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (ADR); deutscher Titel: Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, [www.unece.org/trans/danger/danger.html](http://www.unece.org/trans/danger/danger.html), [www.bmvbs.de](http://www.bmvbs.de) → Verkehr → Güterverkehr → Gefahrgut → Recht/Vorschriften → Straße
- (39) Reglement International concernant le transport des marchandises Dangereuses chemins de fer (RID); deutscher Titel: Internationale Ordnung für die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn, [www.bmvbs.de](http://www.bmvbs.de) → Güterverkehr und Logistik → Gefahrgut → Recht/Vorschriften → Eisenbahn
- (40) Accord europeen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par voie de Navigation interieure (ADN); deutscher Titel: Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen, [www.unece.org/trans/danger/danger.html](http://www.unece.org/trans/danger/danger.html), [www.bmvbs.de](http://www.bmvbs.de) → Güterverkehr und Logistik → Gefahrgut → Recht/Vorschriften → Binnenschifffahrt
- (41) International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG-Code); deutscher Titel: deutscher Titel: Internationaler Code für die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen, [www.bmvbs.de](http://www.bmvbs.de) → Güterverkehr und Logistik → Gefahrgut → Recht/Vorschriften → Seeschifffahrt

- (42) International Air Transport Association – Dangerous Goods Regulations (IATA-DGR); deutscher Titel: IATA-Gefahrgutvorschriften
- (43) International Civil Aviation Organization (Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air (ICAO-TI), [www.icao.int](http://www.icao.int) → publications → Doc 9284

### **3. DGUV Vorschriften, DGUV Regeln, DGUV Grundsätze, DGUV Informationen und sonstige Schriften der Unfallversicherungsträger**

Bezugsquellen: Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, [medienshop.bgrci.de](http://medienshop.bgrci.de)

Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) bei der BG RCI in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.

- (44) DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention (*Fassung der BG RCI*)
- (45) DGUV Vorschrift 13: Organische Peroxide (*Fassung der BG RCI*)

Bezugsquelle: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., Glinkastraße 40, 10117 Berlin  
Freier Download unter [publikationen.dguv.de](http://publikationen.dguv.de)

DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention

DGUV Vorschrift 13: Organische Peroxide

- (46) DGUV Regel 109-002: Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen
- (47) DGUV Regel 112-189: Benutzung von Schutzkleidung
- (48) DGUV Regel 112-190: Benutzung von Atemschutzgeräten
- (49) DGUV Regel 112-192: Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz
- (50) DGUV Regel 112-195: Benutzung von Schutzhandschuhen
- (51) DGUV Regel 113-001: Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)

Bezugsquellen: Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, [medienshop.bgrci.de](http://medienshop.bgrci.de)

Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) bei der BG RCI in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.

- (52) Praxishilfe-Ordner: Arbeitsschutz mit System
- (53) Praxishilfe-Ordner: Gerüstet für den Notfall

- (54) DGUV Information 213-850: Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen;  
[www.laborrichtlinien.de](http://www.laborrichtlinien.de)
- (55) Merkblatt A 008: Persönliche Schutzausrüstungen
- (56) Merkblatt A 009: Zusammenarbeit im Betrieb, Sicherheitstechnisches Koordinieren
- (57) DGUV Information 213-051: Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (Merkblatt A 010)
- (58) DGUV Information 213-052: Beförderung gefährlicher Güter (Merkblatt A 013)
- (59) DGUV Information 213-012: Gefahrgutbeförderung in Pkw und in Kleintransportern (Merkblatt A 014)
- (60) Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel
- (61) Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog
- (62) Merkblatt A 023: Hand- und Hautschutz
- (63) Merkblatt A 026: Unterweisung: Gefährdungsorientierte Handlungshilfe
- (64) Merkblatt A 027: Mutterschutz im Betrieb
- (65) kurz & bündig KB 011-1: Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 1: Grundlagen und Hinweise zur Durchführung  
kurz & bündig KB 011-2: Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 2: Ermittlung der Vorsorgeanlässe
- (66) Kleinbroschüre M 001-1: Organische Peroxide – Arbeitsschutzinformationen für Beschäftigte
- (67) DGUV Information 213-070: Säuren und Laugen (Merkblatt M 004)
- (68) DGUV Information 213-072: Lösemittel (Merkblatt M 017)
- (69) DGUV Information 213-078: Polyurethane, Isocyanate (Merkblatt M 044)
- (70) DGUV Information 213-079: Tätigkeiten mit Gefahrstoffen – Informationen für Beschäftigte (Merkblatt M 050)
- (71) DGUV Information 213-080: Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (Merkblatt M 053)
- (72) DGUV Information 213-096: Organische Peroxide – Antworten auf häufig gestellte Fragen (Merkblatt M 058)
- (73) DGUV Information 213-082: Gefahrstoffe mit GHS-Kennzeichnung – Was ist zu tun? (Merkblatt M 060)
- (74) DGUV Information 213-060: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (Merkblatt T 033)

(75) Merkblatt T 049: Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen

(76) Sicherheitskurzgespräche (SKG), z. B.  
SKG 016: Organische Peroxide  
SKG 023: Hautschutz  
SKG 033: Handschutz

Bezugsquelle: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., Glinkastraße 40, 10117 Berlin  
Freier Download unter publikationen.dguv.de

(77) DGUV Information 204-006: Anleitung zur Ersten Hilfe  
DGUV Information 204-007: Handbuch zur Ersten Hilfe

(78) DGUV Information 204-001 ff.: Erste Hilfe (Plakat)

(79) DGUV Information 205-001: Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz

(80) DGUV Information 209-073: Arbeitsplatzlüftung – Entscheidungshilfen für die betriebliche Praxis

#### 4. Normen

Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, [www.beuth.de](http://www.beuth.de)

(81) DIN 4102-1:1998-05: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen  
DIN EN 13501-1 :2019-05: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten

(82) DIN 4102-2 :1977-09: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 2: Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen  
DIN EN 13501-2:2016-12: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen

#### 5. Online-Datenbanken und Informationen im Internet

(83) Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien GisChem der BG RCI und der BGHM unter [www.gischem.de](http://www.gischem.de)

(84) Fachwissenportal der BG RCI, Fachwissen zu Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, [fachwissen.bgrci.de](http://fachwissen.bgrci.de)

(85) Explosionsschutzportal der BG RCI, [www.exinfo.de](http://www.exinfo.de)

(86) GESTIS-Stoffdatenbank: Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) [www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank/](http://www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank/)

(87) Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), [www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa)

(88) Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA): [www.baua.de](http://www.baua.de)

(89) Rigoletto; online-Datenbank des Umweltbundesamtes mit alle bisher in eine Wassergefährdungsklasse oder als nicht-wassergefährdend eingestuft Stoffen; [webriigoletto.uba.de/rigoletto/](http://webriigoletto.uba.de/rigoletto/)

(90) Europäische Chemikalienagentur (ECHA), [echa.europa.eu](http://echa.europa.eu)

#### Bildnachweis

Die in dieser Schrift verwendeten Bilder dienen nur der Veranschaulichung. Eine Produktempfehlung seitens der BG RCI wird damit ausdrücklich nicht beabsichtigt.

#### Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Abbildungen 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 8  
ARKEMA GmbH Niederlassung Günzburg  
Denzinger Straße 7  
89312 Günzburg

#### Ausgabe 2/2020 (Aktualisierung der Ausgabe 10/2013)

Diese Schrift können Sie über den Medienshop unter [medienshop.bgrci.de](http://medienshop.bgrci.de) beziehen.

Haben Sie zu dieser Schrift Fragen, Anregungen, Kritik?

Dann nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf.

- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie,  
Prävention, KC Präventionsprodukte und -marketing, Referat Medien  
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg
- E-Mail: [praeventionsprodukte@bgrci.de](mailto:praeventionsprodukte@bgrci.de)
- Kontaktformular: [www.bgrci.de/kontakt-schriften](http://www.bgrci.de/kontakt-schriften)