

Ausgabe August 2023

GMBI 2023, S. 831-859 [Nr. 40] (v. 18.8.2023)

<b>Technische Regeln für Gefahrstoffe</b>	<b>Organische Peroxide</b>	<b>TRGS 741</b>
---	----------------------------	-----------------

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung, wieder. Sie werden vom

### **Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)**

ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Diese TRGS konkretisiert im Rahmen ihres Anwendungsbereichs Anforderungen der Gefahrstoffverordnung. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Die vorliegende TRGS 741 geht aus der DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“ des Fachbereichs „Rohstoffe und Chemische Industrie“ der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) hervor.

#### **Inhalt:**

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffsbestimmungen
- 3 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung
- 4 Schutzmaßnahmen

#### Literaturhinweise

- Anhang 1: Schutz- und Sicherheitsabstände nach Abschnitt 4.2.3
- Anhang 2: Prüfmethode zur Zuordnung von flüssigen organischen Peroxiden zu Gefahrgruppen
- Anhang 3: Prüfmethode zur Zuordnung von festen organischen Peroxiden zu Gefahrgruppen
- Anhang 4: Brandbekämpfung nach Abschnitt 4.7

## Inhalt

1	Anwendungsbereich.....	4
2	Begriffsbestimmungen.....	4
3	Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung.....	7
3.1	Allgemeines.....	7
3.2	Inhärente Brand- und Explosionsgefahren organischer Peroxide .....	8
3.3	Gefahrgruppenzuordnung .....	9
3.4	Tätigkeitsbedingte Brand- und Explosionsgefahren .....	9
4	Schutzmaßnahmen .....	10
4.1	Grundlegende Anforderungen.....	10
4.2	Bauliche Anforderungen.....	10
4.2.1	Anforderungen an Produktionsgebäude und -räume.....	10
4.2.2	Anforderungen an Lager .....	11
4.2.3	Schutz- und Sicherheitsabstände.....	12
4.3	Technische Schutzmaßnahmen .....	14
4.3.1	Allgemeine Maßnahmen .....	14
4.3.2	Zusätzliche Maßnahmen .....	16
4.4	Organisatorische Schutzmaßnahmen .....	18
4.4.1	Allgemeine Maßnahmen .....	18
4.4.2	Zusätzliche Maßnahmen .....	19
4.5	Brand- und Explosionsschutz.....	22
4.6	Persönliche Schutzausrüstungen .....	25
4.7	Brandbekämpfung .....	26
4.8	Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten .....	26
	Literaturhinweise .....	27
	Anhang 1: Schutz- und Sicherheitsabstände nach Abschnitt 4.2.3 .....	30
A1.1	Allgemeines.....	30
A1.2	Berechnung der Schutzabstände .....	31
A1.2.1	Zu Wohnbereichen.....	31
A1.2.1.1	Gefahrgruppe OP Ia .....	31
A1.2.1.2	Gefahrgruppe OP Ib .....	31
A1.2.1.3	Gefahrgruppe OP II .....	31
A1.2.1.4	Gefahrgruppe OP III .....	31
A1.2.2	Zu Verkehrswegen .....	31
A1.2.2.1	Gefahrgruppe OP Ia .....	31
A1.2.2.2	Gefahrgruppe OP Ib .....	31
A1.2.2.3	Gefahrgruppe OP II .....	32
A1.2.2.4	Gefahrgruppe OP III .....	32
A1.2.3	Verringerung der Schutzabstände.....	32
A1.2.3.1	Gefahrgruppen OP Ia und OP Ib .....	32
A1.2.3.2	Gefahrgruppe OP II .....	34
A1.2.3.3	Gefahrgruppe OP III .....	35
A1.2.4	Vergrößerung der Schutzabstände .....	35
A1.3	Sicherheitsabstände von Lagern, Betriebsgebäuden und -anlagen mit organischen Peroxiden zu Verwaltungs- und Sozialgebäuden.....	35
A1.3.1	Berechnung der Sicherheitsabstände .....	35
A1.3.1.1	Gefahrgruppe OP Ia .....	35
A1.3.1.2	Gefahrgruppe OP Ib .....	35
A1.3.1.3	Gefahrgruppe OP II .....	36
A1.3.1.4	Gefahrgruppe OP III .....	36
A1.3.2	Verringerung der Sicherheitsabstände .....	36
A1.3.2.1	Gefahrgruppen OP Ia, OP Ib und OP II .....	36
A1.3.2.2	Gefahrgruppe OP III .....	36
A1.3.3	Vergrößerung der Sicherheitsabstände für die Gefahrgruppe OP Ia, OP Ib und OP II .....	36
A1.4	Sicherheitsabstände von Lagern mit organischen Peroxiden zu Lagern mit organischen Peroxiden .....	37
A1.4.1	Berechnung der Sicherheitsabstände .....	37
A1.4.1.1	Gefahrgruppe OP Ia .....	37
A1.4.1.2	Gefahrgruppe OP Ib .....	37
A1.4.1.3	Gefahrgruppe OP II .....	37
A1.4.1.4	Gefahrgruppe OP III .....	37
A1.4.2	Verringerung der Lager/Lager-Abstände.....	37
A1.4.2.1	Gefahrgruppen OP Ia und OP Ib .....	37
A1.4.2.2	Gefahrgruppe OP II und OP III .....	41
A1.4.3	Vergrößerung der Lager/Lager-Abstände .....	41

A1.4.3.1	Gefahrgruppe OP Ia und OP Ib .....	41
A1.4.3.2	Gefahrgruppe OP II und OP III .....	41
A1.5	Sicherheitsabstände von Lagern, Betriebsgebäuden mit organischen Peroxiden zu Betriebsgebäuden mit organischen Peroxiden und sonstigen Betriebsgebäuden oder -anlagen .....	42
A1.5.1	Berechnung der Sicherheitsabstände .....	42
A1.5.1.1	Gefahrgruppe OP Ia .....	42
A1.5.1.2	Gefahrgruppe OP Ib .....	42
A1.5.1.3	Gefahrgruppe OP II .....	42
A1.5.1.4	Gefahrgruppe OP III .....	42
A1.5.2	Verringerung der Sicherheitsabstände .....	42
A1.5.3	Vergrößerung der Sicherheitsabstände .....	45
A1.6	Günstiger-Regel .....	46
A1.7	Sicherheitsbauweise von Produktionsgebäuden .....	46
A1.8	Gefahrgruppe OP Ia, Schutzabstände E in Abhängigkeit von der Menge M für organische Peroxide mit verschiedenen $A_k$ -Werten .....	48
A1.9	Gefahrgruppen OP Ib, OP II und OP III, Schutzabstände E in Abhängigkeit von der Menge M .....	49
A1.10	Tabellen der Sicherheitsabstände .....	50
Anhang 2:	Prüfmethode zur Zuordnung von flüssigen organischen Peroxiden zu Gefahrgruppen .....	52
A2.1	Einleitung .....	52
A2.2	Apparatur und Materialien .....	52
A2.3	Versuchsdurchführung .....	53
A2.4	Versuchsauswertung .....	53
A2.6	Zuordnungskriterien .....	53
Anhang 3:	Prüfmethode zur Zuordnung von festen organischen Peroxiden zu Gefahrgruppen .....	54
Anhang 4:	Brandbekämpfung nach Abschnitt 4.7 .....	55
A4.1	Allgemeines .....	55
A4.2	Bekämpfung von Klein- und Entstehungsbränden .....	55
A4.3	Bekämpfung von Großbränden .....	56

## 1 Anwendungsbereich

(1) Die TRGS 741 gilt für Tätigkeiten mit organischen Peroxiden. Sie erläutert die Gefahrstoffverordnung, insbesondere Anhang III Nummer 2 "Tätigkeiten mit organischen Peroxiden" hinsichtlich der physikalisch-chemischen Gefährdungen durch organische Peroxide.

(2) Abschnitt 4.2.3 Absatz 1 Nummer 1 sowie Abschnitt A1.8 und Abschnitt A1.9 (Regelungen zu Schutzabständen) sind spätestens 5 Jahre nach Inkrafttreten/Bekanntmachung dieser TRGS anzuwenden, sofern sich nicht aufgrund der Gefährdungsbeurteilung eine frühere Anwendung ergibt.

(3) Die TRGS 741 gilt nicht

1. für Tätigkeiten mit Gemischen, die organische Peroxide enthalten, wenn
  - a) das Gemisch nicht mehr als 1,0 % Aktivsauerstoff bei höchstens 1,0 % Wasserstoffperoxid enthält,
  - b) das Gemisch nicht mehr als 0,5 % Aktivsauerstoff bei mehr als 1,0 %, jedoch höchstens 7,0 % Wasserstoffperoxid enthält.
2. für die Aufbewahrung von Peroxidessigsäuren der Gefahrgruppe OP IV sofern sich diese in transportrechtlich zulässigen Verpackungen befinden,
3. für Tätigkeiten mit organischen Peroxiden in Kleinverpackungen
  - a) bis zu 100 g bei festen organischen Peroxiden,
  - b) bis zu 25 ml bei flüssigen organischen Peroxiden,

in einer Gesamtmenge von höchstens 100 kg, sofern diese organischen Peroxide nicht dem Sprengstoffgesetz unterliegen und als handelsfertige Produkte zur Abgabe an Endverbraucher bestimmt sind,

4. für die Lagerung explosionsgefährlicher organischer Peroxide, soweit diese in der Zweiten Verordnung zum Sprengstoffgesetz geregelt ist.

(4) Die von organischen Peroxiden ausgehenden gesundheitlichen Gefährdungen, z.B. ätzend, reizend, toxisch, sensibilisierend, sind ebenfalls nicht Bestandteil dieser TRGS und müssen vom Arbeitgeber gesondert betrachtet werden. Angaben zu den Gesundheitsgefahren und den zutreffenden Schutzmaßnahmen sind den Sicherheitsdatenblättern der Hersteller oder Inverkehrbringer zu entnehmen.

(5) Für die Lagerung organischer Peroxide gelten neben dieser TRGS die TRGS 509, die TRGS 510, die 2. SprengV und die SprengLR 300, die SprengLR 310, die SprengLR 340, die SprengLR 350, die SprengLR 360 und die SprengLR 410.

(6) Die vorliegende TRGS 741 geht aus der DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“ des Fachbereichs „Rohstoffe und Chemische Industrie“ der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) hervor.

## 2 Begriffsbestimmungen

(1) In dieser TRGS sind die Begriffe so verwendet, wie sie im „Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)“ des ABS, ABAS und AGS sowie Anhang III Nummer 2.2 GefStoffV bestimmt sind.

- (2) Abfüllen ist das Überführen aus ortsfesten oder ortsbeweglichen Gefäßen in andere Gefäße oder Behälter.
- (3) Abstellen ist das für den Fortgang der Arbeiten erforderliche Aufbewahren von organischen Peroxiden bis zu 24 Stunden oder bis zum darauffolgenden Werktag in Abstellräumen. Ist dieser Werktag ein Samstag, so endet die Frist mit Ablauf des nächsten Werktages. Dieses kann als Fertig- oder Zwischenerzeugnis in einer vom Betrieb bestimmten Verpackung oder in einer gefahrgutrechtlich zugelassenen und zulässigen Verpackung erfolgen, um entweder dem Bereithalten, dem Versand oder dem Lagern zugeführt zu werden.
- (4) Aktivsauerstoff ist der für Oxidationsreaktionen verfügbare abspaltbare Sauerstoff der Peroxogruppe (pro Peroxogruppe jeweils ein Sauerstoffatom).
- (5) Aufbewahren ist der Oberbegriff für das Abstellen, Bereithalten und Lagern.
- (6) Bearbeiten von organischen Peroxiden ist das Verändern ihrer Beschaffenheit oder ihres Gehaltes mittels physikalischer Methoden.
- (7) Bereithalten ist das kurzzeitige, vorübergehende Aufbewahren für längstens 24 Stunden auch in gefahrgutrechtlich zugelassenen und zulässigen Verpackungen in der für den Fortgang der Arbeit erforderlichen Menge bei oder in der Nähe von Arbeitsplätzen, um abgefüllt, bearbeitet, gefördert, transportiert, verarbeitet oder vernichtet zu werden.
- (8) Betriebsgebäude oder -anlagen sind Gebäude oder Anlagen mit ständigen Arbeitsplätzen, unabhängig davon, ob in ihnen mit organischen Peroxiden gearbeitet wird oder nicht.
- (9) Fördern und Fortleiten ist das innerbetriebliche Befördern mit ortsfesten Einrichtungen.
- (10) Gefahrgruppe gemäß Anhang 3 Nummer 2 GefStoffV ist eine Einteilung von organischen Peroxiden in Abhängigkeit von ihrem Abbrandverhalten im verpackten Zustand. Für die Einteilung in Gefahrgruppen gelten folgende Kriterien:
1. Gefahrgruppe OP I: organische Peroxide dieser Gruppe brennen sehr heftig unter starker Wärmeentwicklung ab; der Brand breitet sich rasch aus; Packungen organischer Peroxide können auch vereinzelt mit geringer Druckwirkung explodieren; dabei kann sich der gesamte Inhalt einer Packung umsetzen; einzelne brennende Packungen können fortgeschleudert werden; die Gefährdung der Umgebung durch Wurfstücke ist gering; Gebäude in der Umgebung sind im Allgemeinen durch Druckwirkung nicht gefährdet; diese Gefahrgruppe wird in die Untergruppen Ia und Ib unterteilt; die Gefahrgruppe OP Ia umfasst die organischen Peroxide mit einem korrigierten Stoffdurchsatz  $A_k$  größer oder gleich 300 Kilogramm/Minute; die Gefahrgruppe OP Ib umfasst die organischen Peroxide mit einem korrigierten Stoffdurchsatz  $A_k$  größer oder gleich 140 Kilogramm/Minute, jedoch kleiner 300 Kilogramm/Minute,
  2. Gefahrgruppe OP II: organische Peroxide dieser Gruppe brennen heftig unter starker Wärmeentwicklung ab; der Brand breitet sich rasch aus; die Packungen organischer Peroxide können auch vereinzelt mit geringer Druckwirkung explodieren; dabei setzt sich jedoch nicht der gesamte Inhalt einer Packung um; die Umgebung ist hauptsächlich durch Flammen und Wärmestrahlung gefährdet; Bauten in der Umgebung sind durch Druckwirkung nicht gefährdet; die Gefahrgruppe OP II umfasst die organischen Peroxide mit einem korrigierten Stoffdurchsatz  $A_k$  größer oder gleich 60 Kilogramm/Minute, jedoch kleiner 140 Kilogramm/Minute,

3. Gefahrgruppe OP III: organische Peroxide dieser Gruppe brennen ab, wobei die Auswirkungen des Brandes denen brennbarer Stoffe vergleichbar sind; die Gefahrgruppe OP III umfasst die organischen Peroxide mit einem korrigierten Stoffdurchsatz  $A_k$  kleiner 60 Kilogramm/Minute,
4. Gefahrgruppe OP IV: organische Peroxide dieser Gruppe sind schwer entzündbar und brennen so langsam ab, dass die Umgebung durch Flammen und Wärmestrahlung praktisch nicht gefährdet ist; die Angabe eines korrigierten Stoffdurchsatzes  $A_k$  ist für diese Gefahrgruppe nicht möglich.

(11) Herstellen organischer Peroxide ist das beabsichtigte Erzeugen organischer Stoffe als End- oder Zwischenprodukt, die die Peroxogruppe enthalten, durch chemische Reaktionen. Zwischenprodukte im Sinne des Satzes 1 liegen nicht vor, wenn organische Peroxide im Verfahrensfluss nur intermediär in ungefährlicher Konzentration entstehen und nicht isolierbar anfallen.

(12) Höchstzulässige Aufbewahrungstemperatur ist diejenige höchste Temperatur des organischen Peroxids, bei der es ohne Gefahr des Eintritts einer selbstbeschleunigenden Zersetzung gelagert werden kann. Sie ergibt sich aus der experimentell unter Berücksichtigung der Verpackungsgröße ermittelten SADT abzüglich eines zur Sicherheit erforderlichen Temperaturbetrages.

(13) Korrigierter Stoffdurchsatz  $A_k$  (angegeben in Kilogramm/Minute) charakterisiert das Abbrandverhalten eines organischen Peroxids in seiner Verpackung bezogen auf eine Menge von 10 000 Kilogramm. Darin sind das Maß der Vollständigkeit und Gleichmäßigkeit des Abbrandes sowie das Wärmestrahlungsvermögen der Flammen berücksichtigt.

(14) Lager im Sinne dieser TRGS sind Gebäude, Bereiche oder Räume in Gebäuden oder Bereiche im Freien, die dazu bestimmt sind, in ihnen organische Peroxide zu lagern. Hierzu zählen auch Container.

(15) Lager im Freien sind auch überdachte Lager, die mindestens nach zwei Seiten offen sind, einschließlich solcher, die nur an einer Seite offen sind, wenn die Tiefe – von der offenen Seite her gemessen – nicht größer als die Höhe der offenen Seite ist. Eine Seite des Raumes gilt auch dann als offen, wenn sie aus einem Gitter aus Draht oder dergleichen besteht, welches die natürliche Lüftung nicht wesentlich behindert.

(16) Lagerbereich ist die zur Lagerung organischer Peroxide festgelegte Fläche innerhalb eines Lagers.

(17) Lagergebäude sind mit dem Boden fest verbundene bauliche Einrichtungen, die einen hinreichenden Schutz des Lagergutes gegen Witterungseinflüsse bieten und ausschließlich der Lagerung und den zum Betrieb des Lagers notwendigen Arbeiten dienen.

(18) Lagerräume sind Räume, in denen organische Peroxide gegebenenfalls zusammen mit anderen Stoffen gelagert werden. Diese Räume können sich in Lagergebäuden oder in anderen Gebäuden befinden.

(19) Lagern ist das Aufbewahren zur späteren Verwendung sowie zur Abgabe an Andere. Es schließt die Bereitstellung zur Beförderung ein, wenn die Beförderung nicht binnen 24 Stunden nach der Bereitstellung oder am darauffolgenden Werktag erfolgt. Ist dieser Werktag ein Samstag, so endet die Frist mit Ablauf des nächsten Werktages (§ 2 Absatz 6 GefStoffV). Es schließt auch das Bereithalten von Gefahrstoffen in größeren Mengen, als für den Produktions-

und Arbeitsgang angemessen ein; von einer angemessenen Menge kann ausgegangen werden, wenn der Tages-/Schichtbedarf nicht überschritten wird oder, wenn er nur überschritten wird, weil die nächstgrößere handelsübliche Gebindegröße verwendet wird.

(20) Mindestabstand ist der für die jeweils beschriebene Fallkonstellation kleinste mögliche Abstand, der mindestens einzuhalten ist, auch wenn unter Umständen bei Anwendung der entsprechenden Formeln zu Berechnung von Sicherheits- und Schutzabständen die berechneten Abstände unter 10 Metern liegen.

(21) Organische Peroxide sind organische Stoffe, die das bivalente O-O-Strukturelement enthalten und die als Derivate des Wasserstoffperoxids, in welchem ein Wasserstoffatom oder beide Wasserstoffatome durch organische Radikale ersetzt sind, angesehen werden können.

(22) SADT (Self Accelerating Decomposition Temperature) ist die exothermen Zersetzungstemperatur mit Selbstbeschleunigung der Zersetzung des organischen Peroxids unter Wärmestau und ist nach den im UN-Prüfhandbuch (Testserie H) beschriebenen Verfahren zu bestimmen.

(23) Schutzabstände sind die zwischen gefährlichen Objekten und der Nachbarschaft, insbesondere Wohnbereichen und Verkehrswegen, einzuhaltenden Abstände.

(24) Sicherheitsabstände sind die innerhalb eines Betriebsgeländes einzuhaltenden Abstände.

(25) Sicherheitsbauweise ist die Bauweise, die Beschäftigte und Dritte durch ausreichend widerstandsfähige Wände/ Decken und ausreichend dimensionierte Druckentlastungsflächen gegen die zu erwartenden Gefahren schützt.

(26) Transportieren ist das innerbetriebliche Befördern, das kein Fördern oder Fortleiten ist.

(27) Verarbeiten ist das Verwenden von organischen Peroxiden zum Herstellen oder Behandeln anderer Stoffe, wenn die organischen Peroxide dabei chemisch umgesetzt werden.

(28) Vernichten ist das Umwandeln in andere Stoffe mittels geeigneter Maßnahmen zum Zwecke der Beseitigung.

(29) Widerstandsfähige Wände / Decken sind Wände und Decken, die bei einer unbeabsichtigten Umsetzung organischer Peroxide im Raum nicht zerstört werden und Beschäftigte und Dritte gegen die zu erwartenden Gefahren (z.B. Feuer, Druck oder Wurfstücke) schützen.

(30) Wirkungsrichtung ist die bei der Bemessung der Sicherheitsabstände von Gebäuden und Freianlagen, in denen mit organischen Peroxiden gearbeitet wird, zu anderen Gebäuden sowie Freianlagen jeweils betrachtete Bezugsrichtung.

(31) Zusammenlagern im Sinne dieser TRGS ist das gemeinsame Lagern verschiedener organischer Peroxide miteinander oder mit anderen Stoffen oder Materialien innerhalb desselben Lagerbereiches oder in verschiedenen, jedoch voneinander unzureichend getrennten Lagerbereichen oder Bereichen der Lagerung anderer Materialien.

### **3 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung**

#### **3.1 Allgemeines**

(1) Der Arbeitgeber darf eine Tätigkeit mit Gefahrstoffen erst aufnehmen lassen, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen wurden.

- (2) Die Gefährdungsbeurteilung darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Verfügt der Arbeitgeber nicht selbst über die entsprechenden Kenntnisse, so hat er sich fachkundig beraten zu lassen.
- (3) Grundlegende Anforderungen zur Fachkunde für die Erstellung der Gefährdungsbeurteilung sind in der TRGS 400 beschrieben.
- (4) Darüber hinaus sind z.B. folgende besondere Kenntnisse erforderlich:
1. Einstufung von organischen Peroxiden gemäß CLP-Verordnung,
  2. Zuordnung von organischen Peroxiden zu Gefahrgruppen,
  3. Besondere Eigenschaften, z.B. thermische Instabilität, unkontrollierte Zersetzung, Selbstentzündungsfähigkeit, Brandverhalten oder Detonationsfähigkeit organischer Peroxide,
  4. Explosionsschutz im Sinne der TRGS der 720er Reihe,
  5. Zugehöriges sicherheitstechnisches Regelwerk, z.B. DGUV-Information 213-069 und 213-096.
- (5) Welche Maßnahmen im konkreten Einzelfall zu treffen sind, ist abhängig vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung nach TRGS 400 oder sonstigen stoff- oder tätigkeitsspezifischen TRGS, insbesondere der TRGS 500 und dieser TRGS.

### **3.2 Inhärente Brand- und Explosionsgefahren organischer Peroxide**

- (1) Die Beurteilung der Brand- und Explosionsgefahren organischer Peroxide erfolgt auf der Grundlage der durchzuführenden Gefahrgruppenzuordnung. Die Zuordnung organischer Peroxide erfolgt gemäß Anhang III Nummer 2.3 der Gefahrstoffverordnung durch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Die BAM führt eine Liste der bereits vorgenommenen Gefahrgruppenzuordnungen und veröffentlicht diese auf ihrer Homepage. Gegen Kostenerstattung kann diese Liste auch bei der BAM angefordert werden. Die Liste der zugeordneten Gefahrgruppen wird durch die BAM aktualisiert.
- (2) Die Gefahrgruppenzuordnungen nach Absatz 1 gelten nur in Verbindung mit den dort genannten Verpackungsmethoden und für Großpackmittel, sie gelten nicht für Verpackungen aus Metall. Großpackmittel (IBC) aus Metall oder mit vollwandigem Metallgehäuse müssen über ausreichende dimensionierte Druckentlastungseinrichtungen und über eine gefahrgutrechtliche Zulassung verfügen.
- (3) Ergibt die Prüfung, dass die Gefahrgruppenzuordnung nach Absatz 1 nicht zutreffend ist, müssen die Beurteilung der Gefährdung sowie die Festlegung der erforderlichen Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung
1. der Eigenschaften und sicherheitstechnischen Kenndaten der organischen Peroxide, und
  2. der mechanischen, elektrostatischen, thermischen, werkstoffseitigen und sonstigen Beanspruchungen, denen die organischen Peroxide bei der Herstellung und Verwendung ausgesetzt sein können unter besonderer Berücksichtigung einer möglichen Verdämmung erfolgen.

Hierbei ist zu beachten, dass sowohl beim Herstellen als auch beim Be- oder Verarbeiten eines organischen Peroxids verschiedene Betriebszustände durchlaufen werden. Ein Wechsel eines Betriebszustandes tritt insbesondere dann ein, wenn sich die Art oder die Konzentration des

organischen Peroxids in der Reaktionsmischung, der Aggregatzustand, die Temperatur, Produktmenge oder die apparativen Bedingungen durch die verfahrenstechnischen Schritte ändern.

(4) Wird beabsichtigt, organische Peroxide in Stahlfässer (Codierung 1A2 oder 1A1) gemäß den Bestimmungen der Gefahrgutvorschriften einzusetzen, so ist für die jeweilige Kombination von Produkt und Verpackung die Gefahrgruppe von der BAM zu bestimmen.

(5) Bestehen hinsichtlich der Zuordnung zu einer Gefahrgruppe Zweifel, so entscheidet die BAM.

(6) Für Tanks ist eine Einzelbetrachtung notwendig.

(7) Für die Beurteilung der Brand- und Explosionsgefahren sind die festgelegten Gefahrgruppen, die eingesetzten Massen der organischen Peroxide sowie die räumlichen und baulichen Gegebenheiten zu berücksichtigen.

(8) Der Arbeitgeber hat bei der Beurteilung der organischen Peroxide und ihrer Zwischenprodukte beim Herstellen und Verwenden zu prüfen, ob deren Gefährlichkeit einer Gefahrgruppenzuordnung nach Absatz 1 entspricht. Von den verschiedenen Betriebszuständen können unterschiedliche Gefährdungen verursacht werden. Hieraus ergibt sich, dass die Zwischenprodukte in den jeweiligen Betriebszuständen oft nicht durch die Gefahrgruppe des jeweiligen organischen Peroxids in seiner Verpackung charakterisiert werden.

(9) Zur Prüfung der Zwischenprodukte auf explosive Eigenschaften und thermische Stabilität sind die Verfahren zu verwenden, die in den „Manual of Tests and Criteria“, (Handbuch Prüfungen und Kriterien) der Vereinten Nationen veröffentlicht sind. Sie sind entsprechend der CLP-Verordnung zu kennzeichnen.

### **3.3 Gefahrgruppenzuordnung**

(1) Die Feststellung der Gefahrgruppe (OP I bis OP III) erfolgt grundsätzlich nach dem in der Sprengstofflager-Richtlinie SprengLR 011 beschriebenen Verfahren.

(2) Abweichend hiervon können bei flüssigen organischen Peroxiden die Gefahrgruppen nach der Prüfmethode in Anhang 2 dieser TRGS und eingeschränkt für feste organische Peroxide nach Anhang 3 dieser TRGS ermittelt werden. Sofern keine eindeutige Gefahrgruppenzuordnung möglich ist, ist die Prüfmethode gemäß Absatz 1 anzuwenden.

### **3.4 Tätigkeitsbedingte Brand- und Explosionsgefahren**

Die Bildung gefährlicher, explosionsfähiger Gemische ist entsprechend der einschlägigen Regeln TRGS 720, 721, 722, 723, 724, 725 und 727 zu ermitteln und Schutzmaßnahmen festzulegen. Soweit in der Gefährdungsbeurteilung Maßnahmen zur Lüftung festgelegt sind, muss der Arbeitgeber festlegen, ob und mit welcher Zuverlässigkeit die Funktion der Lüftung zu überwachen ist. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind die explosionsgefährdeten Bereiche festzulegen, für die nach Abschnitt 4.5 weitere Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung erforderlich sind. Für die Vermeidung von Zündquellen sind die Anforderungen nach TRGS 723 und TRGS 727 zu berücksichtigen.

## **4 Schutzmaßnahmen**

### **4.1 Grundlegende Anforderungen**

Die Umsetzung der grundlegenden Schutzmaßnahmen der TRGS 500 stellt die Basis eines wirksamen Arbeits- und Gesundheitsschutzes dar. Die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen ergänzen und konkretisieren diese.

### **4.2 Bauliche Anforderungen**

#### **4.2.1 Anforderungen an Produktionsgebäude und -räume**

- (1) Gebäude und Räume zum Herstellen, Bearbeiten, Verarbeiten, Abfüllen oder Vernichten organischer Peroxide (Produktionsgebäude/-räume) müssen in Sicherheitsbauweise (gemäß Anhang 1 Abschnitt A1.7) mit ausreichend widerstandsfähigen Decken und Wänden und ausreichend bemessenen Druckentlastungsflächen errichtet sein, wenn die Beschäftigten oder Dritte durch eintretende Zersetzungen gefährdet werden können.
- (2) Druckentlastungsflächen müssen aus leichten Baustoffen (z.B. Kunststofffolien, Leichtbauplatten, Leichtbetonsteine, Leichtbeton, Holz) bestehen. Ihre Widerstandsfähigkeit muss wesentlich geringer sein als die der übrigen Bauteile. Die Art des Baustoffes ist bei der Beurteilung der Wirkung in Druckentlastungsrichtung zu berücksichtigen.
- (3) Gebäude, in denen mit organischen Peroxiden gearbeitet wird, müssen aus nicht brennbaren Baustoffen (mindestens Baustoffklasse A nach DIN 4102, Teil 1 bzw. „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.
- (4) Dachdeckungen müssen ausreichenden Schutz gegen Flugfeuer und strahlende Wärme bieten und damit der DIN 4102-7 entsprechen. Diese müssen mindestens schwer entflammbar sein und damit mindestens der Baustoffklasse B 1 nach DIN 4102, Teil 1 bzw. nach DIN EN 13501-1 entsprechen.
- (5) In widerstandsfähigen Wänden zwischen Produktions- und Bedienräumen dürfen Türen, Sichtfenster und erforderliche Verbindungseinrichtungen z.B. Rohrleitungen, Kabel, Steuerleitungen vorhanden sein.
- (6) Die Türen und Sichtfenster nach Absatz 5 müssen den gleichen zu erwartenden Beanspruchungen standhalten wie die widerstandsfähigen Wände, in denen sie sich befinden.
- (7) Verbindungseinrichtungen in widerstandsfähigen Wänden müssen den zu erwartenden Beanspruchungen widerstehen. Beispielsweise müssen Rohrleitungen, Kabel, Steuerleitungen so gestaltet und verlegt sein, dass bei einer Druck- oder Flammeneinwirkung keine Gefährdung von Beschäftigten im Bedienungsraum eintreten kann.
- (8) Messwarten sind so zu errichten und zu gestalten, dass keine Gefährdung der darin tätigen Beschäftigten zu erwarten ist.
- (9) In Fußböden dürfen sich keine Kanalöffnungen befinden. Abweichend von Satz 1 dürfen Kanalöffnungen vorhanden sein, wenn sichergestellt ist, dass sich dort keine gefährlichen Stoffe, insbesondere keine organischen Peroxide, ablagern können was z.B. durch Verlegung mit ausreichendem Gefälle oder regelmäßigem Spülen sichergestellt werden kann. Die Regelungen der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) bleiben davon unberührt.

(10) Fenster von Gebäuden, in denen mit organischen Peroxiden gearbeitet wird, müssen mit Blendschutz ausgerüstet sein, wenn durch Sonneneinstrahlung eine zusätzliche Gefahr besteht.

(11) In Räumen für Tätigkeiten mit organischen Peroxiden, die gemäß Anhang 1 Abschnitt A1.7 in Sicherheitsbauweise errichtet werden müssen, dürfen nur die für diese Tätigkeiten erforderlichen Anlagen und Anlagenteile sowie die erforderlichen Zusatzeinrichtungen z.B. Raumheizung, Lüftung, Beleuchtung installiert sein.

#### 4.2.2 Anforderungen an Lager

(1) Gebäude für das Lagern organischer Peroxide der Gefahrgruppe OP I bis OP III müssen in eingeschossiger Bauweise errichtet sein.

(2) Lagerräume dürfen auch in anderen ein- oder mehrgeschossigen Gebäuden eingerichtet werden, wenn hierdurch keine Erhöhung der Gefährdung für Beschäftigte verursacht wird. In diesem Fall müssen die Lagerräume einschließlich der Zugangstüren, die nicht direkt ins Freie führen, in feuerbeständiger Bauweise errichtet sein und aus unbrennbaren Baustoffen bestehen. Mindestens eine Tür des Lagerraumes muss entweder unmittelbar ins Freie oder in Flure oder Treppenträume führen, die Rettungswege im Sinne des Bauordnungsrechts der Länder sind. Türen zu Fluren oder Treppenträumen gelten nicht als Druckentlastungsflächen.

(3) Bei nebeneinanderliegenden Räumen sind die Wände, bei übereinanderliegenden Räumen auch Böden oder Decken in der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 zu errichten, so dass zwischen diesen Räumen Sicherheitsabstände nach Anhang 1 nicht erforderlich sind.

(4) Bei übereinanderliegenden Räumen ist die Außenwand oberhalb von Druckentlastungsflächen in der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 zu errichten.

(5) Lagerräume in Gebäuden müssen so gelegen sein, dass die Fluchtmöglichkeit aus anderen Räumen nicht eingeschränkt werden kann. Fluchtwege dürfen nicht auf Druckentlastungsflächen führen.

(6) 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.

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

(8) Für die Bemessung der erforderlichen gesamten Druckentlastungsflächen sind folgende Richtwerte anzuwenden:

1. 1,0 m<sup>2</sup>/1 000 kg organische Peroxide der Gefahrgruppe OP Ia,

2. 0,5 m<sup>2</sup>/1 000 kg organische Peroxide der Gefahrgruppe OP Ib,
3. 0,25 m<sup>2</sup>/1 000 kg organische Peroxide der Gefahrgruppe OP II.

Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Belegungsdichte 200 kg organische Peroxide je m<sup>3</sup>, bezogen auf den Gesamtlagerraum, nicht überschreitet. Ist die Belegungsdichte größer als 200 kg organische Peroxide je m<sup>3</sup> Lagerraum, so sind die angegebenen Richtwerte für die Druckentlastungsfläche entsprechend (proportional) zu erhöhen.

(9) Lager im Freien müssen den Packstücken oder sonstigen Behältnissen ausreichenden Schutz vor Witterungseinflüssen z.B. starke Sonneneinstrahlung oder Regen, die zu einer Gefahrrhöhung führen können, bieten.

(10) Lager im Freien sind vor unberechtigtem Zugriff zu sichern.

(11) Für das Abstellen organischer Peroxide in einer gefahrgutrechtlich zugelassenen und zulässigen Verpackung oder in einer vergleichbaren vom Betrieb bestimmten Verpackung müssen Abstellräume in mindestens feuerhemmender Bauweise, die ausreichend druckentlastbar sind, vorhanden sein

1. für die Gefahrgruppen OP II und OP III bei einer Menge von über 60 kg bis 600 kg,
2. für die Gefahrgruppe OP Ib bei einer Menge von 30 kg bis 250 kg,
3. für Gefahrgruppe OP Ia bei einer Menge bis zu 100 kg.

#### 4.2.3 Schutz- und Sicherheitsabstände

(1) Gebäude und Freianlagen, in denen mit organischen Peroxiden gearbeitet wird, müssen in Abhängigkeit von der Gefahrgruppe und der Menge der organischen Peroxide sowie von der Lage, Anordnung und Bauart der Gebäude und Anlagen

1. Schutzabstände entsprechend Anhang 1,
2. sowie Sicherheitsabstände entsprechend Anhang 1 aufweisen, unabhängig davon, ob in ihnen mit organischen Peroxiden gearbeitet wird oder nicht (z.B. wenn sie ständige Arbeitsplätze enthalten, zur Gefahrenerhöhung beitragen bzw. das Gebäude mit organischen Peroxiden unzulässig gefährden).

(2) Für organische Peroxide

1. der Gefahrgruppe OP Ia bis zu 100 kg und
2. der Gefahrgruppen OP Ib, OP II und OP III bis insgesamt 200 kg

sind keine Schutz- und Sicherheitsabstände erforderlich; siehe hierzu Anhang 1. Es muss jedoch sichergestellt sein, dass eine Wirkung nicht nach außen oder nur in ungefährlicher Richtung auftreten kann.

(3) Sind die an einem Ort verwendeten organische Peroxide durch bauliche Maßnahmen in Teilmengen unterteilt und ist durch diese Unterteilung ein gleichzeitiger Abbrand anderer Teilmengen ausgeschlossen, so ist für die Ermittlung der Schutz- und Sicherheitsabstände die Teilmenge zugrunde zu legen, die den größten Abstand erfordert.

(4) Um die Auswirkungen bei Tätigkeiten mit größeren Mengen im Schadensfall möglichst gering zu halten, empfiehlt sich eine Unterteilung der gesamten Menge in Teilmengen, z.B. durch Zwischenwände. Für organische Peroxide der Gefahrgruppen OP I und OP II führt eine derartige Unterteilung zu einer Verringerung der Schutz- und Sicherheitsabstände.

(5) Ein gleichzeitiger Abbrand von Teilmengen ist ausgeschlossen, wenn die Lager oder Betriebsgebäude mit öffnungslosen Zwischenwänden ausgestattet sind, die eine Brandübertragung von Raum (Teilmenge) zu Raum (Teilmenge) verhindern. Dies gilt als erfüllt, wenn die Zwischenwände

1. mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen,
2. um mindestens 0,5 m seitlich vorgezogen sind, wenn sie an Entlastungsflächen anschließen, oder wenn der Stoff in einem Abstand von mindestens 0,5 m von den Entlastungsflächen zum Rauminnern aufbewahrt wird,
3. um mindestens 0,5 m über Dach gezogen sind, wenn das Dach als Entlastungsfläche dient. Dies ist nicht erforderlich, wenn das öffnungslose Dach oder eine vorhandene öffnungslose Decke in mindestens feuerhemmender Bauweise ausgeführt ist, oder wenn im Dach oder in der Decke vorhandene Öffnungen durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsfähigkeit verschlossen sind.

Ist außer mit einer Brandwirkung auch mit einer Druckwirkung zu rechnen, müssen die Zwischenwände so errichtet sein, dass sie auch der Druckwirkung widerstehen.

(6) Werden organische Peroxide mehrerer Gefahrgruppen zusammengelagert oder verwendet, so ist die Gesamtmenge der organischen Peroxide aller Gefahrgruppen maßgebend. Für die Ermittlung der Schutz- und Sicherheitsabstände ist diejenige Gefahrgruppe zugrunde zu legen, die den größten Abstand zu den gefährdeten Objekten erfordert. Mengen der Gefahrgruppe OP III bleiben hierbei unberücksichtigt, es sei denn, dass eine wesentliche Gefahrenerhöhung eintreten kann. Organische Peroxide der Gefahrgruppe OP III führen bei der Zusammenlagerung mit organischen Peroxiden der Gefahrgruppen OP I oder OP II in der Regel nicht zu einer wesentlichen Gefahrenerhöhung. Ausnahmen von dieser Regelung sind im Einzelfall möglich, sofern die Masse der Gefahrgruppe, die den größten Abstand fordert,  $\leq 10\%$  ist und eine gutachtliche Stellungnahme der BAM vorliegt. Organische Peroxide der Gefahrgruppe OP IV bleiben unberücksichtigt.

(7) Von Gebäuden, in denen nur Tätigkeiten mit organischen Peroxiden der Gefahrgruppe OP IV durchgeführt werden, sind keine Schutz- oder Sicherheitsabstände erforderlich.

(8) Werden die in Anhang 1 genannten besonderen Schutzmaßnahmen getroffen, kann der Schutz- bzw. Sicherheitsabstand in der geschützten Wirkungsrichtung verringert werden oder ganz entfallen.

(9) Ist in einer Richtung mit einer erhöhten Wirkung z.B. vor Wänden mit ungeschützten Öffnungen, vor Druckentlastungsflächen sowie Freianlagen zu rechnen, ist der Schutz- bzw. Sicherheitsabstand in dieser Richtung gemäß Anhang 1 Abschnitt A1.2.4, A1.3.3, A1.4.3 und A1.5.3 zu vergrößern.

(10) Vor Druckentlastungsflächen von Lagern oder von Gebäuden oder Räumen zum Herstellen, Bearbeiten, Verarbeiten, Abfüllen oder Vernichten von organischen Peroxiden der Gefahrgruppen OP I oder OP II 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 Verkehrswege innerhalb dieses Gefahrenbereiches sind durch Anbringen von Verbotsschildern für den allgemeinen Werksverkehr zu sperren.

(11) Ist mit der Bildung von Wurfstücken oder mit einer gefährlichen Druckwirkung zu rechnen, sind die Gefahrbereiche nach Absatz 1 angemessen zu vergrößern. Im Regelfall kann eine Verdopplung des Gefahrbereiches in anzunehmender Wirkungsrichtung als angemessen betrachtet werden. Im Zweifelsfall ist die gutachtliche Stellungnahme einer anerkannten Prüfstelle, z.B. der BAM, einzuholen. Dies ist nicht erforderlich, wenn in Wirkungsrichtung geeignete Schutzmaßnahmen getroffen sind. Geeignete Schutzmaßnahmen können z.B. das Errichten einer Schutzwand oder eines Walles sein.

(12) Wird durch die Art der Tätigkeiten mit organischen Peroxiden eine Erhöhung der Gefahr z.B. durch Einschluss des organischen Peroxids herbeigeführt, sind weitere Maßnahmen baulicher oder betrieblicher Art zu treffen, gegebenenfalls ist eine Erhöhung des Schutz- und / oder Sicherheitsabstandes entsprechend einer höheren Gefahrgruppe erforderlich.

(13) Wird durch die Art der Tätigkeiten mit organischen Peroxiden eine Verminderung der Gefahr z.B. durch Verwendung einer anderen Zubereitung oder einer anderen Verpackung herbeigeführt, können erleichternde Bedingungen z.B. Verringerung des erforderlichen Schutz- bzw. Sicherheitsabstandes entsprechend einer niedrigeren Gefahrgruppe angewendet werden.

(14) Gegenüber gefährdeten, innerbetrieblichen Gebäuden, Räumen, Anlagen und Anlagenteilen z.B. Lager für andere Gefahrstoffe sowie Anlagenteile, die für die sichere Funktionserhaltung des Betriebes notwendig sind, wie Steuerluft-, Energie und Wasserversorgungseinrichtungen, in denen sich keine ständigen Arbeitsplätze befinden, ist ein Mindestabstand von 10 m einzuhalten.

(15) Es ist kein Abstand gemäß Absatz 1 erforderlich, wenn keine Gefahrerhöhung gegeben ist. Keine Gefahrerhöhung ist z.B. bei Gebäuden, in denen sich kleine Mengen ungefährlicher Roh- und Hilfsstoffe oder kleinere Energieversorgungsanlagen befinden, soweit von diesen die Betriebssicherheit nicht betroffen ist.

(16) Werden andere Schutzmaßnahmen getroffen, sind auch Verringerungen des Mindestabstandes möglich.

(17) Lager im Freien und Bauwerke, in denen mit organischen Peroxiden gearbeitet wird, sind vor direkter Einwirkung von Flammen, Funken und Wärmeeinstrahlung zu schützen.

(18) Für Tätigkeiten mit organischen Peroxiden in ortsfesten Freianlagen einschließlich der Lagerung in Tanks oder Silos hat der Betreiber auf Verlangen der zuständigen Behörde und auf seine Kosten ein Gutachten der BAM vorzulegen. Dieses Gutachten soll insbesondere Vorschläge über besondere Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung gefährlicher Betriebszustände und über die Schutz- und Sicherheitsabstände enthalten. Ein Gutachten ist nicht erforderlich für solche Teile von Freianlagen, in denen organische Peroxide nur als Hilfsstoffe z.B. als Initiatoren bei der Polymerisation chemisch umgesetzt werden.

### **4.3 Technische Schutzmaßnahmen**

#### **4.3.1 Allgemeine Maßnahmen**

(1) Gebäude, in denen mit organischen Peroxiden gearbeitet wird, müssen mit einer geeigneten Blitzschutzanlage ausgerüstet sein. Dies ist nicht erforderlich für organische Peroxide der Gefahrgruppe OP IV und bei organischen Peroxiden der Gefahrgruppe OP I, OP II und OP III in Mengen von weniger als 500 kg.

- (2) In Gebäuden und Anlagen, in denen Tätigkeiten mit organischen Peroxiden durchgeführt werden, müssen Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen getroffen sein, wenn durch solche Zündquellen die organischen Peroxide selbst oder ihre Gemische mit Luft entzündet werden können.
- (3) Fußböden müssen erforderlichenfalls gemäß den Bestimmungen der TRGS 727 elektrostatisch leitfähig und geerdet sein sowie eine dichte, ebene und trittsichere Oberfläche haben und sich leicht reinigen lassen.
- (4) Raumheizungen müssen so konstruiert, gestaltet und angeordnet sein, dass von ihnen keine gefährlichen Zersetzungen organischer Peroxide ausgelöst werden können. Zulässig sind Warmwasserheizungen, Dampfheizungen, Warmluftheizungen und elektrische Heizungen. Nicht zulässig sind Heizungen mit freiliegenden glühenden Teilen sowie Gas- und Ölbrenner. Die Auslösung gefährlicher Zersetzungen kann z.B. vermieden werden, wenn,
1. die Oberflächentemperatur der Heizkörper bzw. die Zuluft der Warmluftheizung 60 °C nicht übersteigt und dies regelungstechnisch überwacht wird,
  2. die Anordnung der Heizkörper und Heizleitungen derart ist, dass eine Berührung mit dem Lagergut ausgeschlossen ist,
  3. sich Vorrichtungen an Heizkörpern und Heizleitungen zur Abstandshaltung befinden.
- (5) Die Heizkörper müssen eine glatte Oberfläche haben und regelmäßig gereinigt werden.
- (6) Räume, in denen organische Peroxide mit einer höchstzulässigen Aufbewahrungstemperatur unter + 20 °C gelagert werden, müssen so errichtet und ausgerüstet sein, dass während der Lagerzeit eine dauernde Kühllhaltung sichergestellt und die Unterschreitung der höchstzulässigen Aufbewahrungstemperatur überwacht und bei Überschreitung durch geeignete Warneinrichtungen darauf hingewiesen wird.
- (7) Kann auch durch Kühlung auf zu niedrige Temperaturen eine Gefährdung infolge von Entmischung oder Kristallisation eintreten, müssen die Überwachungseinrichtungen auch geeignet sein, die Unterschreitung einer unteren Temperaturgrenze zu verhindern.
- (8) Bei Ausfall der Kühleinrichtung müssen Ersatzmaßnahmen (z.B. Ersatzstromversorgung, Kühlung mit geeigneten Kühlmitteln, Bereitstellen von Ersatzkühltruhen) getroffen werden.
- (9) Zur Vermeidung einer unzulässigen Verdämmung oder eines Druckaufbaues bei Zersetzung der organischen Peroxide dürfen Kühltruhen nicht mit arretierenden Verschlüssen versehen sein.
- (10) Räume, in denen organische Peroxide mit einer höchstzulässigen Aufbewahrungstemperatur von + 20 °C und darüber gelagert werden, bedürfen keiner zusätzlichen Kühlung, wenn durch geeignete Maßnahmen gewährleistet ist, dass während der Lagerung die höchstzulässige Aufbewahrungstemperatur zu keiner Zeit überschritten wird.
- (11) Anlagen müssen so errichtet sein, dass durch sie keine gefährlichen Reaktionen der organischen Peroxide wie unkontrollierte Zersetzungen, Brände und Explosionen z.B. durch Wärme, Schlag, Funken und Reibung ausgelöst werden.
- (12) Für Tätigkeiten mit organischen Peroxiden, insbesondere für Anlagen und Anlagenteile zur Herstellung und Bearbeitung organischer Peroxide, dürfen nur Werkstoffe verwendet werden, die gegenüber den Rohstoffen, der Reaktionsmischung, den Hilfsstoffen, wie auch den organischen Peroxiden selbst und den verfahrensbedingt zu erwartenden thermischen Bean-

spruchungen hinreichend beständig und mit ihnen verträglich sind. Dies gilt auch für die verwendeten Werkzeuge. Geeignete Werkstoffe sind solche, die unter Berücksichtigung der Kontaktdauer keine katalytisch wirkenden Korrosionsprodukte bilden.

(13) Prozessgesteuerte Anlagen, in denen Tätigkeiten mit organischen Peroxiden durchgeführt werden und prozessgesteuerte Lager sind mit der erforderlichen Prozessleittechnik (PLT) auszurüsten. Bewährte Möglichkeit zur Umsetzung von Anforderungen z.B. der 12. BImSchV an PLT-Sicherheitseinrichtungen ist die auf IEC 61511 bzw. IEC 61508 basierende Richtlinie VDI/VDE 2180. Zu betrachten sind z.B.

1. die Definition einer Sollfunktion,
2. die zu Grunde liegende Risikobeurteilung,
3. die Spezifikation der PLT-Sicherheitseinrichtung,
4. der Entwurf und die Planung, Montage, Prüfungen vor Inbetriebnahme,
5. der bestimmungsgemäße Betrieb bzw. nicht bestimmungsgemäße Betrieb,
6. die Instandhaltung und Änderungen,
7. die Außerbetriebnahme der PLT-Sicherheitseinrichtung.

Soweit möglich sind logische Verriegelungs- und Prozesstechniken vorzusehen, die die beabsichtigte Reaktionsführung gewährleisten.

(14) Anlagen, in denen Tätigkeiten mit organischen Peroxiden durchgeführt werden, sind zusätzlich mit Einrichtungen (z.B. Schnellschlussventile, Schnellentleerungseinrichtungen) zu versehen, die bei einer Betriebsstörung Schadwirkungen so gering wie möglich halten und eine Gefährdung der Beschäftigten verhindern.

(15) In der Nähe von Reaktionsgefäßen dürfen in Richtung auf die Druckentlastungsflächen keine Anlagen, Anlagenteile oder Einrichtungen vorhanden sein, die im Falle einer gefährlichen Zersetzung eine Gefährdung Beschäftigter verursachen können. Im Falle einer gefährlichen Zersetzung mit eventuellem Druckaufbau sollen vor allem keine schweren Wurfstücke fortgeschleudert werden, die Beschäftigte gefährden können.

(16) Für die Funktionssicherheit notwendige Rohr-, Kabel- und Steuerleitungen sind so zu verlegen, dass diese gegen die Brandeinwirkung angrenzender Bereiche geschützt sind.

#### 4.3.2 Zusätzliche Maßnahmen

(1) Flüssige, organische Peroxide müssen so gelagert sein, dass auslaufende Mengen aufgefangen, erkannt sowie beseitigt werden können. Das Fassungsvermögen von Auffangräumen muss so bemessen sein, dass sich das Lagergut nicht über die Auffangräume hinaus ausbreiten kann.

(2) Das Rückhaltevolumen von Rückhalteeinrichtungen ist so zu bemessen, dass sich das Lagergut im Gefahrenfall nicht über die Rückhalteeinrichtung hinaus ausbreiten kann. Dies ist erfüllt, wenn

1. bei der Lagerung ortsbeweglicher Gebinde das Rückhaltevolumen mindestens den in der AwSV angegebenen Werten in Abhängigkeit vom zulässigen Gesamtlagervolumen (maßgebendes Volumen der Anlage in m<sup>3</sup>) entspricht – siehe Tabelle 1:

**Tabelle 1:** Rückhaltevolumen in Abhängigkeit vom Gesamtlagervolumen

Gesamtlagervolumen (maßgebendes Volumen in m <sup>3</sup> )	Rückhaltevolumen
<= 100	10 % des Gesamtlagervolumens, mindestens jedoch der Rauminhalt des größten Behältnisses
> 100 <= 1000	3 % des Gesamtlagervolumens, mindestens jedoch 10 m <sup>3</sup>
> 1000	2 % des Gesamtlagervolumens, mindestens jedoch 30 m <sup>3</sup>

2. bei der Lagerung in ortsfesten Tanks mindestens der Inhalt des größten Tanks aufgenommen werden kann.

(3) Werden organische Peroxide gelagert, die mit Wasser nicht mischbar und spezifisch leichter als Wasser sind, müssen die Auffangräume mit geeigneten Einrichtungen zur Abscheidung von Wasser versehen sein. Diese Einrichtungen müssen absperrbar sein, sofern durch sie Wasser selbsttätig ablaufen kann. Die Einrichtungen müssen auch im Brandfalle funktionsfähig und von geschützter Stelle bedienbar sein.

(4) Das beim Befüllen von Tanks mit flüssigen organischen Peroxiden verdrängte Dampf/Luft-Gemisch muss so abgeleitet werden, dass Gefahren für Beschäftigte nicht entstehen können. Die Dampf/Luft-Gemische müssen deshalb entweder gefahrlos abgeleitet oder in einen anderen Tank, z.B. Transporttank, aus dem abgefüllt wird, zurückgeführt werden (Gaspendelverfahren).

(5) Anlagen und Anlagenteile müssen so beschaffen und ausgerüstet sein, dass auch im Gefahrenfall die Betriebssicherheit gewährleistet und ein unkontrollierter Austritt organischer Peroxide z.B. durch Bersten der Behälter vermieden wird. Dies kann sichergestellt werden, wenn

1. eine Verdämmung, z.B. durch Einsatz offener Behälter, vermieden wird,
2. die eingesetzten Ablass- oder Flutungseinrichtungen, so dimensioniert sind, dass hierdurch gefährliche Reaktionsabläufe vermieden werden können,
3. geeignete Mess-, Regel- Warn- und Schutzeinrichtungen erforderlichenfalls in redundanter oder diversitärer Ausführung eingesetzt werden, so dass gefährliche Reaktionsabläufe rechtzeitig erkannt und vermieden werden können (siehe auch DIN EN 61511 Teile 1 bis 3 und VDI/VDE 2180 Blatt 1 bis 3),
4. geeignete Druckentlastungseinrichtungen mit Druckableitung in ungefährliche Richtung eingesetzt werden,
5. die Anlagen und Anlagenteile in druck- oder druckstoßfester Bauweise errichtet werden.

(6) Ist aus verfahrensbedingten Gründen eine Freisetzung organischer Peroxide nicht auszuschließen, muss durch geeignete Lüftungsmaßnahmen, z.B. Punktabsaugung, eine Gefährdung der Beschäftigten ausgeschlossen werden.

(7) Anlagen und Anlagenteile müssen so beschaffen und angeordnet sein, dass sie vollständig und gefahrlos entleert werden können.

(8) Einrichtungen zum Fördern, Fortleiten oder Abfüllen organischer Peroxide müssen so beschaffen und aufgestellt sein, dass eine gefährliche chemische, thermische oder mechanische Beanspruchung der organischen Peroxide durch das Fördern, Fortleiten oder Abfüllen sicher vermieden wird. Sie müssen so gewählt und gestaltet sein, dass durch sie verursachte Beanspruchungen der mechanischen oder thermischen Empfindlichkeit des jeweiligen organischen Peroxids angemessen sind. Insbesondere ist bei der Verlegung von Rohrleitungen darauf zu achten, dass z.B. durch benachbarte Heizmittelleitungen oder Sonneneinstrahlung

keine Erwärmung eintreten kann, wenn diese zu gefährlichen Zersetzungen führen kann. Chemisch bedingte Zersetzungen organischer Peroxide durch Einfließen oder Eindiffundieren von zersetzend wirkenden Stoffen aus anderen Anlagenteilen können z.B. durch Filter, Wäscher, zusätzliche Entleerstellen oder Einrichtungen zum Spülen vermieden werden.

(9) Ein gefährlicher Einschluss organischer Peroxide z.B. in beidseitig abgeschlossenen Rohrleitungsabschnitten oder in Fördereinrichtungen muss vermieden werden.

(10) Rohrleitungen, Förder- und Abfülleinrichtungen für organische Peroxide müssen so konstruiert oder verlegt sein, dass beim Entleeren keine Gefahr bringenden Rückstände zurückbleiben. Rohrleitungen können z.B. mit Gefälle verlegt werden; Rückstände in unvermeidbaren toten Räumen, z.B. Taschen oder Schleifen können durch geeignete Ablassvorrichtungen oder Spülen entfernt werden.

(11) Rohrleitungen, Förder- und Abfülleinrichtungen müssen so beschaffen sein, dass unerwünschte Phasenumwandlungen (z.B. Kristallisieren, Erstarren, Schmelzen, Entmischen oder Verdampfen) organischer Peroxide vermieden werden. Bei Verwendung von Begleitrichtungen sind diese gegen gefährliche Erwärmung abzusichern.

#### **4.4 Organisatorische Schutzmaßnahmen**

##### **4.4.1 Allgemeine Maßnahmen**

(1) Beschäftigte dürfen sich nur an den ihnen vom Arbeitgeber vorgesehenen Arbeitsplätzen und Arbeitsbereichen aufhalten.

(2) Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind vom Arbeitgeber die Orte festzulegen, an denen Tätigkeiten mit organischen Peroxiden erfolgen dürfen.

(3) In Lagern dürfen nur die zu deren Betrieb notwendigen Arbeiten vorgenommen werden, z.B. Verwaltungsarbeiten, Kennzeichnen der Packstücke oder Abstellen und Bereithalten zum Versand.

(4) Organische Peroxide dürfen nur an dafür vorgesehenen Plätzen und in gefahrgutrechtlich zugelassenen und zulässigen Verpackungen aufbewahrt werden. Aus betrieblichen Gründen dürfen organische Peroxide auch in anderen Behältnissen aufbewahrt werden, wenn diese so verschlossen und beschaffen sind, dass der Inhalt nicht beeinträchtigt wird und organische Peroxide nicht nach außen gelangen können. Solche vom Betrieb bestimmten Verpackungen sind den gefahrgutrechtlich zugelassenen und zulässigen Verpackungen gleichgestellt, soweit die organischen Peroxide in diesen Verpackungen den gleichen Gefahrgruppen zugeordnet werden können.

(5) An Arbeitsplätzen dürfen organische Peroxide wie alle anderen Gefahrstoffe (insbesondere explosive, entzündbare Stoffe sowie Stoffe, die gefährlich mit organischen Peroxiden reagieren können) nur in einer Menge bereitgehalten werden, die für den Fortgang der Arbeit erforderlich ist. Dies gilt auch für Stoffe, die nicht als Gefahrstoff eingestuft sind, aber gefährlich mit organischen Peroxiden reagieren können wie z.B. einige Beschleuniger.

(6) Die für den Fortgang der Arbeit erforderliche Menge richtet sich nach dem Arbeitsverfahren und soll in der Regel den Bedarf für eine Schicht nicht überschreiten.

(7) Sollen organische Peroxide bereitgehalten werden, sind die bereitgehaltenen Mengen organischer Peroxide bei der Festlegung der Art und des Umfangs der erforderlichen Schutzmaßnahmen für die jeweilige Tätigkeit zu berücksichtigen.

(8) In Lagern für organische Peroxide der Gefährgruppen OP I bis OP III dürfen aus einem Gebinde Teilmengen nur entnommen werden, wenn in dem betreffenden Lagerraum nicht mehr als 200 kg organische Peroxide vorhanden sind. In allen anderen Fällen ist die Entnahme nur in einem Nebenraum zulässig, der vom Lagerraum feuerbeständig abgetrennt ist. Dabei dürfen in diesem Nebenraum nicht mehr als 200 kg organischer Peroxide vorhanden sein. Muss in besonderen Fällen diese Mengengrenzung überschritten werden, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen zu treffen.

(9) Sollen organische Peroxide aus Großgebinden oder Tanks entnommen werden, hat der Arbeitgeber besondere Schutzmaßnahmen zu treffen.

(10) Beim Abstellen, Bereithalten und Transportieren ist dafür zu sorgen, dass die organischen Peroxide nicht unzulässig erwärmt oder in gefährlich erwärmtem Zustand eingelagert werden. Ist für ein organisches Peroxid keine höchstzulässige Aufbewahrungstemperatur (Kontrolltemperatur) festgelegt, so ist dennoch zu gewährleisten, dass bei der Lagerung eine Temperatur von 40 °C nicht überschritten werden kann. Dies gilt nicht, wenn der Nachweis erbracht wird, dass eine erhöhte Temperatur unbedenklich ist.

(11) Eine unzulässige Erwärmung kann z.B. bewirkt werden durch

1. direkte Sonneneinstrahlung,
2. unzureichende Luftzirkulation zwischen den Packstücken,
3. Aufbewahrung in der Nähe von Wärmequellen, z.B. Wärmetauschern von Kühlschränken, Dampf- oder Heißwasserleitungen, Kondensat Abscheidern.

Organische Peroxide gelten als gefährlich erwärmt, wenn die höchstzulässige Aufbewahrungstemperatur überschritten ist.

(12) Zum Zwecke der Qualitätserhaltung können organische Peroxide bei einer tieferen Temperatur als der höchstzulässigen Aufbewahrungstemperatur gelagert werden. Diese Temperaturen werden vom Hersteller empfohlen und können aus deren Datenblättern entnommen werden. Solche niedrigeren Temperaturen sind jedoch so zu wählen, dass keine gefährliche Produktveränderung, z.B. Phasentrennung oder Phasenumwandlung eintritt.

(13) Muss während der Lagerung mit einer gefährlichen Verringerung der Stabilität der organischen Peroxide gerechnet werden, ist dafür zu sorgen, dass eine vom Hersteller festgelegte Höchstlagerdauer nicht überschritten wird.

#### 4.4.2 Zusätzliche Maßnahmen

(1) Die Verpackungen oder sonstige Behältnisse müssen so gestellt oder gestapelt werden, dass

1. sie von sich aus ihre Lage nicht verändern können,
2. sie durch ihr Gewicht nicht in einer die Sicherheit gefährdenden Weise verformt werden,
3. ihre sichere Handhabung möglich ist und
4. die zur Aufrechterhaltung der Stabilität der Stoffe erforderlichen Maßnahmen getroffen werden können.

(2) Kleine Mengen organischer Peroxide dürfen nur an geeigneten, vom Arbeitgeber festgelegten Orten aufbewahrt werden.

(3) Geeignete Orte sind z.B. unbewohnte Nebengebäude, Lagerräume, Gerätekammern, Keller- und Dachräume, wenn Wände, Decken und tragende Bauteile feuerhemmend ausgeführt sind. Geeignet sind auch Garagen, sofern sie nicht als solche genutzt werden und eine

Genehmigung für die andere Nutzung vorliegt. Die höchst zulässige Aufbewahrungstemperatur und Entmischung bei niedrigen Temperaturen sind hierbei zu beachten.

(4) Das Abstellen kleiner Mengen organischer Peroxide an geeigneten Orten außerhalb eines Abstellraumes oder eines Lagers ist nur bis zu folgenden Höchstmengen zulässig:

1. Gefahrgruppe OP Ia: nicht zulässig,
2. Gefahrgruppe OP Ib: bis 25 kg,
3. Gefahrgruppe OP II und III: bis insgesamt 60 kg.

Nicht abgestellt werden dürfen organische Peroxide z.B. an Durchfahrten, auf Treppen, in allgemein zugänglichen Fluren, in Aufenthaltsräumen, in Bad- und Toilettenräumen, in Heizräumen, in Heizöllagerräumen.

(5) Für das Lagern kleiner Mengen organischer Peroxide an bestimmten geeigneten Orten, jedoch nicht unmittelbar am Arbeitsplatz, gelten die in den folgenden Tabellen festgelegten Höchstmengen in kg, für deren Einhaltung der Arbeitgeber zu sorgen hat:

### Tabellen 2 und 3: Lagerung kleiner Mengen an bestimmten geeigneten Orten

#### Wohn- und Geschäftsgebäude

Gefahrgruppe	Bewohnter Raum	Unbewohnter Raum [kg]	Verkaufsraum [kg]	Nebenraum zum Verkaufsraum [kg]	Unbewohnte Nebengebäude [kg]
OP Ia	nicht zulässig	3	nicht zulässig	10	25
OP Ib	nicht zulässig	5	nicht zulässig	10	25
OP II und III	nicht zulässig	60	25	75	150

#### Gewerblich genutzte Räume

Gefahrgruppe	Arbeitsraum *) [kg]	Lageraum [kg]
OP Ia	nicht zulässig	100
OP Ib	25	200
OP II und III	60	200

\*) gilt auch für die Lagerung in Baustellenwagen, Schiffen usw., soweit vermeidbar

(6) Organische Peroxide dürfen mit anderen Stoffen oder Materialien nur zusammengelagert oder gemeinsam abgestellt werden, soweit hierdurch eine wesentliche Gefahrerhöhung nicht eintreten kann.

(7) Eine wesentliche Gefahrerhöhung ist insbesondere anzunehmen, wenn

1. die Stabilität der organischen Peroxide durch die anderen Stoffe oder Materialien deutlich herabgesetzt wird oder die Stoffe mit den zur Zusammenlagerung vorgesehenen anderen Stoffen oder Materialien in gefährlicher Weise reagieren können oder
2. die gefährliche Wirkung von zur Zusammenlagerung vorgesehenen anderen Gefahrstoffen durch die organischen Peroxide ausgelöst werden kann.

(8) Organische Peroxide können

1. mit anderen organischen Peroxiden oder
2. mit Treibmitteln, Blähmitteln (z.B. Azoverbindungen, N-Nitrosoverbindungen, aromatische Sulfohydraziden, Diazoniumverbindungen), soweit diese keine Zusätze von Schwermetallverbindungen enthalten,

zusammengelagert oder gemeinsam abgestellt werden; gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Lagergruppe dieser Stoffe gemäß der Zweiten Verordnung zum Sprengstoffgesetz.

(9) Organische Peroxide dürfen nicht mit anderen Gefahrstoffen anderer Gefahrenklassen nach GefStoffV sowie mit ansteckungsgefährlichen Stoffen, radioaktiven Stoffen, Schwermetallverbindungen oder Aminen und deren Gemischen zusammengelagert werden.

(10) Abweichend von Absatz 9 ist eine Zusammenlagerung von organischen Peroxiden mit den verwendeten Verdünnungsmitteln (Phlegmatisierungsmitteln) nach Prüfung im Einzelfall möglich. Nach Expertenmeinung kann ein Gebinde mit einem Volumen bis 1 m<sup>3</sup> oder 10 % des Lagervolumens vertretbar sein. Auch eine Zusammenlagerung organischer Peroxide mit Stoffen der Gefahrenklasse „Entzündbare Feststoffe“ ist im Einzelfall möglich. Bei der Festlegung ist jeweils zu prüfen, ob die Sicherheitsabstände zur Vermeidung einer gegebenenfalls eintretenden Gefährerhöhung für die Umgebung des Lagers oder Abstellplatzes ausreichen oder zu erhöhen sind. Soweit Stoffe oder Materialien zusammengelagert oder gemeinsam abgestellt werden sollen, die sich keiner der vorstehend genannten Gruppen zuordnen lassen, ist die Zulässigkeit des Zusammenlagerns oder gemeinsamen Abstellens ebenfalls im Einzelfall zu prüfen.

(11) Die Zusammenlagerung organischer Peroxide mit organischen Peroxiden des Typs G nach CLP-Verordnung, die ggf. einer anderen Klasse nach Gefahrgutrecht zugeordnet wurden, ist erlaubt.

(12) Organische Peroxide dürfen nicht auf oder unmittelbar an Heizflächen oder Heizleitungen aufbewahrt werden.

(13) Stoffe, bei denen Temperaturen von weniger als 70 °C zu einer gefährlichen Reaktion (z.B. exotherme Zersetzung) führen können, müssen von Zwischenwänden, Decken, Türen oder Fenstern in einem Mindestabstand von 0,3 m gelagert werden. Dieser Abstand kann verringert werden oder entfallen, wenn durch andere geeignete Maßnahmen eine gleiche Schutzwirkung gegen Wärmeübertragung im Falle eines Brandes im Nachbarraum erreicht wird. Andere geeignete Maßnahmen mit der gleichen Schutzwirkung sind z.B. zusätzliche Wärmeisolierung, Kühlung der Zwischenwände oder höhere Feuerwiderstandsklasse der verwendeten Bauteile. Maßgebend, ob die Zersetzung unter 70 °C erfolgt, ist die SADT.

(14) Bei organischen Peroxiden, die sich während der Lagerung entmischen können, ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass eine ausreichende Phlegmatisierung erhalten bleibt.

(15) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass organische Peroxide, die in einen irreversiblen Zustand geraten sind, der zu einer gefährlichen Reaktion führen kann, oder andere nicht mehr verwendbare Stoffe gesondert und nach Arten getrennt aufbewahrt werden; sie müssen baldmöglichst beseitigt werden.

(16) Ein irreversibler Zustand, der zu einer gefährlichen Reaktion führen kann, ist anzunehmen, wenn die organischen Peroxide

1. bei einer Störung unzulässig hohen Temperaturen ausgesetzt waren,
2. durch andere Substanzen verunreinigt worden sind oder
3. eine Phasentrennung oder einen Verlust an Phlegmatisierungsmitteln erlitten haben, und der ursprüngliche Zustand auf einfache Weise nicht wiederhergestellt werden kann.

(17) Abfälle organischer Peroxide sind in dafür vorgesehenen, geeigneten Behältern zu sammeln. Die Behälter sind als solche zu kennzeichnen. Das Behältermaterial muss mit dem Füllgut verträglich sein.

(18) Geeignet sind Behälter, die zur Vermeidung eines Druckaufbaues bei einer Zersetzung nur lose abgedeckt sind. An Verbrauchsstellen für organische Peroxide mit erhöhter Brandgefahr, z.B. bei der Polyesterverarbeitung, eignen sich auch Metallbehälter mit Pendelklappe.

(19) In Abfallbehälter für organische Peroxide dürfen andere Stoffe nur eingebracht werden, wenn sichergestellt ist, dass hierdurch keine gefährliche Reaktion eintreten kann z.B. unvorhersehbare Zersetzungen oder Selbstentzündungen. Besonders gefährlich ist die Zugabe von Abfällen, die Beschleuniger enthalten.

(20) Abfälle organischer Peroxide sind am Ende jeder Arbeitsschicht an einen sicheren Ort zu bringen. Die Abfälle sind unverzüglich einer sachgemäßen Vernichtung zuzuführen. Der Arbeitgeber hat für das Vernichten besondere Betriebsanweisungen zu erstellen.

(21) Zur Vernichtung bestimmter, organischer Peroxide oder Abfälle organische Peroxide sind nach Anfall so zu verdünnen, dass keine gefährlichen, unkontrollierten Reaktionen eintreten können.

(22) In der Regel sind Abfälle organischer Peroxide unverzüglich mit geeigneten Stoffen möglichst homogen auf Konzentrationen unter 10 % zu verdünnen oder der Aktivsauerstoffgehalt ist auf unter 1 % zu senken. Hierzu eignen sich z.B.

1. bei flüssigen organischen Peroxiden: mit diesen mischbare und verträgliche organische Flüssigkeiten,
2. bei festen organischen Peroxiden und in Wasser löslichen flüssigen organischen Peroxiden: Wasser oder inerte Feststoffe.

(23) Die Aufbereitung gebrauchter, leerer Gebinde hat der Arbeitgeber so zu regeln, dass Beschäftigte nicht gefährdet werden. Mögliche Gefährdungen ergeben sich aus der Art des Vernichtungsverfahrens sowie aus der Art und Menge der Reste organischer Peroxide. Zur Abwendung von Gefahren kann ein vorheriges Spülen der Gebinde erforderlich werden.

#### **4.5 Brand- und Explosionsschutz**

(1) Entsprechend der Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche / Zonen sind die Maßnahmen entsprechend TRGS 723 und TRGS 727 zur Zündquellenvermeidung festzulegen.

(2) Aus Bereichen, in denen Tätigkeiten mit organischen Peroxiden durchgeführt werden, sind Zündquellen fernzuhalten. Das Rauchen ist in diesen Bereichen verboten. Der Arbeitgeber hat diese Bereiche durch das Verbotssymbol P 02 „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ zu kennzeichnen.

(3) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass in unmittelbarer Nähe von Bereichen, in denen Tätigkeiten mit organischen Peroxiden durchgeführt werden, entzündbare und brennbare Stoffe und Materialien nicht vorhanden sind, soweit diese nicht für Tätigkeiten mit den organischen Peroxiden benötigt werden. Als unmittelbare Nähe gilt in der Regel ein Abstand von weniger als 10 m. Dieser Abstand kann vor Wänden der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 verringert werden oder ganz entfallen.

(4) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass Um- und Abfüllarbeiten für organische Peroxide sowie für Roh- und Hilfsstoffe nur mit getrennten Einrichtungen und Geräten (z.B. Trichter, Rohrleitungen, Dosiergefäße) durchgeführt werden, wenn ein Vermischen der Stoffe eine Gefahrerhöhung herbeiführen kann.

(5) Nach Gebrauch sind Gebinde für organische Peroxide unverzüglich zu verschließen. Entnommene Mengen an organischen Peroxiden, die nicht verbraucht worden sind, dürfen nicht wieder in die Aufbewahrungsgebinde zurückgegeben werden, sondern sind der Vernichtung zuzuführen.

(6) Spätestens nach Arbeitsschluss sind alle Gebinde mit organischen Peroxiden an den dafür vorgesehenen Aufbewahrungsort zurückzubringen. Organische Peroxide, für die eine Lagertemperatur vorgeschrieben ist, müssen jedoch zur Vermeidung einer unzulässigen Temperaturerhöhung unverzüglich an den dafür vorgesehenen Aufbewahrungsort zurückgebracht werden.

(7) Arbeitsplätze für Tätigkeiten mit organischen Peroxiden sind sauber zu halten. Arbeitsräume einschließlich der Betriebseinrichtungen und Fußböden sind nach Anweisung des Arbeitgebers regelmäßig zu reinigen.

(8) Verschüttete organische Peroxide sind unverzüglich gefahrlos zu beseitigen z.B.

1. durch eine Einleitung in ein Ableitungssystem mit Auffanggrube oder die Verwendung eines Abscheiders und gründliches Nachspülen,
2. durch Aufnahmen flüssiger organischer Peroxide mit inerten saugfähigen Stoffen (z.B. Blähglimmer) und der nachfolgenden Zugabe von Wasser,
3. durch Aufnahmen fester organischer Peroxide und peroxidhaltigem Kehricht nach Anfeuchten mit Wasser. Von peroxidhaltigem Kehricht kann aufgrund möglicher Verunreinigungen eine erhöhte Gefährdung ausgehen, da eine schnellere Zersetzung auch bei niedrigeren Temperaturen möglich ist.

(9) Abfälle, Reste und Putzmaterial, die für die Arbeit nicht mehr benötigt werden, müssen entfernt werden.

(10) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass Instandsetzungs-, Änderungs- und Abbrucharbeiten an Einrichtungen, Arbeitsmaschinen und elektrischen Anlagen in Räumen, in denen Tätigkeiten mit organischen Peroxiden durchgeführt werden, nur aufgrund eines Auftrages vorgenommen werden. Im Auftrag für Fremdfirmen ist schriftlich festzulegen:

1. Ort und Zeitpunkt der Arbeit,
2. Name des Aufsichtführenden,
3. Art und Ausführung der Arbeit,
4. Schutzmaßnahmen,
5. Prüfung auf Funktionssicherheit vor Wiederinbetriebnahme,
6. Unterschrift des Arbeitgebers oder seines Beauftragten.

Fremdfirmen sind darüber hinaus über die besonderen Gefahrenquellen der durchzuführenden Tätigkeiten zu informieren.

(11) Für gefahrerhöhende Arbeiten (z.B. Feuer- und Heißarbeiten) und das Beseitigen von Betriebsstörungen, bei denen die Gefahr einer Zündung organischer Peroxide besteht, ist ein schriftliches Arbeitserlaubnis- und Freigabeverfahren z.B. nach TRGS 500 Abschnitt 8.2.1 Absatz 3 oder DGUV-Regel 100-500 Kapitel 2.26 anzuwenden.

(12) Der Arbeitgeber hat die besonderen schriftlichen Anweisungen für die Arbeitsfreigabe den Beschäftigten, auch der Fremdfirmen, bekannt zu geben. Der Arbeitgeber hat sich vor Beginn der Arbeiten von der Durchführung der Schutzmaßnahmen zu überzeugen und die Arbeiten durch eine von ihm beauftragte zuverlässige, mit den Tätigkeiten, den dabei auftretenden Gefährdungen und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraute Person, beaufsichtigen zu lassen.

(13) Schutzmaßnahmen nach Absatz 10 und 11 sind insbesondere:

1. das Entfernen organischer Peroxide aus dem Gebäude oder dem Raum oder mindestens der Nähe der Arbeitsstelle,
2. das vorsichtige und sorgfältige Reinigen der Arbeitsstelle und des im Einzelfall festzulegenden Gefahrenbereiches sowie das Feuchthalten des Bereiches, wenn nach Art des organischen Peroxids dadurch eine Gefahrminderung eintritt,
3. das Spannungsfreischalten und Sichern gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten bei Arbeiten an elektrischen Anlagen,
4. das Bereitstellen von Löscheinrichtungen bei Feuer- und Heißarbeiten.

(14) Der Arbeitgeber 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 Zündquellen nicht mehr vorhanden sind.

(15) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass Instandsetzungs-, Änderungs- und Abbrucharbeiten an Arbeitsmaschinen und Einrichtungen, die noch organische Peroxide enthalten, unter Beachtung der Eigenschaften der organischen Peroxide durchgeführt werden.

(16) Kraftfahrzeuge und Flurförderzeuge müssen in Abhängigkeit von ihrem Einsatzbereich so beschaffen sein, dass bei bestimmungsgemäßem Gebrauch organische Peroxide weder durch heiße Oberflächen, Auspuffgase, elektrische Einrichtungen oder Betriebsmittel entzündet werden können.

(17) Der Arbeitgeber hat die Einsatzbereiche für Fahrzeuge entsprechend der TRGS 722 hinsichtlich des Auftretens explosionsfähiger Atmosphären zu beurteilen. Macht der Arbeitgeber von der Möglichkeit Gebrauch, gemäß Anhang 1 Nummer 1.6 Absatz 3 GefStoffV von einer Zoneinteilung abzusehen, sind grundsätzlich die für die Zone 0 bzw. 20 erforderlichen Schutzmaßnahmen zu treffen (gemäß Anhang 1 Nummer 1.8 Absatz 3 GefStoffV sind Geräte der Kategorie 1 entsprechend der Richtlinie 2014/34/EU einzusetzen.). Abweichungen hiervon sind zulässig, wenn diese in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 Absatz 9 GefStoffV begründet festgelegt werden.

(18) Fahrzeuge in explosionsgefährdeten Bereichen (gemäß TRGS 721) müssen die Anforderungen der jeweiligen Zone erfüllen. Für eine Gefährdungsbeurteilung sollten die DIN EN 1755 und DIN EN 1755:2016-02 berücksichtigt werden. In Lagern, die gemäß der TRGS 722 der Zone 2 oder Zone 22 zugeordnet sind, müssen mindestens Fahrzeuge der Gerätekategorie 3 verwendet werden.

(19) In Bereichen, in denen keine explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, können Transportttigkeiten durchgeführt werden, wenn die verwendeten Fahrzeuge mit geeigneten Schutzeinrichtungen gegen gefährliche Wechselwirkung zwischen versandmig verpackten organischen Peroxiden und dem Fahrzeug versehen sind.

(20) Abweichend von Absatz 18 können geschtzte Fahrzeuge in Lagerräumen der Zone 2 oder 22 verwendet werden, wenn die organischen Peroxide in gefahrgutrechtlich zulässigen Transportbehältern oder vergleichbaren Verpackungen / Gebinden, die dicht verschlossen sind und während des Aufbewahrens im Lager weder befüllt noch entleert oder zu sonstigen Zwecken geöffnet werden, aufbewahrt werden..

(21) Geschtzte Fahrzeuge müssen folgende technische Anforderungen erfüllen:

1. elektrischer oder dieselmotorischer Antrieb,
2. Dieselmotor muss vor oder hinter der Ladefläche liegen und durch eine Motorhaube abgedeckt sein,

3. bei Dieselmotoren müssen Kraftstoffbehälter und Kraftstoffleitung gegen mechanische Belastung und gefährliche Aufheizung durch Motor, Auspuff oder andere Bauteile geschützt eingebaut sein; die Mündung des Auspuffrohrs mit Funkenschutz muss nach oben gerichtet sein,
4. Abdeckungen von elektrischen Betriebsmitteln dürfen nur mit Hilfe von Werkzeugen entfernbar sein und müssen gegen Selbstlockerung geschützt sein,
5. Metallgehäuse elektrischer Betriebsmittel und Konstruktionsteile des Fahrzeugs müssen untereinander gut leitend verbunden sein,
6. Akkumulatoren müssen an den Polen mit elektrisch isolierender Abdeckung versehen sein, die gleichzeitig ein Eindringen von Stäuben verhindert,
7. Fahrzeuge mit Fahrersitz oder Fahrerstand müssen mit einem gut erreichbaren Feuerlöscher ausgerüstet sein,
8. Ladeflächen müssen so beschaffen sein, dass sich eine zündfähige, elektrostatische Aufladung nicht bilden kann,
9. gegebenenfalls sind funkenarme Aufsteckschuhe für Gabelstapler zu verwenden,
10. die elektrische Anlage muss mit einer Abschaltvorrichtung versehen sein, die den Stromkreis möglichst nahe an der Batterie unterbricht,
11. Deichsel- und Kupplungseinrichtungen müssen mind. 200 mm Bodenfreiheit (200 mm auch wenn die Deichsel aus horizontaler Lage fällt.) haben,
12. Einrichtung zum Messen der Fahrgeschwindigkeit muss vorhanden sein,
13. zwei rote Rückstrahler müssen vorhanden sein,
14. eine Sicherung gegen das Fahren mit angezogener Feststellbremse muss vorhanden sein.

(22) Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind entsprechend BetrSichV als überwachungsbedürftige Anlagen eingestuft und gemäß Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV prüfpflichtig.

#### **4.6 Persönliche Schutzausrüstungen**

(1) Die geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen ergeben sich aus der Gefährdungsbeurteilung und sind immer dann erforderlich, wenn durch Substitution, technische oder organisatorische Maßnahmen die Gefährdungen nicht vollständig beseitigt werden können. Dabei sind die Angaben des Sicherheitsdatenblatts über erforderliche

1. Schutzbrillen (z.B. Gestellbrille, Korbbrille),
2. Schutzhandschuhe (Chemikalienschutzhandschuhe),
3. Schutzkleidung,
4. Sicherheitsschuhe (gegebenenfalls ableitfähig),
5. Gesichts- und Kopfschutz sowie
6. Atemschutz

einzubeziehen. Sämtliche erforderliche persönliche Schutzausrüstungen sind in der Betriebsanweisung für die jeweilige Tätigkeit aufzuführen.

(2) Körperschutz: Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist festzulegen, ob körperbedeckende Arbeitskleidung zu tragen ist. Je nach Gefährdung kann auch (flammhemmende) Schutzkleidung oder eine dichte, ausreichend lange Schürze oder ein geeigneter Chemikalienschutzanzug erforderlich sein.

(3) **Atenschutz:** Ergibt die Gefährdungsbeurteilung eine inhalative Gefährdung der Beschäftigten, z.B. durch Überschreiten der Arbeitsplatzgrenzwerte, ist das Tragen von geeignetem Atemschutz erforderlich. Bei Filtergeräten mit unzureichendem Schutzniveau nach DGUV Regel 112-190, bei Sauerstoffgehalten in der Umgebungsluft von unter 17 Vol-% oder wenn keine Information zur Exposition vorliegt, ist ein von der Umgebungsatmosphäre unabhängig wirkendes Atemschutzgerät zu verwenden, bis technische Maßnahmen ergriffen wurden, um die inhalative Gefährdung auszuschließen. Die entsprechenden Vorschriften und Regeln zum Atemschutz sind zu beachten, insbesondere die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge, die DGUV Regel 112-190, die AMR 2.1 und die AMR 14.2.

(4) **Augen- und Gesichtsschutz:** Es muss ausreichender Augenschutz (in der Regel Gestellbrillen mit Seitenschutz) getragen werden. Wenn mit dem Verspritzen augenschädigender Flüssigkeiten zu rechnen ist, sind Korbbrillen vorzusehen. Ist nicht nur das Auge, sondern auch das Gesicht gefährdet, ist zusätzlich ein Schutzschirm zu benutzen. Können augenschädigende Dämpfe oder Aerosole auftreten, ist der Schutz der Augen am besten durch eine Vollmaske (siehe Atemschutz) sicherzustellen. Weiterführende Hinweise enthält die DGUV Regel 112-192.

(5) **Handschutz:** Zum Schutz der Haut sind beim Umgang mit ätzenden, reizenden oder sensibilisierenden organischen Peroxiden, Chemikalien-Schutzhandschuhe vorzusehen. Details ergeben sich aus der tätigkeitsbezogenen Gefährdungsbeurteilung und sind mit einem Handschuhplan zu regeln. Das Handschuhmaterial muss gegen das verwendete organische Peroxid ausreichend undurchlässig und beständig sein. Als Material kommen z.B. Chloropren/Neopren, Nitrilkautschuk, Butylkautschuk und evtl. Fluorkautschuk mit entsprechender Mindestdicke in Frage. Gegebenenfalls muss der Hersteller befragt werden. Ungeeignet als Chemikalienschutz sind Stoff- oder Lederhandschuhe sowie in der Regel auch Handschuhe aus PVC. Die erforderlichen Maßnahmen zu Schutz, Reinigung und Pflege der Haut sind im Hautschutzplan zu beschreiben. Weiterführende Hinweise enthält die TRGS 401.

#### **4.7 Brandbekämpfung**

Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass geeignete Feuerlöscheinrichtungen vorhanden und jederzeit erreichbar sind. Sie müssen den besonderen Eigenschaften der organischen Peroxide entsprechen. Die Maßnahmen sind entsprechend den Grundsätzen des Anhangs 4 festzulegen.

#### **4.8 Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten**

Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass die Beschäftigten entsprechend der TRGS 555 anhand der Betriebsanweisung über alle auftretenden Gefährdungen und entsprechende Schutzmaßnahmen mündlich unterwiesen werden und die Unterweisung dokumentiert wird. Teil der Unterweisung ist ferner eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung. Diese dient auch zur Information der Beschäftigten über die Voraussetzungen, unter denen sie Anspruch auf arbeitsmedizinische Vorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) haben, und über den Zweck dieser Vorsorge. Die arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung erfolgt auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung. Inhalte sind in der TRGS 555 Abschnitt 5.1 Absatz 6 und Abschnitt 5.2 Absatz 4 bis 9 und AMR 3.2 Abschnitt 3 Absatz 5 enthalten. Der Arbeitgeber stellt sicher, dass insbesondere folgende Inhalte vermittelt werden:

1. Gefahren für Mensch und Umwelt z.B. Gesundheitsgefahren, Zersetzungsgefahr, thermische und chemische Stabilität, Explosionswirkung, Brandverhalten, unverträgliche Substanzen,

2. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln z.B. sicheres Arbeiten mit organischen Peroxiden, Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung,
3. Verhalten im Gefahrfall z.B. Brandbekämpfung, unbeabsichtigte Freisetzung,
4. Erste Hilfe z.B. Haut- oder Schleimhautkontamination, Einatmen oder Brandverletzungen,
5. Sachgerechte Entsorgung z.B. Beseitigen von verschüttetem Material.

## Literaturhinweise

Die vollständigen Titel von in Bezug genommenen Regelwerken sind hier in den Literaturhinweisen angegeben. Im Text dieser TRGS sind sie der Lesbarkeit wegen nur in Kurzform zitiert.

1. Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)
2. Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG)
3. Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)
4. Technische Regeln für Gefahrstoffe:
  - a) TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
  - b) TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt Ermittlung – Beurteilung - Maßnahmen“
  - c) TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“
  - d) TRGS 509 „Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsfeste Behälter“
  - e) TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“
  - f) TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“
  - g) TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Allgemeines“
  - h) TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Beurteilung der Explosionsgefährdung“
  - i) TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Gemische“
  - j) TRGS 723 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische“
  - k) TRGS 724 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken“
  - l) TRGS 725 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen“
  - m) TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“
5. Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz (2. SprengV)

6. Sprengstofflager-Richtlinien:
  - a) SprengLR 011 „Richtlinie für das Zuordnen sonstiger explosionsgefährlicher Stoffe zu Lagergruppen“
  - b) Spreng-LR 300 „Richtlinie Aufbewahrung sonstiger explosionsgefährlicher Stoffe“
  - c) Spreng LR 310 „SprengLR 310 „Richtlinie Bauweise und Einrichtungen der Lager für sonstige explosionsgefährliche Stoffe (Lagergruppe I – III)“
  - d) SprengLR 340 „Richtlinie für die Zusammenlagerung sonstiger explosionsgefährlicher Stoffe (Lagergruppen I – III)“
  - e) SprengLR 350: „Abstände der Lager für sonstige explosionsgefährliche Stoffe“ (Lagergruppen I – III)
  - f) SprengLR 360: Richtlinie Aufbewahrung sonstiger explosionsgefährlicher Stoffe, die sich wie Explosivstoffe der Lagergruppe 1.3 verhalten“
  - g) SprengLR 410 „Richtlinie Aufbewahrung kleiner Mengen“.
7. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
8. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung – BioStoffV)
9. Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)
10. Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbmedVV)
11. Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfallverordnung – 12. BImSchV)
12. Arbeitsmedizinische Regeln
  - a) AMR 2.1 „Fristen für die Veranlassung / das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge“
  - b) AMR 3.2 „Arbeitsmedizinische Prävention“
  - c) AMR 14.2 „Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen“
13. DGUV-Regelwerk
  - a) DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“
  - b) DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“
  - c) DGUV Information 213-069 „Organische Peroxide“
  - d) DGUV Information 213-096 „Organische Peroxide – Antworten auf häufig gestellte Fragen“
14. Veröffentlichungen der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung: „Zuordnung organischer Peroxide zu den Gefahrgruppen“:  
<https://tes.bam.de/tes/Content/DE/Downloads/gefahrgruppenzuordnung-organische-peroxide.html>
15. Veröffentlichungen der Vereinten Nationen: „Manual of tests and criteria“
16. Normen:

- a) DIN 4102-1 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“
  - b) DIN 4102-2 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 2: Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“
  - c) DIN 4102-3 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 3: Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“
  - d) DIN 4102-7 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 7: Bedachungen, Anforderungen und Prüfungen“
  - e) DIN EN 13501-1 „Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten“
  - f) DIN EN 13501-2 „Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen“
  - g) DIN EN 1755 „Sicherheit von Flurförderzeugen – Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Verwendung in Bereichen mit brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben“
  - h) DIN EN 1755:2016-02 „Flurförderzeuge – Sicherheitsanforderungen und Verifizierung – Zusätzliche Anforderungen für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen“
  - i) DIN EN 61511-1/VDE 0810-1 „Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie - Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Anforderungen an Systeme, Software und Hardware“
  - j) DIN EN 61511-2/VDE 0810-2 „Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie - Teil 2: Anleitungen zur Anwendung des Teils 1“
  - k) DIN EN 61511-3/VDE 0810-3 „Funktionale Sicherheit – PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie - Teil 3: Anleitung für die Bestimmung der erforderlichen Sicherheitsintegritätslevel“
  - l) DIN 12337:1970-05 „Laborgeräte aus Glas; Kristallierschalen ohne Ausguß“
  - m) VDI/VDE 2180 Blatt 1 „Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie – Einführung, Begriffe, Konzeption“
  - n) VDI/VDE 2180 Blatt 2 „Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie – Planung, Errichtung und Betrieb von PLT-Sicherheitsfunktionen“
  - o) VDI/VDE 2180 Blatt 3 „Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie – Nachweis der Ausfallwahrscheinlichkeit im Anforderungsfall“
17. Standards:
- a) IEC 61508 „Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer Systeme“
  - b) IEC 61511 „Funktionale Sicherheit für die Prozessindustrie“

## Anhang 1: Schutz- und Sicherheitsabstände nach Abschnitt 4.2.3

### A1.1 Allgemeines

(1) Dieser Anhang weist die gültigen Schutzabstände von Gebäude und Freianlagen, in denen mit organischen Peroxiden gearbeitet wird, zu Wohnbereichen und Verkehrswegen sowie die gültigen Sicherheitsabstände der jeweiligen innerbetrieblich gefährdenden Objekte (Donatoren) und gefährdeten Objekten (Akzeptoren) aus. Diese Abstände berücksichtigen die bei einem Brand der organischen Peroxide auftretenden Gefahren.

(2) Die in den Rechenformeln verwendeten Symbole haben folgende Bedeutung:

$E$  = Abstand in m

$A_k$  = Korrigierter Stoffdurchsatz in kg/min

$M$  = Menge in kg.

Die berechneten Schutz- und Sicherheitsabstände sind auf volle Meter (m) auf- oder abzurunden.

(3) Für Lager und Betriebsgebäude oder -anlagen mit organischen Peroxiden sind bis einschließlich 100 kg von organischen Peroxiden der Gefahrgruppe OP Ia oder bis einschließlich 200 kg von organischen Peroxiden der Gefahrgruppe OP Ib, OP II oder OP III Schutz- und Sicherheitsabstand nicht erforderlich. Es muss jedoch sichergestellt sein, dass eine Wirkung nicht nach außen oder nur in ungefährlicher Richtung auftreten kann.

(4) Wohnbereich ist der nicht mit dem Betrieb in Zusammenhang stehende Bereich bewohnter Gebäude. Gebäude und Anlagen mit Räumen, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Personen bestimmt und geeignet sind, stehen bewohnten Gebäuden gleich.

(5) Verkehrswege sind Straßen, Schienen- und Schifffahrtswege, die uneingeschränkt dem öffentlichen Verkehr zugänglich sind, ausgenommen solche mit geringer Verkehrsdichte.

(6) Verkehrswege mit geringer Verkehrsdichte sind:

1. Straßen mit einer Verkehrsbelastung von weniger als 250 Fahrzeugen innerhalb von 24 Stunden (im Jahresmittel) und mit einer Verkehrsbelastung in der Verkehrsspitze von höchstens 30 Fahrzeugen in der Stunde,
2. Eisenbahnstrecken, die ausschließlich dem Güterverkehr dienen, mit einer Streckenbelastung von höchstens 24 Güterzügen in 24 Stunden in jeder Richtung sowie Werkbahnen und Anschlussgleise,
3. Seil- und Schwebbahnen, die ausschließlich dem Güterverkehr dienen,
4. Gewässer, die weder dem gewerblichen Personen- noch Güterverkehr dienen.

(7) Um die Auswirkungen im Schadensfall bei der Lagerung größerer Mengen möglichst gering zu halten, empfiehlt sich eine Unterteilung der gesamten Lagermenge in Teilmengen, z.B. durch Zwischenwände. Für Stoffe der Gefahrgruppen OP Ia, OP Ib und OP II führt eine derartige Unterteilung zu einer Verringerung der Schutz- und Sicherheitsabstände.

(8) Ein gleichzeitiger Abbrand von Teilmengen ist ausgeschlossen, wenn die Lager mit öffnungslosen Zwischenwänden ausgestattet sind, die eine Brandübertragung von Raum (Teilmenge) auf Raum (Teilmenge) verhindern. Dies gilt als erfüllt, wenn die Zwischenwände

1. in mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen und
2. um mindestens 0,5 m seitlich vorgezogen sind, wenn sie an Druckentlastungsflächen anschließen, oder wenn das organische Peroxid in einem Abstand von mindestens 0,5 m von den Entlastungsflächen zum Rauminnenen gelagert wird,
3. um mindestens 0,5 m über Dach gezogen sind, wenn das Dach als Entlastungsfläche dient.

## **A1.2. Berechnung der Schutzabstände**

### **A1.2.1 Zu Wohnbereichen**

#### A1.2.1.1 Gefahrgruppe OP Ia

Bei Mengen von mehr als 100 kg wird der Schutzabstand nach der Formel

$E = 0,185 \cdot A_k^{1/2} \cdot M^{1/3}$  berechnet, wobei jedoch ein Mindestabstand von 30 m einzuhalten ist.

#### A1.2.1.2 Gefahrgruppe OP Ib

(1) Bei Mengen von mehr als 200 kg, jedoch von höchstens 10000 kg, wird der Schutzabstand nach der Formel  $E = 11,0 \cdot M^{1/5}$  berechnet, wobei jedoch ein Mindestabstand von 30 m einzuhalten ist.

(2) Bei Mengen von mehr als 10000 kg wird der Schutzabstand nach der Formel

$E = 3,2 \cdot M^{1/3}$  berechnet.

#### A1.2.1.3 Gefahrgruppe OP II

(1) Bei Mengen von mehr als 200 kg, jedoch von höchstens 10000 kg, wird der Schutzabstand nach der Formel  $E = 7,5 \cdot M^{1/5}$  berechnet, wobei jedoch ein Mindestabstand von 25 m einzuhalten ist.

(2) Bei Mengen von mehr als 10000 kg wird der Schutzabstand nach der Formel  $E = 2,2 \cdot M^{1/3}$  berechnet.

#### A1.2.1.4 Gefahrgruppe OP III

Bei Mengen von mehr als 200 kg muss, unabhängig von der Menge ein Schutzabstand von mindestens 25 m eingehalten werden.

### **A1.2.2 Zu Verkehrswegen**

#### A1.2.2.1 Gefahrgruppe OP Ia

Bei Mengen von mehr als 100 kg wird der Schutzabstand zu Verkehrswegen nach der Formel  $E = 0,124 \cdot A_k^{1/2} \cdot M^{1/3}$  berechnet, wobei jedoch ein Mindestabstand von 25 m einzuhalten ist.

#### A1.2.2.2 Gefahrgruppe OP Ib

(1) Bei Mengen von mehr als 200 kg, jedoch von höchstens 10000 kg, wird der Schutzabstand nach der Formel  $E = 7,3 \cdot M^{1/5}$  berechnet, wobei jedoch ein Mindestabstand von 25 m einzuhalten ist.

(2) Bei Mengen von mehr als 10000 kg wird der Schutzabstand nach der Formel  $E = 2,1 \cdot M^{1/3}$  berechnet.

#### A1.2.2.3 Gefahrgruppe OP II

(1) Bei Mengen von mehr als 200 kg, jedoch von höchstens 10000 kg, wird der Schutzabstand nach der Formel  $E = 5,1 \cdot M^{1/5}$  berechnet, wobei jedoch ein Mindestabstand von 25 m einzuhalten ist.

(2) Bei Mengen von mehr als 10000 kg wird der Schutzabstand nach der Formel  $E = 1,5 \cdot M^{1/3}$  berechnet.

#### A1.2.2.4 Gefahrgruppe OP III

Bei Mengen von mehr als 200 kg muss, unabhängig von der Menge, ein Schutzabstand von mindestens 16 m eingehalten werden.

### A1.2.3 Verringerung der Schutzabstände

Werden Schutzmaßnahmen getroffen, können die Schutzabstände in den geschützten Wirkungsrichtungen teilweise oder ganz entfallen.

#### A1.2.3.1 Gefahrgruppen OP Ia und OP Ib

(1) Die nach Abschnitt A1.2.1 berechneten Schutzabstände zu Wohnbereichen dürfen nach Tabelle 4 verringert werden, wenn folgende Maßnahmen getroffen sind:

1. In Wirkungsrichtung muss das Lager oder Betriebsgebäude eine öffnungslose Brandwand nach DIN 4102-3 aufweisen.
2. Die an die Brandwand angrenzenden Außenwände müssen den Bedingungen der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen. Enthalten sie Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nichtbrennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse, die auch den Durchtritt von Wärmestrahlung verhindern, verschlossen sein.
3. Das Lager oder Betriebsgebäude muss ein Dach oder eine Decke der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 haben und eine gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Dacheindeckung nach DIN 4102-7 aufweisen. Enthalten Dach oder Decke Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse verschlossen sein.
4. Der Abstand zwischen dem organischen Peroxid (z.B. Lagergut) und der Gebäudedecke (z.B. Lagerdecke) muss mindestens 1 m betragen. Er kann verringert werden, wenn ein wirksamer Löschangriff auf andere Weise gewährleistet ist.
5. Sowohl die Brandwand nach Nummer 1 als auch die angrenzenden Außenwände nach Nummer 2 können durch eine gleichwertige Maßnahme, wie z.B. Schutzwand, Wall, ersetzt werden. Diese / dieser muss das Lager bzw. das Betriebsgebäude - oder im Falle eines Lagers im Freien den Lagerstapel - um mindestens 1 m überragen. In diesem Fall oder wenn die angrenzenden Außenwände nach Nummer 2 oder das Dach oder die Decke nach Nummer 3 als Entlastungsfläche ausgebildet sind, sind die verringerten Schutzabstände um die Lagertiefe (in Wirkungsrichtung gemessen) zu vergrößern.

**Tabelle 4:** Verringerung von Schutzabständen zu Wohnbereichen für organische Peroxide der Gefahrgruppen OP Ia und OP Ib

Gesamtmenge in kg	Verringerung des Schutzabstandes um ... %
bis zu 5000	50
über 5000 bis 20000	40
über 20000 bis 50000	30
über 50000	20

(2) Die nach Abschnitt A1.2.1 berechneten Schutzabstände zu Wohnbereichen dürfen für Lager mit flüssigen organischen Peroxiden nach Tabelle 5 verringert werden, wenn die Flächenbelegung, bezogen auf die genehmigte Lagermenge höher als 100 kg/m<sup>2</sup>, jedoch nicht höher als 350 kg/m<sup>2</sup> ist und der baulich als Auffangwanne gestaltete Lagerboden ein Fassungsvermögen besitzt, das mindestens der gelagerten Menge der flüssigen Stoffe entspricht. Die sich ergebende Höhe der Auffangwanne kann reduziert werden, wenn sichergestellt ist, dass auslaufende organische Peroxide in ungefährlicher Weise abgeleitet werden können. Die Verringerung des Schutzabstandes bei einer Flächenbelegung größer 350 kg/m<sup>2</sup> ist nur aufgrund eines Gutachtens der BAM möglich.

**Tabelle 5:** Verringerung von Schutzabständen zu Wohnbereichen für organische Peroxide der Gefahrgruppen OP Ia und OP Ib mit definierter Flächenbelegung

Flächenbelegung in kg Flüssigkeit / m <sup>2</sup> Auffangwanne	Verringerung des Schutzabstandes um ... %
über 100 bis 150	10
über 150 bis 200	15
über 200 bis 250	25
über 250 bis 300	30
über 300 bis 350	35

Die Einhaltung eines Mindestabstandes von 30 m muss jedoch gewährleistet sein. Durch Maßnahmen nach Absatz 1, 5 oder 6 kann jedoch dieser Abstand weiter verringert werden. Werden in einem Lager oder Betriebsgebäude neben flüssigen auch feste organische Peroxide (höchstens 35 % der Gesamtmenge) gelagert bzw. verwendet, so darf die Gesamtmenge höchstens 75 % der genehmigten Lagermenge betragen.

(3) Die nach Abschnitt A1.2.2 berechneten Schutzabstände zu Verkehrswegen dürfen für Lager und Betriebsgebäude mit flüssigen organischen Peroxiden entsprechend den Angaben in Absatz 2 verringert werden, wenn die dort genannten Voraussetzungen erfüllt sind. Die Einhaltung des Mindestabstandes von 25 m muss jedoch gewährleistet sein, soweit nicht Maßnahmen nach Absatz 1, 5 oder 6 getroffen sind.

(4) Die nach Abschnitt A1.2.2 berechneten Schutzabstände zu Verkehrswegen können für Mengen bis zu 10000 kg entfallen, wenn in Wirkungsrichtung die in Absatz 1 genannten Maßnahmen getroffen sind. Für Mengen über 10000 kg dürfen unter den gleichen Voraussetzungen die Schutzabstände zu Verkehrswegen um 40 m verringert werden.

(5) Die nach Abschnitt A1.2.1 und A1.2.2 berechneten Schutzabstände zu Wohnbereichen oder Verkehrswegen können um 30 % verringert werden, wenn

1. die Lager oder Betriebsgebäude mit einer meldegesteuerten Feuerlöscheinrichtung ausgerüstet sind, die entsprechend dem Stand der Technik bemessen, angeordnet, betrieben sowie regelmäßig gewartet wird,
2. die Meldeanlagen und Löschmittel der Art der gelagerten oder verwendeten organischen Peroxide angepasst sind, d. h. die Meldeanlagen müssen in der Lage sein, einen Entstehungsbrand oder eine flammenlose Zersetzung der organischen Peroxide möglichst frühzeitig zu erkennen und zu melden; die Löschmittel müssen geeignet sein, einen Brand der organischen Peroxide auch unter den jeweiligen Bedingungen (z.B. Kühllager) wirksam zu bekämpfen,
3. die Leistung bei Sprinkler- oder Sprühwasser-Löschanlagen mindestens 20 Liter pro Minute und Quadratmeter beträgt.

(6) Die nach Abschnitt A1.2.1 und A1.2.2 berechneten Schutzabstände zu Wohnbereichen oder Verkehrswegen können um 30 % verringert werden, wenn

1. die Lager oder Betriebsgebäude mit Gefahrmeldeanlagen ausgestattet sind, die einen Entstehungsbrand oder eine flammenlose Zersetzung der organischen Peroxide möglichst frühzeitig erkennen und einer ständig besetzten Stelle melden und
2. eine anerkannte Werkfeuerwehr zur unmittelbaren Brandbekämpfung zur Verfügung steht.

(7) Sind die Voraussetzungen nach Absatz 1 und 5 oder Absatz 1 und 6 erfüllt, sind die angegebenen Verringerungen der Schutzabstände additiv wirksam. In den Fällen von Absatz 2 bzw. Absatz 3 sind die dort genannten Verringerungen zuerst in Ansatz zu bringen, bevor von den verbleibenden Schutzabständen die Verringerungen nach Absatz 1 und 5 oder Absatz 1 und 6 in Abzug gebracht werden dürfen. Sind die Voraussetzungen nach Absatz 4 Satz 2 und Absatz 5 oder Absatz 4 Satz 2 und Absatz 6 erfüllt, sind zuerst die 40 m nach Absatz 4 Satz 2 und dann die prozentuale Verringerung nach Absatz 5 oder 6 in Abzug zu bringen.

(8) Die Schutzabstände dürfen zu besonders schutzbedürftigen Objekten nicht verringert werden, ausgenommen in den Fällen der Absätze 2 und 3.

(9) Besonders schutzwürdige Objekte sind alle Einrichtungen außerhalb des Betriebes, auf oder in denen sich gleichzeitig viele Menschen aufhalten können (Panikgefahr), wie z.B. Schulen, Krankenhäuser, große Freizeitanlagen, Kindertagesstätten, Warenhäuser, große Sportstätten, Verkehrsflughäfen usw. Hierfür sind besondere Schutzabstände für Wohnbereiche einzuhalten. Zu den besonders schutzwürdigen Objekten zählen auch Verkehrswege mit hoher Verkehrsbelastung (Gefahr von Sekundärschäden), wie z.B. Bundesautobahnen, Straßen mit einer Verkehrsbelastung von mehr als 5000 Fahrzeugen innerhalb von 24 Stunden (Jahresmittel) Eisenbahnstrecken mit einer Streckenbelastung von mehr als 24 Reisezügen innerhalb von 24 Stunden in jede Richtung oder Wasserwege, deren Verkehrsaufkommen 1000000 Ladetonnen oder 5000 Fahrzeuge im Jahr überschreitet (Begrenzung auf den betonnten Schifffahrtsweg). Hierfür sind besondere Schutzabstände für Verkehrswege einzuhalten.

#### A1.2.3.2 Gefahrgruppe OP II

(1) Für die Verringerung der nach Abschnitt A1.2.1 und A1.2.2 berechneten Schutzabstände gilt Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 1, 3 und 6 bis 9 entsprechend.

(2) Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 2 gilt entsprechend mit der Maßgabe, dass der einzuhaltende Mindestabstand 25 m beträgt.

(3) Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 4 gilt entsprechend mit der Maßgabe, dass die Schutzabstände zu Verkehrswegen für Lagermengen bis zu 20000 kg entfallen können und für Lagermengen über 20000 kg um 40 m verringert werden dürfen.

(4) Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 5 gilt entsprechend mit der Maßgabe, dass die Leistung bei Sprinkler- oder Sprühwasser-Löschanlagen mindestens 10 Liter pro Minute und Quadratmeter betragen muss.

#### A1.2.3.3 Gefahrgruppe OP III

(1) Die nach Abschnitt A1.2.1 und A1.2.2 berechneten Schutzabstände dürfen ganz entfallen, wenn die Wirkungsrichtung durch die in Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 1 genannten Maßnahmen geschützt ist.

(2) Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 5 und 6 gelten entsprechend mit der Maßgabe, dass die Leistung bei Sprinkler- oder Sprühwasser-Löschanlagen mindestens 5 Liter pro Minute und Quadratmeter betragen muss.

(3) Die Schutzabstände zu besonders schutzbedürftigen Objekten dürfen für Mengen von mehr als 1000 kg nicht verringert werden.

#### A1.2.4 Vergrößerung der Schutzabstände

(1) Ist in eine Richtung mit einer erhöhten Wirkung zu rechnen, ist der Schutzabstand in diese Richtung zu vergrößern.

(2) Ein vor Wänden mit ungeschützten Öffnungen oder vor Entlastungsflächen auftretender Abbrand erfordert nur bei organischen Peroxiden der Gefahrgruppe OP Ia eine Vergrößerung der Schutzabstände gegenüber besonders schutzbedürftigen Objekten. Die Vergrößerung ist im Einzelfall in Abhängigkeit von der Umsetzungsgeschwindigkeit der gelagerten organischen Peroxide und von der Größe der Entlastungsfläche festzulegen. Dabei sind die Abstände umso mehr zu vergrößern, je höher die Belegungsdichte und die Umsetzungsgeschwindigkeit und je kleiner die Entlastungsfläche ist.

### A1.3 Sicherheitsabstände von Lagern, Betriebsgebäuden und -anlagen mit organischen Peroxiden zu Verwaltungs- und Sozialgebäuden

#### A1.3.1 Berechnung der Sicherheitsabstände

##### A1.3.1.1 Gefahrgruppe OP Ia

Bei Mengen von mehr als 100 kg berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 0,124 \cdot A_k^{1/2} \cdot M^{1/3}$ , wobei jedoch ein Mindestabstand von 25 m einzuhalten ist.

##### A1.3.1.2 Gefahrgruppe OP Ib

(1) Bei Mengen von mehr als 200 kg, jedoch höchstens 10000 kg, berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 7,3 \cdot M^{1/5}$ , wobei jedoch ein Mindestabstand von 25 m einzuhalten ist.

(2) Bei Mengen von mehr als 10000 kg berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 2,1 \cdot M^{1/3}$ .

#### A1.3.1.3 Gefahrgruppe OP II

(1) Bei Mengen von mehr als 200 kg, jedoch von höchstens 10000 kg, berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 5,1 \cdot M^{1/5}$ , wobei jedoch ein Mindestabstand von 25 m einzuhalten ist.

(2) Bei Mengen von mehr als 10000 kg berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 1,5 \cdot M^{1/3}$ .

#### A1.3.1.4 Gefahrgruppe OP III

Bei Mengen von mehr als 200 kg muss, unabhängig von der Menge, ein Sicherheitsabstand von mindestens 16 m eingehalten werden.

### A1.3.2 Verringerung der Sicherheitsabstände

Werden besondere Schutzmaßnahmen getroffen, kann der Sicherheitsabstand in der geschützten Wirkungsrichtung teilweise oder ganz entfallen.

#### A1.3.2.1 Gefahrgruppen OP Ia, OP Ib und OP II

Für die Verringerung der nach Abschnitt A1.3.1.1, A1.3.1.2 und A1.3.1.3 ermittelten Sicherheitsabstände gilt Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 1, 2 und 5 bis 7 entsprechend. Nach Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 5 sind für organische Peroxide der Gefahrgruppe OP Ia und OP Ib Sprinkler- und Sprühwasseranlagen mit mindestens 20 Liter pro Minute und Quadratmeter erforderlich. Für organische Peroxide der Gefahrgruppe OP II sind Sprinkler- und Sprühwasseranlagen mit mindestens 10 Liter pro Minute und Quadratmeter erforderlich. Für Verwaltungs- und Sozialgebäude mit einer Höhe von mehr als 22 m ist eine Reduzierung der Sicherheitsabstände nur nach Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 2 möglich.

#### A1.3.2.2 Gefahrgruppe OP III

(1) Der Sicherheitsabstand darf ganz entfallen, wenn die Wirkungsrichtung durch die in Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 1 genannten Maßnahmen geschützt ist.

(2) Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 5 und 6 gelten entsprechend, mit der Maßgabe, dass die Leistung bei Sprinkler- oder Sprühwasser-Löschanlagen mindestens 5 Liter pro Minute und Quadratmeter betragen muss.

(3) Der Sicherheitsabstand darf zu Verwaltungs- und Sozialgebäuden über 22 m Höhe nicht verringert werden.

### A1.3.3 Vergrößerung der Sicherheitsabstände für die Gefahrgruppe OP Ia, OP Ib und OP II

(1) Ist in einer Richtung mit einer erhöhten Wirkung zu rechnen, ist der Sicherheitsabstand in dieser Richtung zu vergrößern.

(2) Ist damit zu rechnen, dass ein Abbrand der organischen Peroxide oder ihrer Zersetzungsprodukte vor Druckentlastungsflächen auftritt, erfordert dieser keine Vergrößerung der

Sicherheitsabstände, da die gemäß Abschnitt A1.3.1.1, A1.3.1.2 und A1.3.1.3 vorgegebenen Sicherheitsabstände hier im Gegensatz zu Abschnitt A1.5.3 Absatz 2 so groß sind, dass die eintretende Gefahrerhöhung unerheblich ist.

#### **A1.4 Sicherheitsabstände von Lagern mit organischen Peroxiden zu Lagern mit organischen Peroxiden**

Befinden sich in einem Lagergebäude auch ständige Arbeitsplätze, ist dieses Gebäude gegenüber anderen Lagern wie ein Betriebsgebäude zu behandeln.

##### **A1.4.1 Berechnung der Sicherheitsabstände**

###### **A1.4.1.1 Gefahrgruppe OP Ia**

Bei Mengen von mehr als 100 kg berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 0,115 \cdot A_k^{1/2} \cdot M^{1/3}$ , wobei jedoch ein Mindestabstand von 10 m einzuhalten ist.

###### **A1.4.1.2 Gefahrgruppe OP Ib**

Bei Mengen von mehr als 200 kg berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 1,6 \cdot M^{1/3}$ , wobei jedoch ein Mindestabstand von 10 m einzuhalten ist.

###### **A1.4.1.3 Gefahrgruppe OP II**

Bei Mengen von mehr als 200 kg berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 1,1 \cdot M^{1/3}$ , wobei jedoch ein Mindestabstand von 10 m einzuhalten ist.

###### **A1.4.1.4 Gefahrgruppe OP III**

Bei Mengen von mehr als 200 kg muss, unabhängig von der Menge, ein Sicherheitsabstand von mindestens 10 m eingehalten werden.

##### **A1.4.2 Verringerung der Lager/Lager-Abstände**

Werden besondere Schutzmaßnahmen getroffen, kann der Sicherheitsabstand in der geschützten Wirkungsrichtung teilweise oder ganz entfallen.

###### **A1.4.2.1 Gefahrgruppen OP Ia und OP Ib**

(1) Die nach Abschnitt A1.4.1 berechneten Lager/Lager-Abstände dürfen auf die sich aus Abbildung 1 ergebenden Werte verringert werden, wenn

1. die Lager etwa gleich hoch sind,
2. die Wände um mindestens 0,5 m vor- bzw. hochgezogen sind, wenn sie an Entlastungsflächen anschließen, oder die organischen Peroxide in einem Abstand von mindestens 0,5 m von den Entlastungsflächen zum Rauminnern gelagert werden,
3. die sich aus Abbildung 1 ergebenden baulichen Voraussetzungen an Donatoren und Akzeptoren erfüllt sind.

Lager (Akzeptor) \ Lager (Donator)	A1	A2a	A2b	A3	A4
D1	0	0	0	0	0
D2a	0	0	0	25	50
D2b	0	0	0	25	50
D3	0*)	25	25	50	75
D4	0*)	50	50	75	100

\*) Die Lagerfläche des Donators ist so anzulegen, dass eine Gefährdung der an die Brandwand angrenzenden Außenwände des Akzeptorlagers vermieden wird (z.B. durch ausreichende Entfernung von den Gebäudekanten).

**Abbildung 1:** Verringerung der Sicherheitsabstände von Lagern zu anderen Lagern in Abhängigkeit von der Bauweise

Erläuterungen zur Abbildung:

Die angegebenen Zahlenwerte sind Prozentsätze der Abstände (in m) nach Abschnitt A1.4.1. Diese Prozentsätze gelten nur, wenn sowohl am Donatorlager als auch am Akzeptorlager die jeweils beschriebenen baulichen Maßnahmen ergriffen werden. Die in der Abbildung aufgeführten Beispiele gelten als Modellfälle. Abweichungen davon sind entsprechend der Bauweise und Anordnung der Lager zu bewerten.

#### D1 bzw. A1:

- Das Lager weist in der betrachteten Wirkungs- bzw. Einwirkungsrichtung eine öffnungslose Brandwand nach DIN 4102-3 auf.
- Die an die Brandwand angrenzenden Außenwände müssen den Bedingungen der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen. Enthalten sie Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse, die auch den Durchtritt von Wärmestrahlung verhindern, verschlossen sein.
- Das Lager muss ein Dach oder eine Decke der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 haben und das Dach muss eine gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Dacheindeckung nach DIN 4102-7 aufweisen. Enthält das Dach oder die Decke Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse verschlossen sein.

4. Der Abstand zwischen dem organischen Peroxid (z.B. Lagergut) und der Gebäudedecke (z.B. Lagerdecke) muss mindestens 1 m betragen. Er kann verringert werden, wenn ein wirksamer Löschangriff auf andere Weise gewährleistet ist.

**D2a bzw. A2a:**

1. Das Lager weist in der betrachteten Wirkungs- bzw. Einwirkungsrichtung eine Wand auf, die der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entspricht. Enthält die Wand Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse, verschlossen sein.

2. Die an die Wand nach Nummer 1 angrenzenden Außenwände müssen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen. Enthalten sie Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse, die auch den Durchtritt von Wärmestrahlung verhindern, verschlossen sein.

3. Das Lager muss ein Dach oder eine Decke der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 haben und das Dach muss eine gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Dacheindeckung nach DIN 4102-7 aufweisen. Enthält das Dach oder die Decke Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse, die auch den Durchtritt von Wärmestrahlung verhindern, verschlossen sein.

4. Der Abstand zwischen dem organischen Peroxid (z.B. Lagergut) und der Gebäudedecke (z.B. Lagerdecke) muss mindestens 1 m betragen. Er kann verringert werden, wenn ein wirksamer Löschangriff auf andere Weise gewährleistet ist.

**D2b bzw. A2b:**

1. Das Lager weist in der betrachteten Wirkungs- bzw. Einwirkungsrichtung eine öffnungslose Brandwand nach DIN 4102-3 auf.

2. Die an die Brandwand angrenzenden Außenwände müssen mindestens den Bedingungen der Feuerwiderstandsklasse F 90 A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen. Enthalten sie Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse, die auch den Durchtritt von Wärmestrahlung verhindern, verschlossen sein.

3. Das Dach muss eine gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Dacheindeckung nach DIN 4102-7 aufweisen.

4. Der Abstand zwischen dem organischen Peroxid (z.B. Lagergut) und der Gebäudedecke (z.B. Lagerdecke) muss mindestens 1 m betragen. Er kann verringert werden, wenn ein wirksamer Löschangriff auf andere Weise gewährleistet ist.

**D3 bzw. A3:**

Das Lager weist in der betrachteten Wirkungs- bzw. Einwirkungsrichtung eine Wand oder eine gleichwertige Maßnahme (Schutzwand, Wall) auf, die mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entspricht und die das Lagergut um mindestens 1 m überragt. Enthält die Wand Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse, die auch den Durchtritt von Wärmestrahlung verhindern, verschlossen sein.

**D4 bzw. A4:**

1. Das Lager weist in Wirkungsrichtung entweder keine Schutzeinrichtung (z.B. Lager im Freien) oder nur eine Wand, die nicht mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. 13501-2 entspricht, auf.

2. Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 2 gilt entsprechend. Jedoch muss die Einhaltung eines Mindestabstandes von 10 m gewährleistet sein. Durch Maßnahmen nach Abschnitt A1.4.2.1 Absatz 1 oder Absatz 3 kann jedoch dieser Abstand weiter verringert werden.

3. Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 5 und Absatz 6 gelten entsprechend.

4. Sind die Voraussetzungen nach Abschnitt A1.4.2.1 Absatz 1 und Absatz 3 erfüllt, sind die angegebenen Verringerungen der Lager/Lager-Abstände additiv wirksam. Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 7 Satz 2 gilt im Falle von Abschnitt A1.4.2.1 Absatz 2 entsprechend.

5. Die nach Abschnitt A1.4.1 ermittelten Lager/Lager-Abstände dürfen ganz entfallen, wenn die Bedingungen nach Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 5 oder Absatz 6 für beide Lagergebäude erfüllt sind, mindestens ein Lager in Wirkungs- bzw. Einwirkungsrichtung eine Wand der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 aufweist und die Voraussetzungen nach Abschnitt A1.4.2.1, Absatz 1, Nummer 1 und 2, erfüllt sind.

6. Bei benachbarten unterschiedlich hohen Lagergebäuden sind die nach Abschnitt A1.4.2.1 Absatz 1 verringerten Lager/Lager-Abstände um die Differenz der Gebäudehöhen zu vergrößern, wenn Dach oder Decke des niedrigeren Lagergebäudes nicht mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entspricht oder wenn das Dach als Entlastungsfläche dient.

7. Bei unterschiedlich hohen Lagergebäuden dürfen die nach Abschnitt A1.4.1 berechneten Lager/Lager-Abstände ganz entfallen, wenn

- a) die höhere von den einander gegenüberliegenden Wänden der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entspricht oder Wand und Dach oder Decke des niedrigeren Lagergebäudes öffnungslos sind und der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen. Sind in den Wänden, dem Dach oder der Decke Öffnungen enthalten, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse, die bei Wänden auch den Durchtritt von Wärmestrahlung verhindern, verschlossen sein oder

- b) die Bedingungen nach Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 5 oder Absatz 6 für beide Lagergebäude erfüllt sind und mindestens ein Lager in Wirkungs- bzw. Einwirkungsrichtung eine Wand der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 aufweist und die Voraussetzung nach Abschnitt A1.4.2.1 Absatz 1 Nummer 2 erfüllt ist.

#### A1.4.2.2 Gefahrgruppe OP II und OP III

Abschnitt A1.4.2.1 Absatz. 1 bis 7 gilt entsprechend mit der Maßgabe, dass bei organischen Peroxiden der Gefahrgruppe OP II die Leistung bei Sprinkler- oder Sprühwasser-Löschanlagen mindestens 10 Liter pro Minute und Quadratmeter und bei organischen Peroxiden der Gefahrgruppe OP III mindestens 5 Liter pro Minute und Quadratmeter betragen muss.

### **A1.4.3 Vergrößerung der Lager/Lager-Abstände**

#### A1.4.3.1 Gefahrgruppe OP Ia und OP Ib

(1) Ist in einer Richtung mit einer erhöhten Wirkung zu rechnen, oder sind die Betriebsgebäude oder -anlagen in der Umgebung eines Lagers besonders schutzbedürftig, ist der Sicherheitsabstand in dieser Richtung zu vergrößern.

(2) Mit einer erhöhten Wirkung ist vor Wänden mit ungeschützten Öffnungen und vor Druckentlastungsflächen sowie bei Lagern im Freien zu rechnen. Diese erhöhte Wirkung erfordert eine Vergrößerung der Lager/Lager-Abstände nach Abschnitt A1.4.1, wenn am Akzeptor keine schützenden baulichen Maßnahmen getroffen sind. Die Vergrößerung ist im Einzelfall in Abhängigkeit von der Umsetzungsgeschwindigkeit der gelagerten Stoffe und von der Größe der Entlastungsfläche festzulegen. Dabei sind die Abstände umso mehr zu vergrößern, je höher die Belegungsdichte oder die Umsetzungsgeschwindigkeit und je kleiner die Entlastungsfläche ist.

(3) Sind am Akzeptorlager schützende bauliche Maßnahmen entsprechend den Bauweisen A 1 bis A 3 von Abbildung 1 getroffen, gelten für das Donatorlager die für die Bauweise D 4 in Abbildung 1 aufgeführten Abstandsverringerungen.

(4) Die Lager/Lager-Abstände vor Wänden mit ungeschützten Öffnungen und vor Entlastungsflächen dürfen in jedem Falle um 30 % verringert werden, wenn das Donatorlager mit einer meldegesteuerten Feuerlöscheinrichtung gemäß Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 5 ausgerüstet ist.

#### A1.4.3.2 Gefahrgruppe OP II und OP III

(1) Ist bei der Lagerung von organischen Peroxiden der Gefahrgruppe OP II in einer Richtung mit einer erhöhten Wirkung zu rechnen oder sind die Betriebsgebäude oder -anlagen in der Umgebung eines Lagers für organische Peroxide der Gefahrgruppe OP II besonders schutzbedürftig, sind die Sicherheitsabstände in dieser Richtung zu vergrößern.

(2) Ein vor Entlastungsflächen auftretender Abbrand der gelagerten organischen Peroxide oder ihrer Zersetzungsprodukte erfordert keine Vergrößerung der Lager/Lager-Abstände.

## **A1.5 Sicherheitsabstände von Lagern, Betriebsgebäuden mit organischen Peroxiden zu Betriebsgebäuden mit organischen Peroxiden und sonstigen Betriebsgebäuden oder -anlagen**

### **A1.5.1 Berechnung der Sicherheitsabstände**

#### A1.5.1.1 Gefahrgruppe OP Ia

Bei Mengen von mehr als 100 kg berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 0,092 \cdot A_k^{1/2} \cdot M^{1/3}$ , wobei jedoch ein Mindestabstand von 25 m einzuhalten ist.

#### A1.5.1.2 Gefahrgruppe OP Ib

(1) Bei Mengen von mehr als 200 kg, jedoch höchstens 10000 kg, berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 5,5 \cdot M^{1/5}$ , wobei jedoch ein Mindestabstand von 25 m einzuhalten ist.

(2) Bei Mengen von mehr als 10000 kg berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 1,6 \cdot M^{1/3}$ .

#### A1.5.1.3 Gefahrgruppe OP II

Bei Mengen von mehr als 200 kg berechnet sich der Sicherheitsabstand nach der Formel  $E = 1,1 \cdot M^{1/3}$ , wobei jedoch ein Mindestabstand von 25 m einzuhalten ist.

#### A1.5.1.4 Gefahrgruppe OP III

Bei Mengen von mehr als 200 kg muss, unabhängig von der Menge, ein Sicherheitsabstand von mindestens 10 m eingehalten werden.

### **A1.5.2 Verringerung der Sicherheitsabstände**

(1) Werden besondere Schutzmaßnahmen getroffen, kann der Sicherheitsabstand in der geschützten Wirkungsrichtung teilweise oder ganz entfallen. Hinsichtlich Zellenbauweise siehe auch Abschnitt A1.1 Absatz 8.

(2) Die nach Abschnitt A1.5.1 berechneten Sicherheitsabstände von Lagern bzw. Betriebsgebäuden mit organischen Peroxiden (Donatoren) zu Betriebsgebäuden oder -anlagen (Akzeptoren) dürfen auf die sich aus Abbildung 2 ergebenden Werte verringert werden, wenn die Lager und Betriebsgebäude oder -anlagen etwa gleich hoch sind und die nachstehend genannten Voraussetzungen erfüllt sind:

Betriebsgebäude oder -anlage Lager Betriebs- gebäude org. Peroxide	A11	A12	A13	A14	A15
D1 	0	0	0	0	50
D2a  D2b 	0	25 bzw. LT wenn LT ≤ 25	25	50 bzw. 25 + LT wenn 25 + LT ≤ 50	50
D3 	0*)	25 bzw. 2 LT wenn 2 LT ≤ 25	50 bzw. 25 + LT wenn 25 + LT ≤ 50	75 bzw. 25 + 2 LT wenn 25 + 2 LT ≤ 75	75 bzw. 50 + LT wenn 50 + LT ≤ 75
D4 	0*)	25	50	75	100

\*) Die Fläche des Lagers oder des Betriebsgebäudes oder der -anlage ist so anzulegen, dass eine Gefährdung der an die Brandwand angrenzenden Außenwände des Betriebsgebäudes oder der -anlage vermieden wird (z.B. durch ausreichende Entfernung von den Gebäudekanten).

## Abbildung 2: Sicherheitsabstände zwischen Donatoren und Akzeptoren

### Erläuterungen zur Abbildung

Die angegebenen Zahlenwerte sind Prozentsätze der Abstände (in m) nach Abschnitt A1.5.1.

LT bedeutet Tiefe des Gebäudes oder der Gebäudefläche (in m) in Wirkungsrichtung gemessen.

Diese Prozentsätze gelten nur, wenn sowohl am Donator als auch am Akzeptor die jeweils beschriebenen baulichen Maßnahmen ergriffen werden.

Die in der Abbildung 2 aufgeführten Beispiele gelten als Modellfälle. Abweichungen davon sind entsprechend der Bauweise und Anordnung der Lager und Betriebsgebäude oder -anlagen zu bewerten. Für die Bauweisen der Donatoren D1 bis D4 gelten die Erläuterungen zu Abbildung 2 mit der Maßgabe, dass die dort an Lager gestellten Anforderungen auch für Betriebsgebäude gelten.

### A11:

1. Das Betriebsgebäude muss in der betrachteten Einwirkungsrichtung eine Brandwand nach DIN 4102-3 aufweisen. Enthält die Brandwand Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen (z.B. Feuerschutztüren, feuerwiderstandsfähige Verglasung) der gleichen Feuerwiderstandsklasse, die auch den Durchtritt von Wärmestrahlung verhindern, verschlossen sein.

2. Die an die Brandwand angrenzenden Außenwände des Betriebsgebäudes müssen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen.
3. Das Dach oder die Decke des Betriebsgebäudes muss mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen. Enthält das Dach oder die Decke Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse verschlossen sein. Das Dach muss eine gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Dacheindeckung nach DIN 4102-7 aufweisen.
4. Die Notausgänge des Betriebsgebäudes dürfen nicht auf Druckentlastungsflächen von Lagern oder Betriebsgebäuden gerichtet sein.

#### **A12:**

1. Das Betriebsgebäude muss in der betrachteten Einwirkungsrichtung eine Brandwand nach DIN 4102-3 aufweisen. Enthält die Brandwand Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen (z.B. Feuerschutztüren, feuerwiderstandsfähige Verglasung) der gleichen Feuerwiderstandsklasse, die auch den Durchtritt von Wärmestrahlung verhindern, verschlossen sein.
2. Die an die Brandwand angrenzenden Außenwände des Betriebsgebäudes müssen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen.
3. Das Dach muss eine gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Dacheindeckung nach DIN 4102-7 aufweisen.
4. Die Notausgänge des Betriebsgebäudes dürfen nicht auf Entlastungsflächen von Lagern oder Betriebsgebäuden gerichtet sein.

#### **A13:**

1. Das Betriebsgebäude muss in der betrachteten Einwirkungsrichtung eine Wand aufweisen, die mindestens der Feuerwiderstandsklasse F30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entspricht. Enthält die Wand Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen (z.B. Feuerschutztüren, feuerwiderstandsfähige Verglasung) der gleichen Feuerwiderstandsklasse verschlossen sein. Verglasungen der Feuerwiderstandsklasse G erfüllen diese Bedingung jedoch nur in Verbindung mit einer Brüstungshöhe von 1,80 m.
2. An die an die Wand nach Nummer 1 angrenzenden Außenwände des Betriebsgebäudes werden keine besonderen Anforderungen gestellt.
3. Das Dach oder die Decke des Betriebsgebäudes muss mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen. Enthält das Dach oder die Decke Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse verschlossen sein. Das Dach muss eine gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Dacheindeckung nach DIN 4102-7 aufweisen.
4. Die Notausgänge des Betriebsgebäudes dürfen nicht auf Entlastungsflächen von Lagern oder Betriebsgebäuden gerichtet sein.

**A14:**

1. Das Betriebsgebäude muss in der betrachteten Einwirkungsrichtung eine Wand aufweisen, die mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entspricht.

Enthält die Wand Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen (z.B. Feuerschutztüren, feuerwiderstandsfähige Verglasung) der gleichen Feuerwiderstandsklasse verschlossen sein. Verglasungen der Feuerwiderstandsklasse G erfüllen diese Bedingungen nur in Verbindung mit einer Brüstungshöhe von 1,80 m.

2. An die an die Wand nach Nummer 1 angrenzenden Außenwände des Betriebsgebäudes werden keine besonderen Anforderungen gestellt.

3. Das Dach muss eine gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Dachendeckung nach DIN 4102-7 aufweisen.

4. Die Notausgänge des Betriebsgebäudes dürfen nicht auf Entlastungsflächen von Lagern oder Betriebsgebäuden gerichtet sein.

**A15:**

Ständige Arbeitsplätze im Freien (Freianlagen) oder hinter Schutzeinrichtungen, die nicht mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entsprechen.

1. Für organische Peroxide der Gefahrgruppen OP I und OP II gelten Abschnitt A1.2.3.1 Absätze 2, 5 und 6 entsprechend.

2. Für organische Peroxide der Gefahrgruppe OP III gelten Abschnitt A1.3.2.2 Absätze 1 und 2 entsprechend.

3. Sind für die organischen Peroxide der Gefahrgruppen OP I und OP II die Voraussetzungen nach Abschnitt A1.5.2 Absatz 2 und Abschnitt A1.2.3.1 Absatz 5 oder Absatz 6 und für die organischen Peroxide der Gefahrgruppe OP II die Voraussetzungen nach Abschnitt A1.2.3.2 Absatz 4 bzw. der Gefahrgruppe OP III die Voraussetzungen nach Abschnitt A1.3.2.2 Absatz 2 erfüllt, sind die angegebenen Verringerungen der Sicherheitsabstände additiv wirksam.

4. Sind Lager und Betriebsgebäude organischer Peroxide der Bauweise D 2 bis D 4 und benachbarte Betriebsgebäude oder -anlagen nicht etwa gleich hoch, sind die nach Abschnitt A1.5.2 Absatz 2 verringerten Sicherheitsabstände um die Höhendifferenz der benachbarten Gebäude (bei Betriebsgebäuden oder -anlagen dient die oberste mit ständigen Arbeitsplätzen belegte Geschoßebene oder Arbeitsbühne als Bezugsebene) zu vergrößern, wenn die benachbarte Wand des höheren Gebäudes nicht mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 30-A nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 entspricht. Eine Vergrößerung über den Mindestabstand gemäß Abschnitt A1.5.1 hinaus ist nicht erforderlich. Enthält die Wand des höheren Gebäudes Öffnungen, müssen diese durch Sonderbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen der gleichen Feuerwiderstandsklasse verschlossen sein.

**A1.5.3 Vergrößerung der Sicherheitsabstände**

(1) Ist bei organischen Peroxiden der Gefahrgruppe OP Ia, OP Ib oder OP II in einer Richtung mit einer erhöhten Wirkung zu rechnen, ist der Sicherheitsabstand in dieser Richtung zu vergrößern.

(2) Eine erhöhte Wirkung kann vor Druckentlastungsflächen auftreten, wenn der Abbrand der organischen Peroxide oder ihrer Zersetzungsprodukte im Wesentlichen außerhalb des Gebäudes stattfindet. Diese Wirkungserhöhung erfordert eine Vergrößerung der Sicherheitsabstände nach Abschnitt A1.5.1 um die Lagertiefe (in Wirkungsrichtung gemessen). Gegebenenfalls können nach Abschnitt A1.2.3.1 Absätze 1, 2 und 5 bis 7 die Reduzierungen vorgenommen werden.

### **A1.6 Günstiger-Regel**

Ergeben sich aufgrund der verwendeten Formeln größere Schutz- bzw. Sicherheitsabstände für die Gefahrgruppe OP Ib im Vergleich zur Gefahrgruppe OP Ia, können die Schutz- und Sicherheitsabstände für die Gefahrgruppe OP Ia angewendet werden. Siehe hierzu Tabellen 7 und 9.

### **A1.7 Sicherheitsbauweise von Produktionsgebäuden**

(1) Gebäude und Räume zum Herstellen, Bearbeiten, Verarbeiten, Abfüllen oder Vernichten organischer Peroxide werden als Produktionsgebäude bzw. Produktionsräume bezeichnet und müssen in Sicherheitsbauweise mit ausreichend widerstandsfähigen Decken und Wänden und ausreichend bemessenen Druckentlastungsflächen errichtet sein, wenn die Beschäftigten durch eintretende Zersetzungen gefährdet werden können.

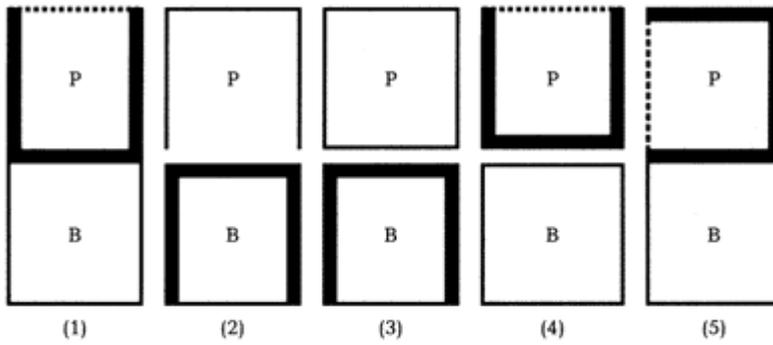
(2) Eine Gefährdung ist z.B. gegeben, wenn bei der Herstellung oder der chemischen oder physikalischen Nachbehandlung (z.B. Zentrifugieren, Trocknen, Mischen) von organischen Peroxiden eine unkontrollierte Zersetzung mit Druckwirkung oder stichflammenartigem Abbrand die Beschäftigten verletzen kann.

(3) Ein Produktionsgebäude ist in Sicherheitsbauweise (siehe Abbildung 3) errichtet, wenn

1. die Beschäftigten gegen die von der Produktionsanlage zu erwartenden Gefahren, z.B. Feuer, Druck oder Wurfstücke, durch Wände und Dächer geschützt sind, die gegen diese Einwirkungen ausreichend widerstandsfähig sind und
2. der Produktionsraum eine ausreichend bemessene Druckentlastungsfläche, in der Regel 1/6 der gesamten Raumbegrenzungsfläche, z.B. eine gesamte Seitenfläche, aufweist. Diese Druckentlastungsfläche kann bei kleinen Mengen organischer Peroxide im Verhältnis zur Raumgröße entsprechend verringert werden, wenn dies der zu erwartende Druckanstieg zulässt.

(4) Als ausreichend widerstandsfähig gemäß Absatz 1 gilt eine Wand der Feuerwiderstandsklasse F 30-A DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2, wenn z.B. nur mit einer schwachen Brandbeanspruchung zu rechnen ist, während gegenüber starken Brandbeanspruchungen eine Wand der Feuerwiderstandsklasse F 90-A DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 erforderlich ist. Ist außerdem mit dem Auftreten von Druck oder Wurfstücken zu rechnen, müssen die Wände zusätzlich eine ausreichende Standfestigkeit aufweisen, diese kann z.B. gewährleistet werden durch eine Stahlbetonbauweise.

(5) Eine Sicherheitsbauweise ist nicht erforderlich, wenn unter Berücksichtigung der Menge und der Eigenschaften der organischen Peroxide ein ausreichender Schutz auf andere Weise, z.B. durch Verwendung von ortsbeweglichen Schutzvorrichtungen, Schutzscheiben oder dergleichen sichergestellt werden kann. Eine Sicherheitsbauweise ist also z.B. für das Abfüllen fertiggestellter Produkte nicht erforderlich, wenn eine Gefährdung von Beschäftigten durch Stichflammen nicht zu erwarten ist. Liegen besondere Kenntnisse über organische Peroxide vor, die eine Verringerung der Schutzmaßnahmen rechtfertigen, so kann auf ortsbewegliche Schutzvorrichtungen beim Abfüllen verzichtet werden.



**Erläuterungen:**

Wand mit erhöhter Standfestigkeit  
 F 30-Wand  
 Wand mit Druckentlastungsfläche

P: Produktionsraum  
 B: Bedienungsraum

**Abbildung 3:** Beispiele für Sicherheitsbauweise (Grundrisse)

Zu Beispiel (5):

Die an die Wand mit Druckentlastungsfläche angrenzende Wand des Bedienungsraumes muss mindestens in F 30-A DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2 ausgeführt sein.

### A1.8 Gefahrgruppe OP Ia, Schutzabstände E in Abhängigkeit von der Menge M für organische Peroxide mit verschiedenen $A_k$ -Werten

Die Tabelle 6 gibt für organische Peroxide der Gefahrgruppe OP Ia Rechenwerte für beispielhaft ausgewählte Stoffmengen und  $A_k$ -Werte an. Die Rechenwerte sind auf volle m auf- bzw. abgerundet.

**Tabelle 6:** Schutzabstände für organische Peroxide der Gefahrgruppen OP Ia

M kg	Schutzabstände zu Wohnbereichen in m			Schutzabstände zu Verkehrswegen in m		
	$A_k = 400$ kg/min	$A_k = 600$ kg/min	$A_k = 1200$ kg/min	$A_k = 400$ kg/min	$A_k = 600$ kg/min	$A_k = 1200$ kg/min
200	30	30	37	25	25	25
300	30	30	43	25	25	29
400	30	33	47	25	25	32
500	30	36	51	25	25	34
600	31	38	54	25	26	36
700	33	40	57	25	27	38
800	34	42	59	25	28	40
900	36	44	62	25	29	41
1000	37	45	64	25	30	43
2000	47	57	81	31	38	54
3000	53	65	92	36	44	62
4000	59	72	102	39	48	68
5000	63	77	110	42	52	73
6000	67	82	116	45	55	78
7000	71	87	123	47	58	82
8000	74	91	128	50	61	86
9000	77	94	133	52	63	89
10000	80	98	138	53	65	93
20000	100	123	174	67	82	117
30000	115	141	199	77	94	133
40000	127	155	219	85	104	147
50000	136	167	236	91	112	158
60000	145	177	251	97	119	168
70000	152	187	264	102	125	177
80000	159	195	276	107	131	185
90000	166	203	287	111	136	192
100000	172	210	297	115	141	199
200000	216	265	375	145	178	251

### A1.9 Gefahrgruppen OP Ib, OP II und OP III, Schutzabstände E in Abhängigkeit von der Menge M

Die Tabelle 7 gibt für organische Peroxide der Lagergruppen Ib, II und III Rechenwerte für beispielhaft ausgewählte Stoffmengen an. Die Rechenwerte sind auf volle m auf- bzw. abgerundet.

**Tabelle 7:** Schutzabstände für organische Peroxide der Gefahrgruppen OP Ib, OP II und OP III

M kg	Schutzabstände zu Wohnbereichen in m			Schutzabstände zu Verkehrswegen in m		
	Gefahrgr. OP Ib	Gefahrgr. OP II	Gefahrgr. OP III	Gefahrgr. OP Ib	Gefahrgr. OP II	Gefahrgr. OP III
300	30 *	25	25	25	25	16
400	30 *	25	25	25	25	16
500	30 *	26	25	25	25	16
600	31 *	27	25	25 *	25	16
700	33 *	28	25	25 *	25	16
800	34 *	29	25	25 *	25	16
900	36 *	29	25	25 *	25	16
1000	37 *	30	25	25 *	25	16
2000	47 *	34	25	31 *	25	16
3000	53 *	37	25	36	25	16
4000	58	39	25	38	27	16
5000	60	41	25	40	28	16
6000	63	43	25	42	29	16
7000	65	44	25	43	30	16
8000	66	45	25	44	31	16
9000	68	46	25	45	32	16
10000	69	47	25	45	32	16
20000	87	60	25	57	41	16
30000	99	68	25	65	47	16
40000	109	75	25	72	51	16
50000	118	81	25	77	55	16
60000	125	86	25	82	59	16
70000	132	91	25	87	62	16
80000	138	95	25	90	65	16
90000	143	99	25	94	67	16
100000	149	102	25	97	70	16
200000	187	129	25	123	88	16

\* Aufgrund der "Günstiger-Regel" können die Schutzabstände für die Gefahrgruppe OP Ia in Anspruch genommen werden (bei kleineren Mengen führt die anzuwendende Formel zu größeren Werten)

**A1.10 Tabellen der Sicherheitsabstände****Tabelle 8:** Sicherheitsabstände für organische Peroxide der Gefahrgruppen OP Ia (in m)

M kg	Gefahrgruppe OP Ia A <sub>k</sub> = 300 kg/min			Gefahrgruppe OP Ia A <sub>k</sub> = 400 kg/min			Gefahrgruppe OP Ia A <sub>k</sub> = 600 kg/min		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
100	10	25	25	11	25	25	13	25	25
200	12	25	25	13	25	25	16	25	25
300	13	25	25	15	25	25	19	25	25
400	15	25	25	17	25	25	21	25	25
500	16	25	25	18	25	25	22	25	25
600	17	25	25	19	25	25	24	25	26
700	18	25	25	20	25	25	25	25	27
800	18	25	25	21	25	25	26	25	28
900	19	25	25	22	25	25	27	25	29
1000	20	25	25	23	25	25	28	25	30
2000	25	25	27	29	25	31	35	28	38
3000	29	25	31	33	27	36	41	33	44
4000	32	25	34	37	29	39	45	36	48
5000	34	27	37	39	31	42	48	39	52
6000	36	29	39	42	33	45	51	41	55
7000	38	30	41	44	35	47	54	43	58
8000	40	32	43	46	37	50	56	45	61
9000	41	33	45	48	38	52	59	47	63
10000	43	34	46	50	40	53	61	49	65
20000	54	43	58	62	50	67	76	61	82
30000	62	50	67	71	57	77	88	70	94
40000	68	54	73	79	63	85	96	77	104
50000	73	59	79	85	68	91	104	83	112
60000	78	62	84	90	72	97	110	88	119
70000	82	66	89	95	76	102	116	93	125
80000	86	69	93	99	79	107	121	97	131
90000	89	71	96	103	82	111	126	101	136
100000	92	74	100	107	85	115	131	105	141
200000	116	93	126	135	108	145	165	132	178

a = Lager / Lager

b = Lager, Betriebsgebäude organische Peroxide / Betriebsgebäude organische Peroxide und andere Gebäude oder Anlagen

c = Lager, Betriebsgebäude organische Peroxide / Verwaltungs- und Sozialgebäude

**Tabelle 9:** Sicherheitsabstände für organische Peroxide der Gefahrgruppen OP Ib, OP II und OP III (in m)

M kg	Gefahrgruppe OP Ib			Gefahrgruppe OP II			Gefahrgruppe OP III		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	10	25	25	10	25	25	10	10	16
300	11	25	25	10	25	25	10	10	16
400	12	25	25	10	25	25	10	10	16
500	13	25	25	10	25	25	10	10	16
600	13	25	25 *	10	25	25	10	10	16
700	14	25	25 *	10	25	25	10	10	16
800	15	25	25 *	10	25	25	10	10	16
900	15	25	25 *	11	25	25	10	10	16
1000	16	25	25 *	11	25	25	10	10	16
2000	20	25	27 *	14	25	25	10	10	16
3000	23	27	31 *	16	25	25	10	10	16
4000	25	29	34 *	17	25	27	10	10	16
5000	27	30	37 *	19	25	28	10	10	16
6000	29	31	39 *	20	25	29	10	10	16
7000	31	32	41 *	21	25	30	10	10	16
8000	32	33	43 *	22	25	31	10	10	16
9000	33	34	45	23	25	32	10	10	16
10000	34	34	45	24	25	32	10	10	16
20000	43	43	57	30	30	41	10	10	16
30000	50	50	65	34	34	47	10	10	16
40000	55	55	72	38	38	51	10	10	16
50000	59	59	77	41	41	55	10	10	16
60000	63	63	82	43	43	59	10	10	16
70000	66	66	87	45	45	62	10	10	16
80000	69	69	90	47	47	65	10	10	16
90000	72	72	94	49	49	67	10	10	16
100000	74	74	97	51	51	70	10	10	16
200000	94	94	123	64	64	88	10	10	16

a = Lager / Lager

b = Lager, Betriebsgebäude organische Peroxide / Betriebsgebäude organische Peroxide und andere Gebäude oder Anlagen

c = Lager, Betriebsgebäude organische Peroxide / Verwaltungs- und Sozialgebäude

## Anhang 2: Prüfmethode zur Zuordnung von flüssigen organischen Peroxiden zu Gefährgruppen

### A2.1 Einleitung

Die Geschwindigkeit, mit der ein flüssiges organisches Peroxid abbrennt, wird im Laboratoriumsmaßstab geprüft. Die Abbrandgeschwindigkeit wird durch Messen des Gewichtsverlustes der brennenden Probe des organischen Peroxids als Funktion der Zeit ermittelt. Während der Messung bleibt die Größe der brennenden Oberfläche konstant. Die Masse des pro Minute verbrannten Produktes, dividiert durch die Größe der brennenden Oberfläche, wird als die Abbrandgeschwindigkeit in  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$  definiert. Um den Brand eines Stapels von Packstücken organischer Peroxide zu simulieren, wird die brennende Oberfläche der Proben der organischen Peroxide in kleinere Segmente unterteilt.

### A2.2 Apparatur und Materialien

(1) Der Brandversuch mit dem organischen Peroxid wird in einer flachen Glasschale nach DIN 12337 (z.B. Duran oder Pyrex) vorgenommen. Diese Schale hat eine Höhe von 54 mm, einen Innendurchmesser von  $90 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  und eine Wanddicke von  $2,0 \text{ mm} \pm 1,0 \text{ mm}$ . Die Schale erhält gegenüber ihrer Umgebung eine Wärmeisolierung, die man durch konzentrisches Einsetzen der Schale in eine zweite Schale mit einer Höhe von mindestens 65 mm und einem Durchmesser von mindestens 115 mm erreicht. Der Zwischenraum zwischen den Böden und zwischen den zylindrischen Seitenwänden der Schalen wird mit Steinwolle ausgefüllt. In die innere Testschale lassen sich in aufrechter Stellung 14 Abschnitte aus Pyrex- oder Duran-Glasrohr von 20 mm Außendurchmesser, 29 mm Höhe und  $1,8 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$  Wanddicke so einsetzen, dass zwischen ihnen ein Abstand von nicht mehr als 1 mm besteht. Eine Zeichnung des Versuchsaufbaues zeigt Abbildung 4.

(2) Zur Messung der Abnahme des Probengewichtes während des Brandversuches wird eine elektronische Präzisionswaage verwendet. An die Waage wird ein Datenlogger angeschlossen, so dass der Gewichtsverlust in sicherer Entfernung von der Versuchsanordnung registriert werden kann. Die technischen Daten der Waage sind wie folgt:

1. Standard-Abweichung: 0,10 g,
2. Maximale Linearitätsabweichung: 0,15 g.

Um die Waage vor Feuereinwirkung zu schützen, wird auf die Waage ein Aluminiumblech von etwa 22 cm x 36 cm mit einer Dicke von etwa 1,5 mm gelegt (optional).

(3) Die meisten flüssigen organischen Peroxide lassen sich nur schwer entzünden. Daher ist speziell darauf zu achten, dass beim Entzünden mit einer Gasflamme oder alternativen Entzündungsmitteln eine ungleichmäßige Temperaturverteilung der Probe vermieden wird. Bevorzugt ist die Verwendung eines Anzünddochtes, der aus vier Zellstoffschnüren von 6 cm Länge und 1 mm Dicke hergestellt wird, die am Ende verknotet werden. Der in die Mitte von vier Glasrohrabschnitten eingesteckte Docht lässt sich, wenn er mit dem organischen Peroxid getränkt ist, leicht mit einem Streichholz entzünden.

- (4) Der Versuch ist in einem Laboratoriums-Abzug vorzunehmen, der
1. feuerbeständig ist, um eine Ausbreitung des Feuers zu vermeiden,
  2. mit splittersicheren Scheiben ausgerüstet ist, um die Beschäftigten für den Fall zu schützen, dass die Glasschalen bei dem Versuch zerlegt werden,
  3. Mindestdimensionen von 2 m Höhe, 0,5 m Breite und 0,5 m Tiefe aufweist,

4. mit einer Absaugvorrichtung zur Entfernung von Rauch und Dämpfen ausgerüstet ist.

### A2.3 Versuchsdurchführung

- (1) Die gemäß Abschnitt A2.2 Absatz 1 ausgerüstete Versuchsschale wird mit 100 g des organischen Peroxids befüllt, dessen Temperatur (unmittelbar vor der Anzündung) der Kontrolltemperatur des zu prüfenden organischen Peroxids (kann z.B. der Liste der BAM im Internet entnommen werden) zuzüglich 10 °C entspricht, jedoch nicht höher als 25 °C ist.

Die Glasschalenkombination wird nun auf das auf der Waage liegende Aluminiumblech gesetzt.

Waage und Datenlogger werden eingestellt. Anschließend wird die Probe entzündet. Das Feuer breitet sich schnell über die gesamte Oberfläche des organischen Peroxids in der Schale aus. Das sich verringerende Gewicht der brennenden Probe wird mittels Datenlogger registriert.

- (2) Der Versuch wird zweimal ausgeführt.

### A2.4 Versuchsauswertung

- (1) Mit Ausnahme zu Beginn und gegen Ende des Feuers, nimmt im Regelfall das Gewicht der Probe mit der Zeit nahezu linear ab. Die Zeit, die für den Gewichtsverlust zwischen 20 % und 80 % benötigt wird, wird Brenndauer genannt. Zur Versuchsauswertung wird der kürzere der beiden gemessenen Werte für die Brenndauer verwendet.

- (2) Die Abbrandgeschwindigkeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$\text{Abbrandgeschwindigkeit} = \frac{0,6 \cdot \text{Einwaage [kg]}}{\text{Brenndauer [min]} \cdot \text{Oberfläche [m}^2\text{]}}$$

Mit der Einwaage von 0,1 kg, der gemessenen Brenndauer in min und der Oberfläche der inneren Glasschale von  $0,00636 \text{ m}^2 \pm 0,00029 \text{ m}^2$  ergibt sich die Abbrandgeschwindigkeit in  $\text{kg}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ .

### A2.5 Versuchsprotokoll

- (1) Über die Versuche ist ein Protokoll zu fertigen, das mindestens die folgenden Angaben enthält:

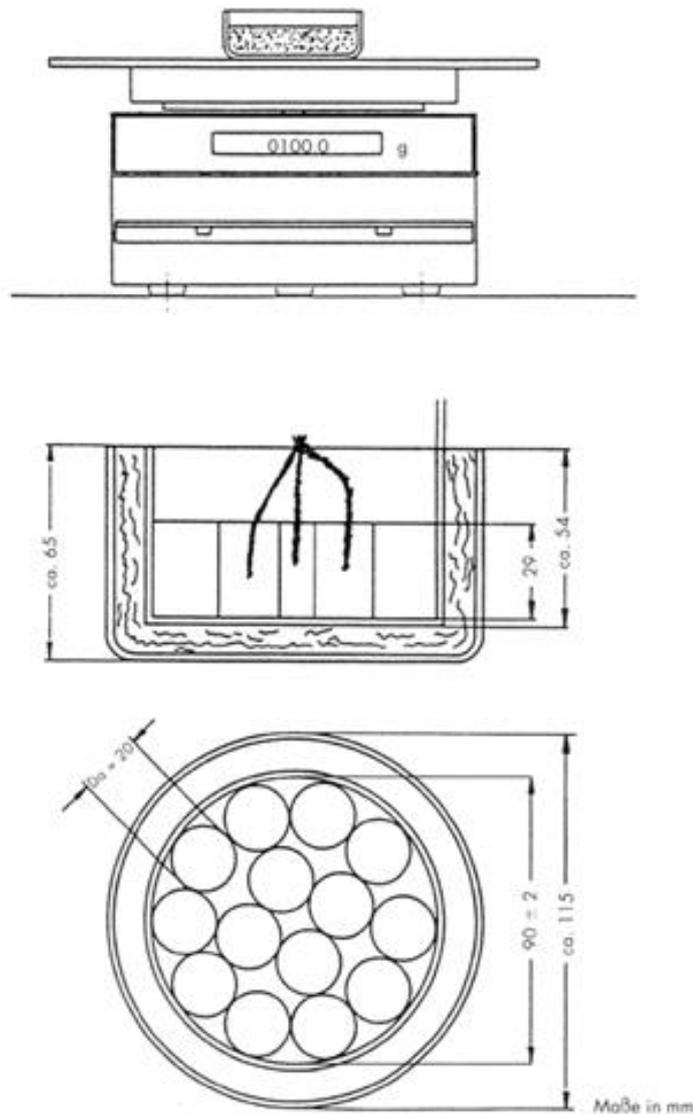
1. die Bezeichnung und die chemische Zusammensetzung der Probe,
2. die Versuchstemperatur,
3. die gemessene Brenndauer aus beiden Einzelversuchen,
4. die errechnete Abbrandgeschwindigkeit.

- (2) Dem Protokoll ist die Kopie der Messkurve beizufügen, damit beurteilt werden kann, ob die für den Gewichtsverlust zwischen 20 % und 80 % ermittelte Brenndauer für den Stoff repräsentativ ist oder gegebenenfalls zu korrigieren ist.

### A2.6 Zuordnungskriterien

1. Ist die Abbrandgeschwindigkeit kleiner als  $0,9 \text{ kg}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ , ist das organische Peroxid der Gefährgruppe OP III zuzuordnen.

2. Ist die Abbrandgeschwindigkeit größer oder gleich  $0,9 \text{ kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ , jedoch kleiner  $2,2 \text{ kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ , ist das organische Peroxid der Gefahrgruppe OP II zuzuordnen.
3. Ist die Abbrandgeschwindigkeit größer oder gleich  $2,2 \text{ kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ , jedoch kleiner  $9,0 \text{ kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ , ist das organische Peroxid der Gefahrgruppe OP I b zuzuordnen.
4. Ist die Abbrandgeschwindigkeit größer oder gleich  $9,0 \text{ kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ , ist das organische Peroxid der Gefahrgruppe OP I a zuzuordnen.



**Abbildung 4:** Prüfung der Abbrandgeschwindigkeit von flüssigen organischen Peroxiden

### Anhang 3: Prüfmethode zur Zuordnung von festen organischen Peroxiden zu Gefahrgruppen

Das in Anhang 2 beschriebene Verfahren für flüssige organische Peroxide kann in begrenztem Umfang für feste organische Peroxide mit sehr geringer Abbrandgeschwindigkeit verwendet werden. Ist die Abbrandgeschwindigkeit eines festen organischen Peroxids kleiner oder gleich  $0,5 \text{ kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$  ist das organische Peroxid der Gefahrgruppe OP III zuzuordnen.

## **Anhang 4: Brandbekämpfung nach Abschnitt 4.7**

### **A4.1 Allgemeines**

(1) Geraten organische Peroxide durch Zersetzung oder Fremdfeuer in Brand, so brennen sie aufgrund der spezifischen Stoffeigenschaften heftiger ab als z.B. organische Lösemittel. Dies kann von Stichflammen und Verpuffung/Explosion mit Auswurf von brennendem organischem Material begleitet sein. 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 Löschabstand einzuhalten.

(2) 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.

(3) 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.

(4) 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 durchbrennend aufschwimmender organischer 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.

(5) Fremdbrände oder Brände einzelner Gebinde organischer Peroxide können ggf. 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.

(6) Alle betriebsspezifischen Maßnahmen sind mit internen und externen Einsatzkräften abzustimmen.

### **A4.2 Bekämpfung von Klein- und Entstehungsbränden**

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

(2) Kleinbrände (Einzelgebilde bis 30 kg) lassen sich bei massivem Einsatz im Anfangsstadium noch mit Pulver-, Kohlendioxid- oder Schaumlöschern bekämpfen.

(3) 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.

(4) 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.

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

#### **A4.3 Bekämpfung von Großbränden**

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

(2) Um eine Ausbreitung des Brandes zu verhindern - insbesondere ein Übergreifen auf noch nicht brennende Gebinde bzw. Gebäudeteile - ist die Umgebung des Brandherdes mit Wasser zu kühlen.

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

Hinweis: Die Verwendung von Wasser aus Löschfahrzeugen mit ca. 15 °C Wassertemperatur kann bei tiefgekühlten Produkten eine Erwärmung bis zur Selbstzersetzung bewirken. Die Produkteigenschaften sind daher vor Einsatz von Löschwasser zu ermitteln. Die Löschmethoden sind auf das Produkt abzustimmen.

(4) 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 gegebenenfalls so lange wie möglich aufrechtzuhalten.

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

(6) Entsteht in der Nähe eines Lagers für organische Peroxide ein Brand, so ist die Außenseite des Lagers mit ausreichenden Wassermengen zu kühlen, um eine gefährliche Aufheizung der gelagerten organischen Peroxide zu vermeiden.