

**M 017**

**DGUV Information 213-072**



## Lösemittel

Gefahrstoffe

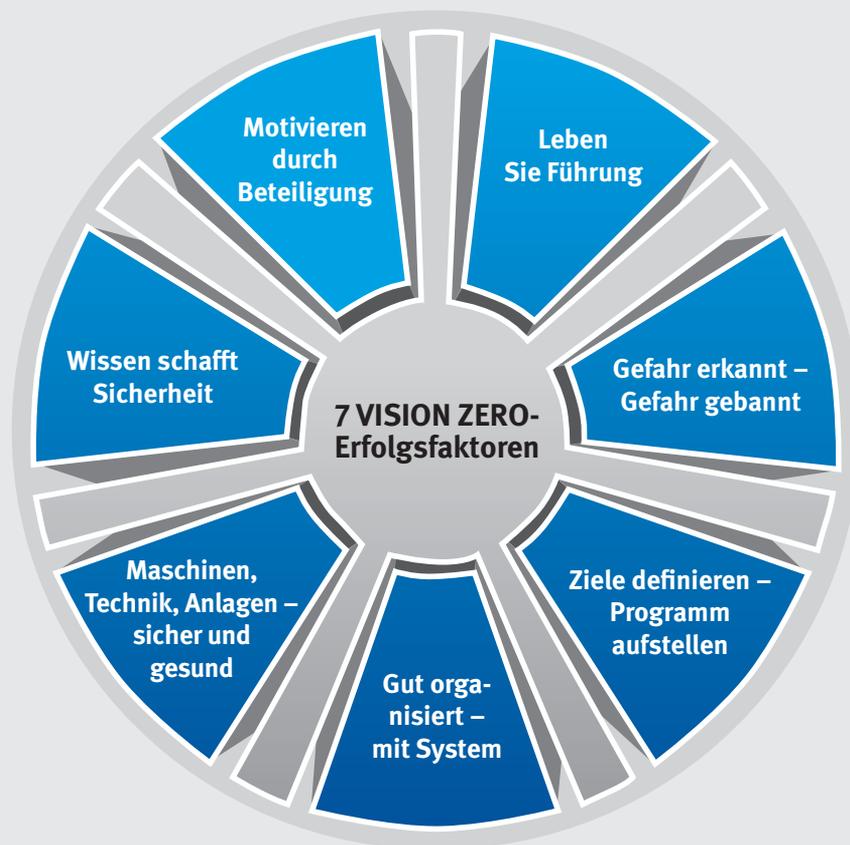
12/2019

Ihre gesetzliche Unfallversicherung

# VISION ZERO.

NULL UNFÄLLE – GESUND ARBEITEN!

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



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

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

# Inhalt

	Seite
<b>1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Eigenschaften von Lösemitteln .....</b>	<b>7</b>
<b>3 Gesundheitsgefahren.....</b>	<b>7</b>
3.1    Aufnahmewege .....	7
3.2    Wirkungsweise .....	8
3.3    Akute Wirkung.....	9
3.4    Chronische Einwirkung .....	10
3.5    Berufskrankheiten .....	11
<b>4 Gefährdungsbeurteilung.....</b>	<b>11</b>
4.1    Informationsermittlung.....	14
4.1.1 Arbeitsplatzgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische (RCP-Formel) .....	14
4.1.2 Erfassung der verwendeten Stoffe und Gemische – Gefahrstoffverzeichnis.....	17
4.1.3 Substitutionsprüfung .....	17
4.2    Festlegung notwendiger Schutzmaßnahmen.....	17
4.3    Explosionsschutz .....	18
4.4    Dokumentation und Wirksamkeitskontrolle .....	19
4.5    Expositionsverzeichnis.....	20
<b>5 Überwachung der Exposition.....</b>	<b>20</b>
5.1    Konzentrationsmessungen in der Luft am Arbeitsplatz.....	21
5.1.1 Personengetragene und ortsfeste Probenahme .....	21
5.1.2 Direktanzeigende Messgeräte .....	21
5.1.3 Direktanzeigende Prüfröhrchen .....	21
5.2    Anforderungen an die Durchführung von Messungen .....	22
5.3    Alternative Bewertungsverfahren .....	22
<b>6 Substitution.....</b>	<b>23</b>
<b>7 Technische Schutzmaßnahmen .....</b>	<b>24</b>
7.1    Lüftungsmaßnahmen .....	25
7.2    Schutzmaßnahmen bei gefährlichen explosionsfähigen Gemischen .....	26
7.2.1 Vermeiden gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre .....	27
7.2.2 Vermeiden wirksamer Zündquellen.....	27
7.2.3 Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes .....	28
7.2.4 Begleitende Schutzmaßnahmen.....	29
7.3    Brandschutzmaßnahmen .....	29
7.4    Laboratorien .....	30
7.5    Arbeits- und Lagerräume .....	31
7.5.1 Lagerung in Sicherheitsschränken.....	33
7.5.2 Lagerung von Aerosolpackungen .....	33
7.6    Transport.....	34
7.7    Umfüllen, Probenahme .....	34
7.8    Reinigung .....	37
7.9    Entsorgen von Abfällen und Rückständen .....	38
7.10   Werkstoffe .....	39

<b>8 Organisatorische Schutzmaßnahmen .....</b>	<b>39</b>
8.1 Betriebsanweisung und Unterweisung.....	40
8.1.1 Betriebsanweisung.....	40
8.1.2 Unterweisung der Beschäftigten .....	41
8.1.3 Informationspflichten nach Störfall-Verordnung .....	41
8.2 Instandhaltung.....	41
8.3 Hygiene .....	42
8.4 Kennzeichnung .....	43
8.5 Arbeitsmedizinische Vorsorge.....	46
8.5.1 Pflichtvorsorge .....	47
8.5.2 Angebotsvorsorge .....	47
8.5.3 Wunschvorsorge .....	48
<b>9 Persönliche Schutzmaßnahmen .....</b>	<b>49</b>
9.1 Atemschutz .....	50
9.2 Augen- und Gesichtsschutz .....	50
9.3 Chemikalienschutzhandschuhe und -schutzkleidung .....	51
<b>10 Notfallprävention .....</b>	<b>52</b>
10.1 Planung von Notfallmaßnahmen.....	52
10.2 Maßnahmen für den Notfall.....	53
10.2.1 Erste-Hilfe-Einrichtungen .....	53
10.2.2 Löscheinrichtungen .....	53
10.2.3 Vorbereiten von Maßnahmen zum Eindämmen von Schäden.....	54
10.2.4 Fluchtwege.....	54
10.2.5 Flucht- und Rettungsplan.....	54
10.2.6 (Früh-)Warnsystem und Alarmierung.....	55
10.2.7 Ausrüstungen für Notfälle.....	55
10.2.8 Notduschen.....	55
10.3 Verhalten bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen mit Freiwerden von Lösemitteln .....	56
<b>11 Erste Hilfe .....</b>	<b>56</b>
11.1 Allgemeines.....	56
11.2 Generell.....	57
11.3 Augen.....	57
11.4 Haut.....	57
11.5 Verschlucken.....	57
11.6 Einatmen .....	57
<b>12 Hinweise für die Ärztin oder den Arzt.....</b>	<b>58</b>
<b>Anhang 1: Beispiel eines Gefahrstoff-Verzeichnisses .....</b>	<b>59</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>60</b>
<b>Bildnachweis .....</b>	<b>65</b>

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

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

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

# 1 Anwendungsbereich

Lösemittel werden in vielen Industrie- und Gewerbebranchen eingesetzt und haben gefährliche Eigenschaften. Um bei Tätigkeiten mit Lösemitteln Gefahren für Mensch und Umwelt zu vermeiden, sind besondere Schutzmaßnahmen erforderlich.

Als Ergänzung der Betriebsanweisung kann diese Schrift den Beschäftigten zur Information über Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Lösemitteln dienen.

In erster Linie soll sie die Vorgesetzten bei der

- › Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen, einschließlich der Prüfung, ob Ersatzstoffe oder -verfahren vorhanden sind und angewendet werden können,
  - › Festlegung der zum Schutz des Menschen und der Umwelt erforderlichen Maßnahmen und Verhaltensregeln,
  - › Festlegung des Verhaltens im Gefahrenfall,
  - › Festlegung der Erste-Hilfe-Maßnahmen,
  - › Ausarbeitung der Betriebsanweisung und
  - › Durchführung der mündlichen Unterweisungen
- unterstützen, wenn Tätigkeiten mit Lösemitteln ausgeübt werden.

- ② Lösemittel im Sinne dieser Schrift sind organische Stoffe sowie deren Mischungen, die bei 20 °C und 1013 hPa nicht vollständig gasförmig sind und dazu verwendet werden, andere Stoffe zu lösen, zu verdünnen, zu emulgieren oder zu suspendieren, ohne sie chemisch zu verändern.

Typische Vertreter sind

- › aliphatische Kohlenwasserstoffe, z. B. Pentan, Hexan,
- › aromatische Kohlenwasserstoffe, z. B. Xylol, Toluol,
- › Alkohole, z. B. Ethanol, iso-Propanol,
- › Ether, z. B. Diethylether,
- › Ketone, z. B. Aceton, 2-Butanon,
- › Aldehyde, z. B. Formaldehyd,
- › Carbonsäureester, z. B. Ethylacetat

und

- › Schwefelkohlenstoff.

Im Handel werden diese häufig als Gemische mit unterschiedlichen Markennamen vertrieben.

- Die besonderen Eigenschaften von Halogenkohlenwasserstoffen und Kaltreinigern werden in dieser Schrift nicht behandelt. Für diese Stoffgruppen existieren mit den Merkblättern M 040 „Chlorkohlenwasserstoffe“ und M 043 „Kaltreiniger“ der BG RCI eigene Schriften. Die Aufarbeitung nitrocellulosehaltiger Lackreste und Lösungen wird im Merkblatt M 037 „Nitrocellulose“ behandelt.

Ebenfalls nicht behandelt werden Ausdünstungen, z. B. in Containern oder beim Konfektionieren von Kleidung. Diese müssen in der Gefährdungsbeurteilung im Rahmen der Arbeitsplatzbedingungen betrachtet werden.

Diese Schrift enthält im Anhang ein Medienverzeichnis, in dem zur Information die Quellen für die im Merkblatt getroffenen Aussagen aufgelistet sind.

Die Nummern am Seitenrand verweisen auf die Nummer der Quelle im Literaturverzeichnis.

## 2 Eigenschaften von Lösemitteln

In der Regel sind Lösemittel brennbare und flüchtige Stoffe, die entfettend wirken. Weitere Eigenschaften sind im Kapitel Gesundheitsgefahren zu finden.

Weitere Informationen über die Eigenschaften einzelner Lösemittel bieten z. B. folgende Quellen:

- › Sicherheitsdatenblätter der Hersteller und Inverkehrbringer,
- ①71 › Gefahrstoffinformationssystem GisChem der BG RCI und BGHM,
- ①77 › GESTIS-Stoffdatenbank des Instituts für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV),
- ①82 › Gefahrstoffinformationssystem GISBAU der BG BAU,
- ①80 › ISI – Informationssystem für Sicherheitsdatenblätter des IFA der DGUV und des Verbandes der chemischen Industrie (VCI),
- ①69 › International Labor Organization (ILO): Encyclopedia of Occupational Health and Safety,
- ①92 › Datenbank CHEMSAFE der physikalisch-technischen Bundesanstalt (PTB), Bundesanstalt für Materialprüfung und -forschung (BAM) und DECHEMA.

Zur Beurteilung einer Gefährdung durch Lösemittel sind folgende Kenngrößen von besonderer Bedeutung:

- › Beurteilungsmaßstab, wie z. B. Arbeitsplatzgrenzwert, Biologischer Grenzwert,
- › Siedepunkt,
- › Dampfdruck,
- › Verdunstungszahl,
- › Sättigungskonzentration,
- › Flammpunkt,
- › Zündtemperatur.

## 3 Gesundheitsgefahren

### 3.1 Aufnahmewege

Es können drei Wege unterschieden werden, über die Lösemittel in den menschlichen Körper aufgenommen werden können:

1. Inhalativ (über die Atemwege)
2. Dermal (über die Haut)
3. Oral (über den Mund)

Viele Lösemittel sind leicht flüchtig, weshalb zunächst grundsätzlich von einer Gefährdung durch die inhalative Aufnahme ausgegangen werden sollte. Über die Atemwege aufgenommen können Lösemittel den Atemtrakt direkt schädigen oder ins Blut gelangen und so im gesamten Körper verteilt werden. Hinweise auf mögliche Gefährdungen dieser Art geben unter anderem die folgenden H-Sätze:

<b>H330</b>	Lebensgefahr bei Einatmen.
<b>H331</b>	Giftig bei Einatmen.
<b>H332</b>	Gesundheitsschädlich bei Einatmen.
<b>H334</b>	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
<b>H335</b>	Kann die Atemwege reizen.
<b>H336</b>	Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

<b>EUH029</b>	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase.
<b>EUH031</b>	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.
<b>EUH032</b>	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.

Beim Handling von Lösemitteln besteht immer auch die Gefahr des Hautkontakts. Dabei können Lösemittel direkt auf die Haut einwirken. Hautresorptive Lösemittel können in den Körper aufgenommen werden. Dabei ist wichtig zu beachten, dass Lösemittel nicht nur in flüssiger, sondern auch in gasförmiger Form über die Haut aufgenommen (resorbiert) werden können. Bei der Aufnahme über die Haut muss zudem eine mögliche Depotwirkung der Haut berücksichtigt werden. Sie kann dazu führen, dass die Auswirkungen verzögert oder auch über die akute Exposition hinaus verlängert auftreten. Hautresorptive Stoffe können unter anderem über die H-Sätze H310–H312 identifiziert werden.

<b>H310</b>	Lebensgefahr bei Hautkontakt.
<b>H311</b>	Giftig bei Hautkontakt.
<b>H312</b>	Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt.

<sup>28</sup> Die Anlage 2 der Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 401 enthält eine nicht abschließende Auflistung hautresorptiver Stoffe. In den TRGS 900, 905 und 910 sind in den Auflistungen hautresorptive Stoffe mit der Bemerkung „H“ gekennzeichnet.  
<sup>49</sup> <sup>51</sup> <sup>53</sup>

Den dritten Aufnahmeweg stellt die orale Aufnahme dar. Hierzu kann es zum Beispiel durch die Verwechslung von Lösemitteln mit Getränken oder durch eine Verschleppung über kontaminierte Handschuhe oder Hände (Berührung Hand-Mund) kommen. Auch Getränke, welche in exponierten Bereichen aufbewahrt wurden, können mit Lösemitteln belastet sein, da sich Lösemitteldämpfe darin lösen können. Das Nichtbeachten der Ess-, Trink- und Rauchverbote in Arbeitsbereichen kann daher zu einer oralen Aufnahme führen.

Hinsichtlich der Informationsermittlung bezüglich der entsprechenden Gefährdungen siehe Abschnitt 4.1.

## 3.2 Wirkungsweise

Die Wirkbreite der Lösemittel ist groß und die Wirkstärke ist abhängig von der einwirkenden Konzentration und der Zeit. Nach einer Aufnahme können sie sich im ganzen Organismus verteilen und werden zum Teil metabolisiert (siehe Abbildung 1). Anschließend werden sie wieder abgeatmet oder über die Niere ausgeschieden. Die Eliminationshalbwertszeiten aus dem Körper differieren dabei je nach Lösemittel zwischen wenigen Stunden und bis zu zwei Tagen. Allerdings kommt es insbesondere bei organischen Lösemitteln, die sich im Allgemeinen durch eine gute Fettlöslichkeit auszeichnen, zu einer Speicherung in Gehirn, Leber, Niere und Knochenmark. Daher besteht auch bei wiederholten Kontakten über Monate oder Jahre mit nur geringen Mengen von Lösemitteln die Gefahr einer Schädigung vor allem der Haut, der Leber, der Nieren und des zentralen Nervensystems. Auch auf Blutbildveränderungen muss in diesem Zusammenhang geachtet werden.

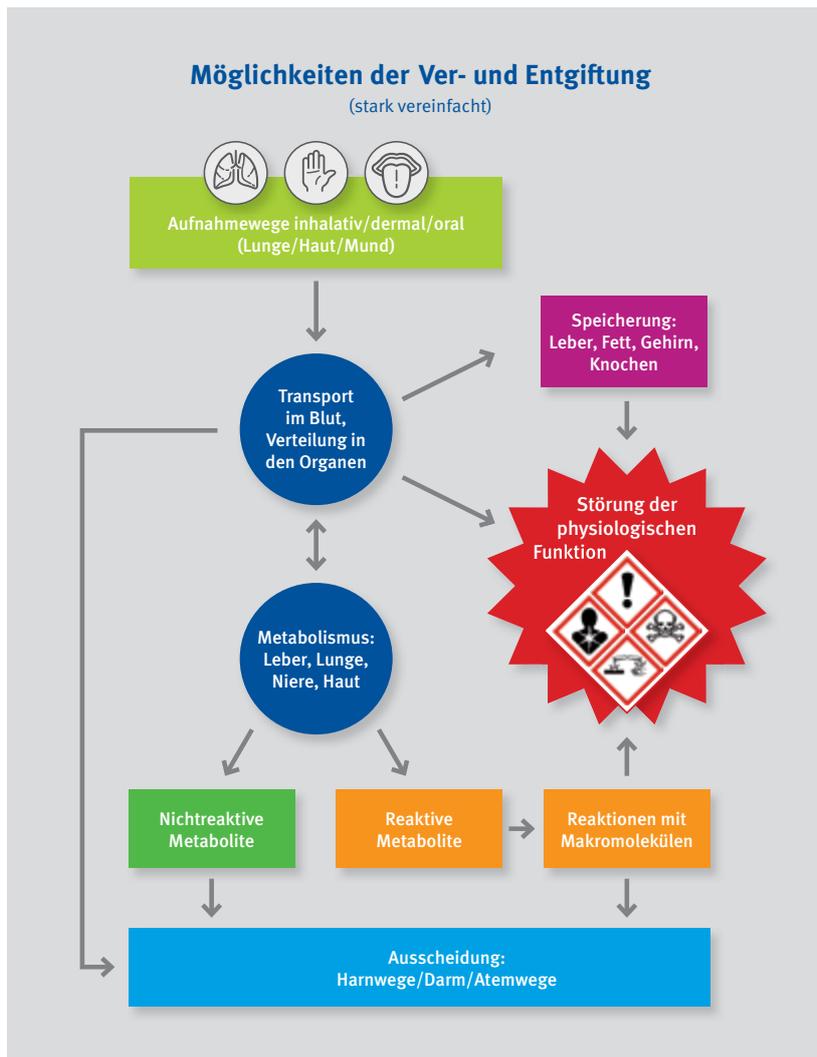


Abbildung 1: Möglichkeiten der Ver- und Entgiftung

### 3.3 Akute Wirkung

Bei akuten Lösemittelaufnahmen liegen oft kurzzeitige Expositionen gegenüber hohen Lösemittelkonzentrationen vor und deren Wirkungen werden in der Regel durch das unveränderte Lösemittel hervorgerufen. Die Wirkung setzt sofort oder mit einer geringen Latenzzeit ein. Dabei sind in Abhängigkeit von der einwirkenden Menge für akute Lösemittelvergiftungen symptomatisch:

Schleimhautreizungen an Augen und Atemwegen bis zu Entzündungen (Konjunktivitis; Bronchitis), Rausch, Schwindel, Bewegungsstörungen, Schläfrigkeit, Übelkeit, Appetitlosigkeit, Erbrechen, Blutdruckabfall, Krämpfe, Lungenödem, Atemlähmung, Tod.

Erkennbar sind solche Gefahrstoffe unter anderem an den H-Sätzen H330–H332.

*Besonderheiten:*

<b>Alkohole (allgemein)</b>	Narkotische Wirkung; die narkotische Wirkung nimmt z. B. bei einwertigen Alkoholen mit steigender Kohlenstoffzahl zu
<b>Methanol</b>	Rauschzustand, Atmungsstörung (metabolische Azidose), Sehstörung bis hin zur Erblindungsgefahr, Hirnschäden
<b>halogenierte Aliphate</b>	Atem- und Herzstillstand
<b>Glykole</b>	Akutes Nierenversagen, Atmungsstörung (metabolische Azidose)
<b>Nitrile</b>	Cyanidvergiftung (z. B. bei Acetonitril)

Lösemittel zeichnen sich im Allgemeinen durch eine gute Fettlöslichkeit aus, was zu einer akuten Austrocknung der Haut führen kann.

### 3.4 Chronische Einwirkung

Eine chronische Einwirkung besteht bei einer längerfristigen Lösemittelexposition. Hierbei sind primär Dauer und Häufigkeit und weniger die Expositionshöhe entscheidend. Aufgrund ihrer Fettlöslichkeit können sich Lösemittel bei häufiger oder langfristiger Exposition vor allem in Haut, Leber, Nieren und dem zentralen Nervensystem anreichern und diese gefährden – auch das Blutbild kann sich verändern.

Die entfettende Wirkung vieler Lösemittel kann die Haut austrocknen und rissig werden lassen. Dadurch wird die Haut anfälliger für Infektionen und ansonsten nicht oder nur geringfügig hautresorptive Stoffe können bei Kontakt die Hautbarriere penetrieren und in den Organismus gelangen. Abhängig von der Einwirkdauer und dem Fettlösevermögen des Lösemittels kann es von der Entfettung über die Rötung und Blasenbildung zur Entzündung kommen. Auf die entfettende Wirkung weist zum Beispiel der Gefahrenhinweis EUH066 hin.

Eine wiederholte Exposition kann auch zu allergischen Reaktionen der Atemwege (erkennbar z. B. an H334) oder der Haut (z. B. H317) führen.

Schwere Fälle der chronischen Einwirkung stellen die krebserzeugenden, keimzellmutagenen und reproduktionstoxischen Wirkungen dar. Hierbei handelt es sich um Stoffe, die Krebs erzeugen können (H350, H351) oder zur Schädigung des Erbguts (H340, H341) und der Fruchtbarkeit, bzw. des ungeborenen Kindes (H360, H361) führen können (KMR-Stoffe). Auch wenn im Sinne einer akuten Einwirkung eine einzelne Exposition das Risiko einer Beeinträchtigung erhöhen kann, ist es die wiederholte Exposition, die zu einer signifikanten Risikoerhöhung führt. Beispiele für Lösemittel mit krebserzeugender Wirkung sind Benzol oder 2-Nitropropan.

Weitere mögliche chronische Wirkungen:

- › Zentralnervöse Störungen,
- › Degenerative Nervenveränderungen, periphere Neuropathien,
- › Suchtentwicklung,
- › zunehmender Persönlichkeitsverlust,
- › Schädigung des Nieren- und Lebergewebes.

## 3.5 Berufskrankheiten

- 54 Lösemittel können Berufskrankheiten nach der Anlage 1 zur Berufskrankheiten-Verordnung verursachen:
- › Berufskrankheit Nr. 1302 „Erkrankungen durch Halogenkohlenwasserstoffe“,
  - › Berufskrankheit Nr. 1303 „Erkrankungen durch Benzol, seine Homologe oder Styrol“,
  - › Berufskrankheit Nr. 1304 „Erkrankungen durch Nitro- oder Aminverbindungen des Benzols oder seiner Homologe oder ihrer Abkömmlinge“,
  - › Berufskrankheit Nr. 1305 „Erkrankungen durch Schwefelkohlenstoff“,
  - › Berufskrankheit Nr. 1306 „Erkrankungen durch Methylalkohol“,
  - › Berufskrankheit Nr. 1316 „Erkrankungen der Leber durch Dimethylformamid“,
  - › Berufskrankheit Nr. 1317 „Polyneuropathie oder Enzephalopathie durch organische Lösungsmittel oder deren Gemische“,
  - › Berufskrankheit Nr. 1318 „Erkrankungen des Blutes, des blutbildenden und des lymphatischen Systems durch Benzol“,
  - › Berufskrankheit Nr. 4302 „Durch chemisch-irritativ oder toxisch wirkende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“,
  - › Berufskrankheit Nr. 5101 „Schwere oder wiederholt rückfällige Hauterkrankungen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“.

## 4 Gefährdungsbeurteilung

25 27 71  
126

- 7 8 14  
20 25 71  
126 Das Arbeitsschutzgesetz, die Verordnungen zum Arbeitsschutz und die DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ verpflichten die Unternehmerin oder den Unternehmer, Gefährdungen am Arbeitsplatz zu ermitteln, zu beurteilen und entsprechende Schutzmaßnahmen abzuleiten.

- 61 Die Gefährdungsbeurteilung ist unabhängig von der Anzahl der Beschäftigten vor Aufnahme der Tätigkeiten durchzuführen, zu dokumentieren und bei maßgeblichen Veränderungen oder neuen Erkenntnissen zu aktualisieren. Bereits vorliegende Ergebnisse aus Anforderungen anderer Vorschriften (z. B. Störfall-Verordnung) können mit in die Gefährdungsbeurteilung einfließen.

- 27 Die Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen gliedert sich nach Technischer Regel für Gefahrstoffe TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ in die folgenden Schritte (siehe Abbildung 2):

1. Stoffe, Gemische und Gefährdungsfaktoren erfassen,
2. Informationsermittlung nach festgelegten Kriterien,
3. Bewertung der Gefährdungen,
4. Prüfung auf Substitutionsmöglichkeiten,
5. Festlegung und Durchführung notwendiger Schutzmaßnahmen,
6. Dokumentation,
7. Wirksamkeitskontrolle.

- 25 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen dürfen erst aufgenommen werden, nachdem die Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und entsprechende Schutzmaßnahmen festgelegt und umgesetzt wurden.

Die Gefährdungsbeurteilung

- 155 › ist zu dokumentieren,
- › darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Gegebenenfalls hat sich die Unternehmerin oder der Unternehmer fachkundig beraten zu lassen, z. B. von der Fachkraft für Arbeitssicherheit, vom Betriebsarzt oder von der Betriebsärztin.

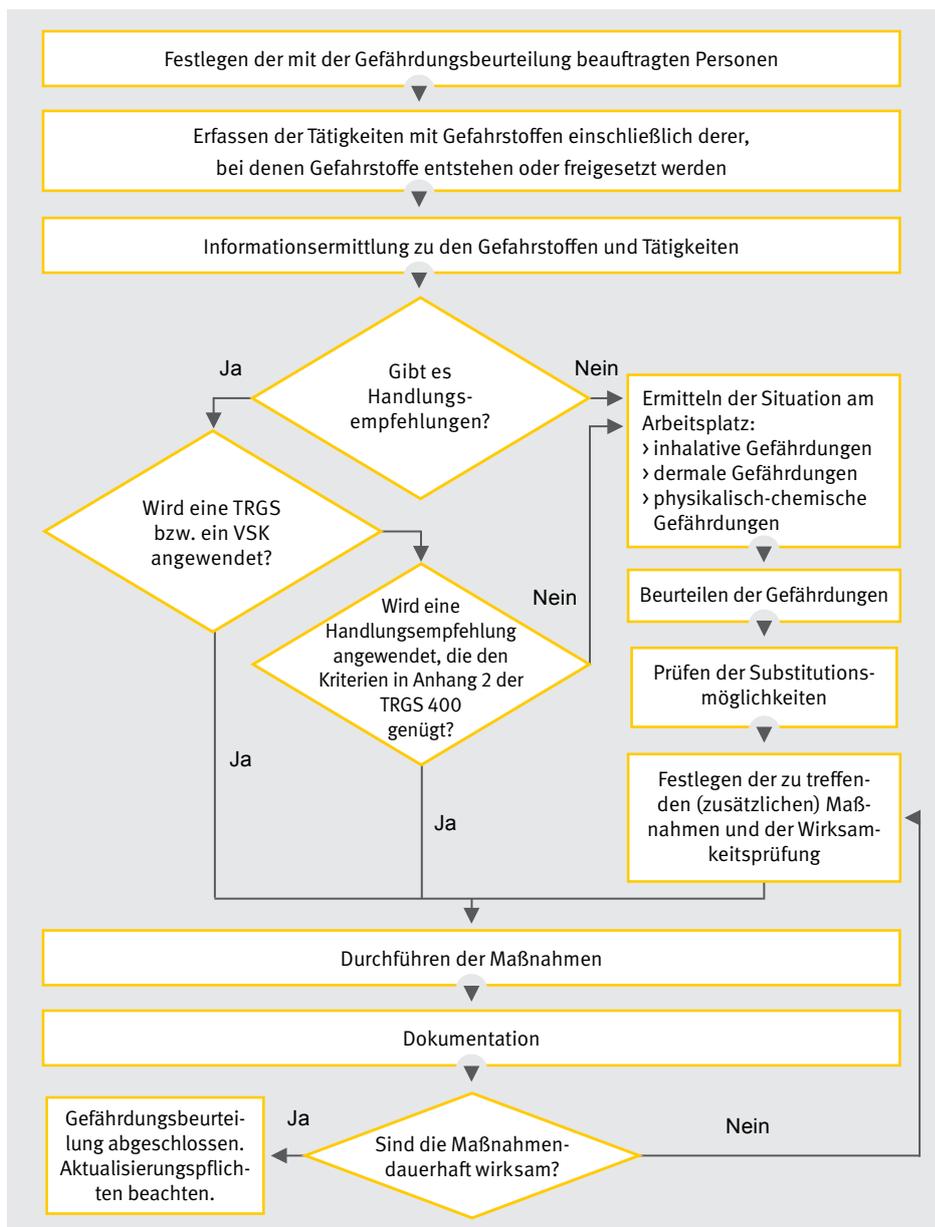


Abbildung 2: Mögliche Vorgehensweise bei der Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nach Anhang 1 der TRGS 400

27

Unabhängig von der aktuellen Zusammensetzung der Belegschaft ist eine ergänzende Gefährdungsbeurteilung nach Mutterschutzgesetz durchzuführen.

58

Die Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig zu überprüfen und umgehend zu aktualisieren, wenn maßgebliche Veränderungen dies erfordern. Anlässe hierzu können sein:

- › Einführung neuer Gefahrstoffe,
- › Änderungen der Tätigkeiten oder der Bedingungen am Arbeitsplatz (Mengen, Arbeitsverfahren, Schutzmaßnahmen, Lüftungsverhältnisse),
- › Ergebnisse aus der regelmäßigen Wirksamkeitsüberprüfung von Schutzmaßnahmen,
- › neue Erkenntnisse zu gefährlichen Stoffeigenschaften,
- › Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge,
- › eine Änderung bei den Arbeitsplatzgrenzwerten, Biologischen Grenzwerten oder anderen Beurteilungsmaßstäben,
- › Änderungen bei rechtlichen Anforderungen (z. B. Gefahrstoffverordnung, Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge, Technisches Regelwerk, Unfallverhütungsvorschriften).

10

25

8

- Die Gesamtverantwortung für die Gefährdungsbeurteilung liegt immer bei der Unternehmerin bzw. dem Unternehmer. Der Betriebsrat ist hinzuzuziehen.

Die mit den Tätigkeiten verbundenen inhalativen, dermalen, oralen und physikalisch-chemischen Gefährdungen sind unabhängig voneinander zu beurteilen und in der Gefährdungsbeurteilung zusammenzuführen. Treten bei einer Tätigkeit mehrere Gefahrstoffe gleichzeitig auf, sind Wechsel- oder Kombinationswirkungen der Gefahrstoffe – soweit bekannt – zu berücksichtigen.

Dabei müssen über den normalen Betrieb hinaus auch das An- und Abfahren von Anlagen, Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten sowie Störungen des Normalbetriebes betrachtet werden.

Bei der Zusammenarbeit verschiedener Betriebe kann die Möglichkeit einer gegenseitigen Gefährdung bestehen. Deshalb muss die Fremdfirmenkoordination ebenfalls Bestandteil der Gefährdungsbeurteilung sein. Kann bei Tätigkeiten von Beschäftigten eines Betriebes eine Gefährdung von Beschäftigten anderer Betriebe nicht ausgeschlossen werden, haben alle Beteiligten bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung zusammenzuwirken und sich abzustimmen. Dabei ist auch eine mögliche Gefährdung benachbarter Betriebe zu beachten. Die Ergebnisse der gemeinsamen Gefährdungsbeurteilung sind von allen Beteiligten zu dokumentieren. Jeder Unternehmer bzw. jede Unternehmerin ist dafür verantwortlich, dass seine oder ihre Beschäftigten die gemeinsam festgelegten Schutzmaßnahmen anwenden.

- ③2 Liegen stoff- oder tätigkeitsbezogene TRGS sowie verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK), die in einer TRGS bekannt gemacht werden, vor, kann die Unternehmerin bzw. der Unternehmer diese unter den Maßgaben der entsprechenden TRGS oder VSK unmittelbar anwenden, wenn die zu beurteilenden Tätigkeiten und Gefährdungen dort beschrieben sind. Wird von den Vorgaben einer TRGS abgewichen, so ist dies in der Gefährdungsbeurteilung zu begründen und zu dokumentieren. Die getroffenen Maßnahmen müssen in vergleichbarer Weise den Schutz und die Sicherheit der Beschäftigten gewährleisten. Treten neben den in einer TRGS oder einem VSK beschriebenen Gefährdungen noch weitere auf, ist die Gefährdungsbeurteilung zu ergänzen.

- ①52 Liegt eine branchen- oder tätigkeitspezifische Hilfestellung (z. B. Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU), Branchenregel), ein Expositionsszenario nach REACH-Verordnung oder eine mitgelieferte Gefährdungsbeurteilung vom Lieferanten vor, die bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen übernommen werden soll, muss deren Anwendbarkeit geprüft werden. Gegebenenfalls müssen fehlende einzelne Angaben eigenständig ermittelt und bei der Festlegung berücksichtigt werden und die Gefährdungsbeurteilung um nicht beschriebene Betriebszustände ergänzt werden.

Die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung bieten ihren Mitgliedsbetrieben für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung Arbeitshilfen an, beispielsweise:

- ①52 ff. > Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU), veröffentlicht als DGUV Information 213-701 ff.
- ①03 > DGUV Information 213-080 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (Merkblatt M 053 der BG RCI),
- ①79 > Die Merkblätter A 016 „Gefährdungsbeurteilung: Sieben Schritte zum Ziel“ und A 017 „Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog“ der BG RCI und der „Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung“ der BG ETEM,
- ①84 > DGUV Informationen zu bestimmten Arbeitsplätzen, z. B.:
- ①45 • DGUV Information 213-033 „Gefahrstoffe in Werkstätten“
  - ①73 • DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“,
  - ①16 • DGUV Information 213-855 „Gefährdungsbeurteilung im Labor“ (Merkblatt T 034 der BG RCI),
- ①93 ff. ①07 ff. > Gefahrstoffbezogene Merkblätter der M-Reihe und Merkblätter zur Sicheren Technik der T-Reihe,
- ①72 > Das Portal [www.sicheres-arbeiten-im-labor.de](http://www.sicheres-arbeiten-im-labor.de),
- ①72 > Das Informationssystem [sicheres-befahren.de](http://sicheres-befahren.de) zum Sicheren Befahren von Behältern.

Vorgaben und Hilfestellungen zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung geben die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), vor allem die

- ②⑦ ff. > 400er Reihe zur Gefährdungsbeurteilung
- ③③ ff. > 500er Reihe zu Schutzmaßnahmen
- ③⑨ ff. > 600er Reihe zur Substitution
- ④② ff. > 700er Reihe zum Explosionsschutz
- ④⑧ > 800er Reihe zu Brandschutzmaßnahmen
- ④⑨ ff. > 900er Reihe zu Grenzwerten und Beurteilungsmaßstäben

## 4.1 Informationsermittlung

Zunächst muss die Unternehmerin oder der Unternehmer feststellen, welche Eigenschaften der Lösemittel zu einer Gefährdung der Beschäftigten führen können. Quellen und Hintergrundinformationen nennen die Kapitel 2 und 3.

- ④⑨ ⑤① Hinweise zu Lösemitteln wie zum Beispiel deren möglichen KMR-Einstufung<sup>1</sup>, ihrer Resorbierbarkeit über die Haut oder deren Arbeitsplatzgrenzwerten geben die TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“, die TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener und reproduktionstoxischer Stoffe“, die TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“, die TRGS 410 „Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B“ sowie die EG-Verordnung 1272/2008.

- ② Das Gefährdungspotential wird wesentlich bestimmt durch:
- > die Einstufung des Lösemittels,
  - > die verwendete Menge,
  - > die lokalen Gegebenheiten (z. B. Absaugung, Luftwechsel, Verarbeitungstemperaturen etc.)
  - > das Freisetzungsvermögen (Dampfdruck, Flüchtigkeit).

### ①⑦⑨ 4.1.1 Arbeitsplatzgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische (RCP-Formel)

Kohlenwasserstoffgemische bestehen aus Kohlenwasserstoffen in variabler Zusammensetzung. Der Unterschied zwischen den verschiedenen Gemischen beruht hauptsächlich auf ihren unterschiedlichen Kohlenwasserstoffarten (z. B. lineare, verzweigte oder cyclische Alkane und Aromaten) und ihrer Kohlenwasserstoffkettenverteilung.

Zur toxikologischen Charakterisierung von Kohlenwasserstoffgemischen bei der Exposition am Arbeitsplatz gibt es die RCP-Methode (RCP = reciprocal calculation based procedure).

Der für ein bestimmtes Kohlenwasserstoffgemisch anzuwendende AGW (Gemischgrenzwert) ist anhand der Zusammensetzung des Kohlenwasserstoffgemisches zu berechnen. Die Arbeitsplatzgrenzwerte sind nicht anzuwenden auf Gemische mit einem Benzolgehalt größer gleich 0,1 Gew.-% sowie Gemische aus Terpenkohlenwasserstoffen, vegetabilen Lösemitteln (z. B. Rapsölprodukte) sowie auf andere komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische, wie Kühlschmierstoffe, Kraftstoffe, Schmieröle oder Korrosionsschutzflüssigkeiten, da die Gemische in der Regel olefinische Kohlenwasserstoffe, kohlenwasserstofffremde Additive (mit einem Additivgehalt von mehr als 1 Gew.-%) oder langkettige Kohlenwasserstoffe (C > 14) enthalten.

Der AGW eines Kohlenwasserstoffgemisches ( $AGW_{\text{Gemisch}}$ ) ist anhand seiner Zusammensetzung unter Berücksichtigung der Massenanteile der einzelnen RCP-Gruppen (C6-C8-, C9-C14-Aliphaten, C9-C14-Aromaten) sowie dem Massenanteil bestimmter Einzelkohlenwasserstoffe (nur für n-Hexan, Diethylbenzol (alle Isomere) und Decahydronaphthalin) im Kohlenwasserstoffgemisch gemäß folgender Formel zu berechnen und für die Beurteilung heranzuziehen:

---

1 krebserzeugende, keimzellmutagene (erbgutverändernde) und reproduktionstoxische (fortpflanzungsgefährdende) Stoffe

$$\frac{1}{AGW_{\text{Gemisch}}} = \frac{\text{Fraktion}_a}{AGW_a} + \frac{\text{Fraktion}_b}{AGW_b} + \dots + \frac{\text{Fraktion}_n}{AGW_n}$$

Erläuterung:

$AGW_{a...n}$ : Gruppengrenzwert der jeweiligen Fraktion oder stoffspezifischer Arbeitsplatzgrenzwert

Die errechneten Arbeitsplatzgrenzwerte sind wie folgt auf- oder abzurunden:

- ›  $AGW < 25 \text{ mg/m}^3$  auf volle 10,
- ›  $25 \text{ mg/m}^3 < AGW < 100 \text{ mg/m}^3$  auf volle 25,
- ›  $100 \text{ mg/m}^3 < AGW$  auf volle 50.

Die Gruppengrenzwerte für die drei Fraktionen sind wie folgt festgelegt:

- › C6-C8 Aliphaten:  $700 \text{ mg/m}^3$
- › C9-C14 Aliphaten:  $300 \text{ mg/m}^3$
- › C9-C14 Aromaten:  $50 \text{ mg/m}^3$

Für alle gilt als Kurzzeitwert die Spitzenbegrenzung 2(II). Das bedeutet, dass viermal pro Schicht für 15 Minuten die doppelte Konzentration auftreten darf.

- ①79 Auf den Internetseiten des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV steht ein online-Rechner für Kohlenwasserstoffgemische zur Verfügung.

#### 4.1.1.1 Berechnungsbeispiele: RCP-Methode

Im Zähler findet sich der Massenanteil der RCP-Gruppe des KW-Gemisches oder eines einzelnen Kohlenwasserstoffes. Im Nenner der Gruppengrenzwert des RCP-Kohlenwasserstoffgemisches oder ein stoffspezifischer Grenzwert.

**Beispiel 1:** Lösemittelgemisch bestehend aus:

Bezeichnung	Anteil	AGW
Entaromatisiertes Testbenzin 180/220: Kohlenwasserstoffe, C10-C13, n-Alkane, Isoalkane, Cycloalkane, < 2 % Aromaten	40–50 Gew.-%	$300 \text{ mg/m}^3$
Testbenzin 150/200: Kohlenwasserstoffe, C9-C12, n-Alkane, Isoalkane, Cycloalkane, Aromaten (2–25 %)	45–60 Gew.-%	$150 \text{ mg/m}^3$
n-Hexan	5–10 Gew.-%	$180 \text{ mg/m}^3$

$$\frac{1}{AGW} = \frac{0,3}{300} + \frac{0,6}{150} + \frac{0,1}{180} = 0,0056$$

$$1/AGW = 0,0056 \rightarrow AGW = 180 \text{ mg/m}^3 \text{ wird gerundet auf } AGW = 200 \text{ mg/m}^3$$

Erläuterung: Die Berechnung des Grenzwerts erfolgt unter der Annahme von Spannen, nach dem RCP-Rechner des IFA. Alle Massenanteile, die über 100 Gew.-% hinausgehen, werden nicht berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt nach dem Worst-Case-Ansatz. In die RCP-Formel gehen somit n-Hexan mit 10 Gew.-% und Testbenzin 150/200 mit 60 % ein. Testbenzin 180/220 mit dem höchsten Grenzwert wird nur mit 30 Gew.-% berücksichtigt, da damit insgesamt ein Massenanteil von 100 Gew.-% erreicht wird.

**Beispiel 2:** Lösemittelgemisch bestehend aus:

Bezeichnung	Anteil	AGW
Solvent Naphtha	40–50 Gew.-%	50 mg/m <sup>3</sup>
Testbenzin 150/200: Kohlenwasserstoffe, C9-C12, n-Alkane, Isoalkane, Cycloalkane, Aromaten (2–25 %)	45–60 Gew.-%	150 mg/m <sup>3</sup>
n-Hexan	5–10 Gew.-%	180 mg/m <sup>3</sup>

$$\frac{1}{AGW} = \frac{0,5}{50} + \frac{0,5}{150} = 0,0056$$

$$1/AGW = 0,0133 \rightarrow AGW = 75 \text{ mg/m}^3$$

Erläuterung:

Die Berechnung des Grenzwerts erfolgt unter der Annahme von Spannen, nach dem RCP-Rechner des IFA. Bei der Berechnung wird nach dem Worst-Case-Ansatz vorgegangen. Solvent Naphtha (niedrigster Grenzwert) wird mit 50 % vollständig berücksichtigt und Testbenzin (höherer Grenzwert) mit 50 %, da damit insgesamt ein Massenanteil von 100 Gew.-% erreicht wird. Der Stoff mit dem höchsten Grenzwert (n-Hexan) findet deshalb keine Berücksichtigung.

**Beispiel 3:** Lösemittelgemisch bestehend aus:

Bezeichnung	Anteil	AGW
Spezialbenzin	10 Gew.-%	600 mg/m <sup>3</sup>
Testbenzin	30 Gew.-%	50 mg/m <sup>3</sup>
Toluol	20 Gew.-%	190 mg/m <sup>3</sup>
Xylol (Isomerenmischung)	40 Gew.-%	440 mg/m <sup>3</sup>

Toluol und Xylol (Isomerenmischung) werden bei der Berechnung des AGW nicht berücksichtigt, da sie nicht unter den Geltungsbereich des RCP-Konzepts fallen. Das Kohlenwasserstoffgemisch (KWG) enthält somit nur zu 40 Gew.-% RCP-Kohlenwasserstoffe (Test- und Spezialbenzin). Davon entfallen im Hinblick auf diese Teilmenge 75 Gew.-% auf das Testbenzin und 25 Gew.-% auf das Spezialbenzin.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Spezialbenzin} \quad 10 \text{ Gew.-%} \\ \text{Testbenzin} \quad \quad 30 \text{ Gew.-%} \end{array} \right\} \rightarrow 100 \% \text{ RCP-KWG} \left\{ \begin{array}{l} \text{Anteil im RCP-KWG: } 25 \text{ Gew.-%} \\ \text{Anteil im RCP-KWG: } 75 \text{ Gew.-%} \end{array} \right.$$

Diese Anteile werden für die Berechnung des neuen Arbeitsplatzgrenzwertes herangezogen:

$$\frac{1}{AGW} = \frac{0,25}{600} + \frac{0,75}{50} = 0,01542$$

$$1/AGW = 0,0154 \rightarrow AGW \text{ } 65 \text{ mg/m}^3 \text{ wird gerundet auf } AGW = 75 \text{ mg/m}^3$$

Diese Vorgehensweise ist auch anzuwenden, wenn statt Toluol und Xylol in dem Gemisch z. B. Alkohole und Ester zum Einsatz kommen. Weitere Erläuterungen und Beispiele finden sich in der IFA-Arbeitsmappe, Kennzahl 0514/2.

163

## 4.1.2 Erfassung der verwendeten Stoffe und Gemische – Gefahrstoffverzeichnis

- 25) Gemäß Gefahrstoffverordnung muss der Unternehmer bzw. die Unternehmerin ein Gefahrstoffverzeichnis führen. Vorgaben zum Erstellen eines solchen Verzeichnisses enthält die TRGS 400.

27)

Das Gefahrstoffverzeichnis muss stets auf dem aktuellen Stand gehalten werden. Erstmals im Unternehmen verwendete Gefahrstoffe sind unverzüglich in das Verzeichnis aufzunehmen. Das Gefahrstoffverzeichnis ist allen betroffenen Beschäftigten und deren Vertretern zugänglich zu machen.

Das Verzeichnis enthält mindestens folgende Punkte:

- › Bezeichnung des Gefahrstoffs,
- › Einstufung des Gefahrstoffs oder Angaben zu den gefährlichen Eigenschaften,
- › Angaben zu den im Betrieb verwendeten Mengenbereichen,
- › Bezeichnung der Arbeitsbereiche, in denen Beschäftigte dem Gefahrstoff ausgesetzt sein können,
- › Verweis auf das jeweilige Sicherheitsdatenblatt.

Das Gefahrstoffverzeichnis kann sowohl in schriftlicher als auch in elektronischer Form geführt werden. So kann das Gefahrstoffverzeichnis auch als Bestandteil der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung dienen.

- 171) Das Gefahrstoffverzeichnis kann bei GisChem online geführt werden.

## 25) 39) 4.1.3 Substitutionsprüfung

Bei Tätigkeiten mit Lösemitteln hat der Unternehmer bzw. die Unternehmerin immer zu prüfen, ob durch eine Änderung des Stoffs oder des Verfahrens Gefährdungen der Beschäftigten vermieden oder zumindest vermindert werden können.

Das Ergebnis der Substitutionsprüfung ist in der Gefährdungsbeurteilung festzuhalten.

Sollte, wenn Schutzmaßnahmen nach § 9 oder § 10 der Gefahrstoffverordnung zu ergreifen sind, auf eine technisch mögliche Substitution verzichtet werden, ist dies dort schriftlich zu begründen.

Hinweise zum Vorgehen bei der Substitutionsermittlung finden sich in Kapitel 6.

## 4.2 Festlegung notwendiger Schutzmaßnahmen

Sind die Gefährdungen für Tätigkeiten mit Lösemitteln ermittelt und beurteilt worden, erfolgt die Festlegung der Schutzmaßnahmen. Hinsichtlich der Rangfolge der Schutzmaßnahmen ist das sogenannte „S-T-O-P“-Prinzip zu beachten:

- S**ubstitution
- T**echnische Schutzmaßnahmen
- O**rganisatorische Schutzmaßnahmen
- P**ersönliche Schutzmaßnahmen

An erster Stelle steht die Substitution (siehe Abschnitt 4.1.3 und Kapitel 6).

Kann eine Gefährdung der Beschäftigten durch Substitution der Gefahrstoffe und Verfahren nicht ausgeschlossen oder auf ein tolerierbares Maß reduziert werden, sind vorrangig technische (siehe Kapitel 7) und organisatorische Schutzmaßnahmen (siehe Kapitel 8) zu treffen. Lassen sich dadurch nicht alle Gefährdungen vermeiden, sind wirksame persönliche Schutzausrüstungen (PSA) bereitzustellen und zu benutzen (siehe Kapitel 9).

Da Lösemittel durch Einatmen der Dämpfe und durch Hautkontakt aufgenommen werden, müssen zum Schutz der Beschäftigten die Luftgrenzwerte eingehalten und der Hautkontakt vermieden werden.

- ②⑤ In den §§ 7–9 nennt die Gefahrstoffverordnung Maßnahmen für das sichere Arbeiten mit Gefahrstoffen und beschreibt gestaffelt technische, organisatorische, kollektive, hygienische, persönliche und verhaltensbezogene Schutzmaßnahmen, die grundsätzlich geeignet sind, die ermittelten Gefährdungen zu verhindern oder auf ein tolerierbares Risiko zu verringern.

### **Grundpflichten:**

Grundmaßnahmen des Arbeitsschutzes, wie z. B. Substitution, Minimierungsgebot, Anwendung geeigneter Verfahren nach dem Stand der Technik, kollektive technische Schutzmaßnahmen an der Gefahrenquelle, Überprüfung der Einhaltung der Luftgrenzwerte oder Tragepflicht für persönliche Schutzausrüstungen bei Gefährdung.

### **Allgemeine Schutzmaßnahmen:**

Allgemeine bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen immer umzusetzende Schutzmaßnahmen, wie z. B. geeignete Gestaltung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsorganisation, Bereitstellung geeigneter Arbeitsmittel für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und geeignete Wartungsverfahren, Begrenzung der Anzahl der Exponierten, Mengen am Arbeitsplatz sowie Expositionsdauer und -höhe, Identifikation und sichere Lagerung von Gefahrstoffen.

### **Zusätzliche Schutzmaßnahmen:**

Verwendung von geschlossenen Systemen (falls eine Substitution technisch nicht möglich ist und eine Gefährdung durch Inhalation besteht), unverzügliche Bereitstellung von persönlichen Schutzausrüstungen (falls technische und organisatorische Möglichkeiten ausgeschöpft sind), getrennte Aufbewahrung von Arbeits- und Straßenkleidung, Reinigung der Arbeitskleidung durch das Unternehmen, Zugangsbeschränkung für Arbeitsbereiche und Sicherung von Alleinarbeit durch technische Schutzmaßnahmen oder Aufsicht.

- ②⑤ **Spezielle Schutzmaßnahmen**, die auf weitere Gefährdungen abzielen, enthalten die §§ 10–13 und Anhang I der Gefahrstoffverordnung. Diese ergänzenden Schutzmaßnahmen betreffen z. B.:
- › Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen und reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A und 1B (§ 10),
  - › Brand- und Explosionsschutz (§ 11 und Anhang I Nr. 1),
  - › physikalisch-chemische Gefahren (§ 11) und
  - › Stäube (Anhang I Nr. 2).

## 4.3 Explosionsschutz

- Viele gebräuchliche Lösemittel sind leichtflüchtig und brennbar, deshalb muss der Explosionsschutz im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung immer bewertet werden. Eine Basis dafür bietet die TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung“, die auch in der DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ enthalten ist.
- ④③  
③⑤

Voraussetzung für eine Explosion ist, dass folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- › Lösemitteldämpfe oder -nebel sind vermischt mit Luft oder einem anderen Oxidationsmittel,
- › die Konzentration des Lösemittels im Gemisch liegt innerhalb der Explosionsgrenzen,
- › es ist mindestens eine wirksame Zündquelle vorhanden.

Wenn die ersten beiden Bedingungen erfüllt sind, bezeichnet man ein solches Gemisch allgemein als „explosionsfähiges Gemisch“. Sollte dieses Gemisch in gefahrdrohender Menge vorliegen, spricht man von einem „gefährlichen explosionsfähigen Gemisch“. Dies ist der Fall, wenn

- › in geschlossenen Räumen mehr als 10 Liter des Gemischs vorliegen können,
- › in Räumen < 100 m<sup>3</sup> mehr als 1/10.000 des Rauminhalts mit einem explosionsfähigen Gemisch gefüllt sein kann (z. B. 8 l bei einem Rauminhalt von 80 m<sup>3</sup>) oder
- › sich Menschen in unmittelbarer Nähe des explosionsfähigen Gemischs aufhalten können.

Zur Abschätzung, ob und wo gefährliche explosionsfähige Gemische auftreten können, können folgende Kennzahlen herangezogen werden:

- › Flammpunkt,
- › Unterer Explosionspunkt (UEP),
- › Untere Explosionsgrenze (UEG),
- › Obere Explosionsgrenze (OEG),
- › Zündtemperatur,
- › Dampfdruck,
- › Dampfdichte.

①⑦①⑦ Diese können dem Sicherheitsdatenblatt oder Onlinedatenbanken, wie GisChem oder GESTIS, entnommen werden können.

②⑤ § 6 Abs. 9 Führt die Gefährdungsbeurteilung zu dem Ergebnis, dass gefährliche explosionsfähige Gemische auftreten können, ist gemäß der Gefahrstoffverordnung ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. Aus diesem muss insbesondere hervorgehen,

- › dass die Explosionsgefährdungen ermittelt und einer Bewertung unterzogen worden sind,
- › dass angemessene Vorkehrungen getroffen werden, um die Ziele des Explosionsschutzes zu erreichen (Darlegung eines Explosionsschutzkonzeptes),
- › ob und welche Bereiche in Zonen eingeteilt wurden,
- › für welche Bereiche Explosionsschutzmaßnahmen getroffen wurden,
- › wie die Vorgaben der Gefahrstoffverordnung zur Zusammenarbeit verschiedener Firmen umgesetzt werden und
- › welche Überprüfungen von Funktion und Wirksamkeit und welche Prüfungen zum Explosionsschutz durchzuführen sind.

②⑤ § 7 Abs. 7  
Anh. II  
②① Ab. 3  
②①–②⑤

Das Explosionsschutzdokument ist als Teil der Gefährdungsbeurteilung vor Aufnahme der Tätigkeit zu erstellen und zu überarbeiten, wenn Veränderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes vorgenommen werden oder wenn anderweitig neue Erkenntnisse, wie z. B. Änderungen des gesetzlichen Regelwerks, vorliegen. Für weitere Hinweise zum Explosionsschutzdokument siehe DGUV Information 213-106 „Explosionsschutzdokument“.

①④⑥

## ②⑤ ②⑦ 4.4 Dokumentation und Wirksamkeitskontrolle

Die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung umfasst

- › die Art der Gefährdungen,
- › das Ergebnis der Substitutionsprüfung, sowie falls notwendig die Begründung für den Verzicht auf eine technisch mögliche Substitution,
- ①⑧⑥ › die durchzuführenden Schutzmaßnahmen, wobei begründet werden muss, falls von Technischen Regeln oder von durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales bekanntgegebenen Erkenntnissen abgewichen wird, und
- › die Wirksamkeitskontrolle.

Die Gefährdungsbeurteilung ist der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzuweisen.

Die Wirksamkeit der zu treffenden oder bereits getroffenen Schutzmaßnahmen muss überprüft werden. Darunter fallen z. B.

- ④⑨ ⑤③ › die Überprüfung der Einhaltung der Luftgrenzwerte (AGW, Akzeptanzkonzentration (AK)/Toleranzkonzentration (TK) sowie weitere Beurteilungsmaßstäbe), z. B. durch Messungen (siehe Kapitel 5),
- › die regelmäßige Überprüfung von Funktion und Wirksamkeit technischer Schutzmaßnahmen spätestens alle drei Jahre oder gemäß der Gefährdungsbeurteilung oder einschlägiger Vorschriften häufiger,
- › die regelmäßige Überprüfung der Einhaltung organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen.

- Je nach Gefährdung der Beschäftigten sollten die Wirksamkeitskontrollen auch Biomonitoring, Rückmeldung bei der individuellen arbeitsmedizinisch-toxikologischen Beratung und Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Vorsorge beinhalten.

25) § 14  
Abs. 3+4

### 4.5 Expositionsverzeichnis

- Für Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B, bei denen die Gefährdungsbeurteilung eine Gefährdung der Gesundheit oder der Sicherheit der Beschäftigten ergibt, ist ein aktualisiertes Verzeichnis über die Beschäftigten zu führen, die diese Tätigkeiten ausüben. In dem Verzeichnis sind auch die Höhe und die Dauer der Exposition anzugeben, der die Beschäftigten ausgesetzt waren. Weiterhin besteht die Pflicht, das Verzeichnis 40 Jahre aufzubewahren und den Beschäftigten bei Ausscheiden einen die Person betreffenden Auszug auszuhandigen. Die Details dazu sind in der TRGS 410 „Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B“ konkretisiert.

- Das Expositionsverzeichnis kann mit Einverständnis der Beschäftigten mittels der Datenbank zur zentralen Erfassung gegenüber krebserzeugenden Stoffen exponierter Beschäftigter – Zentrale Expositionsdatenbank (ZED) – geführt werden. Diese ist ein freiwilliges Angebot der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) zur Erfüllung dieser Verpflichtung nach Gefahrstoffverordnung.

## 5 Überwachung der Exposition

- Entsprechend der Gefährdungsbeurteilung ist zu ermitteln, ob der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) und der Biologische Grenzwert (BGW) eingehalten und zulässige Spitzenkonzentrationen nicht überschritten werden. Die aktuellen Grenzwerte können der TRGS 900, der TRGS 903 oder dem Sicherheitsdatenblatt entnommen werden. Für manche krebserzeugenden Gefahrstoffe sind in der TRGS 910 Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen festgelegt. Die Einhaltung der Toleranzkonzentration muss gewährleistet sein, die Einhaltung der Akzeptanzkonzentration ist anzustreben. Liegen keine der obengenannten Beurteilungsmaßstäbe vor, müssen andere berücksichtigt werden, u. a. MAK-Werte, IOEL (international occupational exposure limit values; Arbeitsplatzrichtgrenzwerte der EU), internationale Grenzwerte, DNEL (derived no-effect-levels) und vorläufige Zielwerte.

Bei der Überwachung der Exposition ist stets die Gesamtwirkung verschiedener gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz zu beurteilen.

- Das Ausmaß der Exposition durch Lösemittel am Arbeitsplatz kann z. B. festgestellt werden anhand von
- › Arbeitsplatzmessungen gemäß TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“,
  - › Messergebnisse von vergleichbaren (nach TRGS 402) Anlagen und Tätigkeiten,
  - › zuverlässigen Berechnungen von hinreichender Plausibilität,
  - › Auswertung des Biomonitorings/Einhaltung des Biologischen Grenzwertes.

Falls der Grenzwert deutlich über- oder unterschritten wird, können zur Bestätigung Messverfahren herangezogen werden, welche einfach in der Anwendung, aber möglicherweise mit einer größeren Messgenauigkeit behaftet sind.

- Werden die Tätigkeiten nach verfahrens- und stoffspezifischen Kriterien durchgeführt (VSK nach TRGS 420), kann die Einhaltung des Luftgrenzwertes unterstellt werden.

Die Ergebnisse der Wirksamkeitskontrolle sind zu dokumentieren.

## 5.1 Konzentrationsmessungen in der Luft am Arbeitsplatz

Validierte Verfahren zur Konzentrationsbestimmung veröffentlicht die Arbeitsgruppe „Analytische Chemie“ der Kommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG) in der Loseblattsammlung „Analytische Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe – Luftanalysen“.

165

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) gibt eine Dokumentation unter dem Titel „Empfohlene Analyseverfahren für Arbeitsplatzmessungen“ heraus.

164

Vom Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) wird die Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“ veröffentlicht. In dieser Arbeitsmappe sind für eine Reihe von Lösemitteln anerkannte Probenahmeverfahren angegeben.

163

In der DGUV Information 213-5xx-Reihe „Von den Unfallversicherungsträgern anerkannte Messverfahren zur Feststellung der Konzentrationen krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“

147

veröffentlicht die Projektgruppe Analytik im Sachgebiet „Gefahrstoffe“ des Fachbereichs „Rohstoffe und chemische Industrie“

174

der DGUV auch Analyseverfahren für bestimmte krebserzeugende Lösemittel, z. B. für Benzol und 1,2-Dichlorethan. Eine

148 149

Übersicht der verfügbaren Veröffentlichungen ist in der DGUV Information 213-599 zu finden.

151

Kontinuierlich und diskontinuierlich arbeitende Geräte zum Nachweis verschiedener Gefahrstoffe sind im Handel erhältlich.

Die Entscheidung über die Eignung des Messverfahrens liegt bei der Anwenderin oder beim Anwender.

### 5.1.1 Personengetragene und ortsfeste Probenahme

Zur Beurteilung der inhalativen Exposition nach TRGS 402 ist anerkannt, dass in der Regel eine aktive Probenahme mit Probenahmepumpen durchgeführt wird. Personenbezogene Messungen sind ortsfesten Messungen vorzuziehen, da sie die Luftkonzentration im Atembereich der Beschäftigten erfassen. Eine ortsfeste Probenahme erfasst dagegen in erster Linie die Luftkonzentration am Arbeitsplatz und wird in der Regel dann eingesetzt, wenn die erfasste Stoffmenge in Bezug auf die Bestimmungsgrenze des Messverfahrens bei der personenbezogenen Probenahme nicht ausreichend ist. Die analytische Auswertung der Probenträger erfolgt nach der Probenahme in einem internen oder externen Labor.

29

### 5.1.2 Direktanzeigende Messgeräte

Zur Erfassung von Expositionsspitzen und zur Ermittlung des zeitlichen Verlaufs der Luftkonzentrationen sind u. a. mobile Infrarot-Messgeräte und Gaschromatographen hilfreich. Bei diesen direktanzeigenden Geräten wird das Messergebnis vor Ort angezeigt. Damit können z. B. verschiedene Lüftungsverhältnisse beurteilt und technische Schutzmaßnahmen optimiert werden. Im Vergleich zu den anerkannten Probenahmeverfahren ist jedoch auf Querempfindlichkeiten besonders zu achten.

### 5.1.3 Direktanzeigende Prüfröhrchen

Für eine Vielzahl von Lösemitteln und Stoffgemischen werden Prüfröhrchen angeboten (z. B. Aceton, Kohlenwasserstoffe, Ethylacetat, halogenierte Kohlenwasserstoffe und n-Hexan). Sie haben den Vorteil, dass sie kostengünstig direkt vor Ort ein Messergebnis liefern können. Prüfröhrchen können grundsätzlich zu orientierenden Messungen, für die Suche nach Undichtigkeiten in Anlagen oder für Kontrollmessungen bei Reinigungs- und Reparaturarbeiten eingesetzt werden.

Soweit ein Messverfahren mittels Prüfröhrchen den in den Vorschriften und Technischen Regeln genannten Anforderungen entspricht, kann es auch zur Messung und Beurteilung der Exposition im Arbeitsbereich verwendet werden. Auf eventuelle Querempfindlichkeiten ist besonders zu achten.

- ⑩⑧ Typische Messunsicherheiten werden von den Herstellern mit  $\pm 5\text{--}20\%$  angegeben. Die DIN EN 482 fordert eine Messunsicherheit von maximal 30 % im Bereich zwischen der Hälfte und dem Doppelten des Grenzwerts, im Bereich vom 0,1-fachen bis 0,5-fachen des Grenzwerts eine Messunsicherheit von 50 %. Bei geeigneter Auswahl der Prüfröhrchen und Beachtung der vom Hersteller angegebenen Randbedingungen können sie daher angewandt werden. Der zu messende Konzentrationsbereich sollte im oberen Teil des Messbereichs liegen.

## 5.2 Anforderungen an die Durchführung von Messungen

- ⑩⑨ Planung, organisatorische Durchführung und Auswertung von Konzentrationsmessungen in der Luft von Arbeitsbereichen sind in der TRGS 402 beschrieben.

Wer Messungen im Rahmen der Ermittlung und Beurteilung von Gefährdungen durch Gefahrstoffe durchführt, muss über die notwendige Fachkunde und über die notwendigen Einrichtungen verfügen.

- ⑩① Besonders geeignet für die Beurteilung von Arbeitsplätzen sind Messstellen, wenn sie den detaillierten Anforderungen der Anlage 1 der TRGS 402 sowie der DIN EN ISO/IEC 17025 entsprechen. Wird eine durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) akkreditierte Messstelle beauftragt, kann der Auftraggeber davon ausgehen, dass die von dieser Messstelle gewonnenen Erkenntnisse zutreffend sind. Akkreditierte Messstellen können über die Homepage der Deutschen Akkreditierungsstelle abgerufen werden. Eine Liste steht außerdem auf den Internetseiten des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) oder beim Bundesverband der Messstellen für Umwelt- und Arbeitsschutz e.V. zum Download bereit.
- ⑩⑤  
⑩⑨

## ⑩⑨ 5.3 Alternative Bewertungsverfahren

Erfahrungen mit vergleichbaren Anlagen und Tätigkeiten können zur Abschätzung der Konzentration von Lösemitteldämpfen am Arbeitsplatz herangezogen werden, wenn Messungen für gleichartige Tätigkeiten vorliegen.

Konzentrationen lassen sich rechnerisch abschätzen, wenn die relevanten Randbedingungen durch ein geeignetes Modell miteinander verknüpft werden können und diese für den konkreten Anwendungsfall bekannt sind. Dies betrifft sowohl die kurzzeitigen (Kurzzeitwerte) als auch länger andauernde Expositionen (Schichtmittelwerte). Das Ergebnis ist so darzustellen, dass die Berechnungen nachvollzogen werden können. Bei der Berechnung müssen mögliche Einflussfaktoren oder Randbedingungen als Variablen mit einfließen. Bei Berechnungen sind die im Arbeitsbereich bestehenden baulichen Gegebenheiten, die Belüftung des Arbeitsbereiches sowie die Art und Weise der Tätigkeiten zu berücksichtigen. In der Regel lassen sich die Konzentrationen der Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz nur abschätzen, da für die Beurteilung der Exposition der Beschäftigten die Gefahrstoffmenge direkt im Atembereich ausschlaggebend ist.

## 6 Substitution

- 39 Die Gefahrstoffverordnung nennt die Substitution als vorrangig durchzuführende Schutzmaßnahme. Das Ziel dabei ist, den eingesetzten Stoff oder das eingesetzte Verfahren derart auszutauschen oder zu verändern, dass die Gefährdung ausgeschlossen oder zumindest reduziert wird. Erst von diesem Resultat ausgehend sind dann im Anschluss weitere Maßnahmen festzulegen und umzusetzen.

So ist beispielsweise die Substitution entlang einer der folgenden Zeilen anzustreben:

Akut toxisch Kat. 1 → Akut toxisch Kat. 2 → ... → keine solche Eigenschaft

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut (Kat. 1A) → ... → Ätz-/Reizwirkung auf die Haut (Kat. 2) → keine solche Eigenschaft

KMR-Stoff → nicht KMR-Stoff

Konkrete Beispiele sind

- › der Wechsel von lösemittelbasierten Systemen zu wässrigen Systemen,
- › der Austausch eines brennbaren, flüchtigen Lösemittels wie Essigester durch langkettige, wenig flüchtige Ester (z. B. dibasische Ester) zur Vermeidung der Explosionsgefährdung oder
- › der Austausch von Methanol durch Ethanol zur Vermeidung der Erblindungsgefahr beim Verschlucken oder Einatmen.

Die einfachste Möglichkeit der Substitutionsermittlung ist es, wenn in der Literatur geeignete Substitute zu finden sind. Hierzu zählen beispielsweise die Substitutions-TRGS der 600er Reihe, aber auch einschlägige Schriften der Unfallversicherungsträger, der Länder sowie der Sozialpartner. Beispiele hierfür sind:

- 40
- › TRGS 610 „Ersatzstoffe und Ersatzverfahren für stark lösemittelhaltige Vorstriche und Klebstoffe für den Bodenbereich“,
  - › TRGS 617 „Ersatzstoffe für stark lösemittelhaltige Oberflächenbehandlungsmittel für Parkett und andere Holzfußböden“.
- 41

Bei der Substitutionsprüfung sind unabhängig davon, welches Vorgehen angewandt wird, alle von dem Stoff, Gemisch oder Verfahren ausgehenden Gefahren zu betrachten. So ist abzuwägen, ob z. B. beim Wechsel auf einen weniger toxischen Stoff, der allerdings eine höhere Brand- und Explosionsgefahr mit sich bringt, diese in Kauf genommen werden kann.

Sollte kein direkter Vorschlag auffindbar sein, so ist eine selbstständige Ermittlung erforderlich. Hierzu gibt es verschiedene Ansätze. Einige Beispiele sind:

### 181 39 › Spaltenmodell

Das Spaltenmodell der DGUV erlaubt den Vergleich zweier oder mehrerer Stoffe oder Gemische anhand weniger Informationen. Für Gemische wird hier nur die Gemischeinstufung berücksichtigt. Die erste Spalte erläutert welche Gefahr der jeweils gewählten Zeile entspricht. Die zweite bis fünfte Spalte beschreiben die Gefahr (Akute Gesundheitsgefahren, Chronische Gesundheitsgefahren, Umweltgefahren, Physikalisch-chemische Einwirkungen) und die beiden letzten Spalten betreffen die Wahrscheinlichkeit des Wirksamwerdens (Freisetzungsverhalten, Verfahren) der selbigen. Schneidet das potenzielle Ersatzprodukt in allen fünf Spalten besser ab als das verwendete Produkt, ist die Entscheidung eindeutig. Ansonsten muss die Unternehmerin oder der Unternehmer beurteilen, welche Gefahren, d. h. welche Spalten an diesem Arbeitsplatz das größte Gewicht haben. Wichtig ist zu beachten, dass immer nur die gleiche Spalte direkt verglichen werden kann.

166 > **Gefahrzahlssystem**

186 28

Das Gefahrzahlssystem stellt eine Abwandlung des Spaltenmodells dar. Es beruht auf einer überarbeiteten Tabelle, in die Überlegungen des einfachen Maßnahmenkonzepts der BAuA, der TRGS 401 und des Explosionsschutzes eingeflossen sind. Die Tabelle bietet zudem nur noch drei Gefahrenstufen, denen jeweils eine Gefahrzahl (GZ) 1–3 zugeordnet werden. Aus diesen GZ lässt sich dann wie folgt eine übergreifende Gefahrzahl  $GZ_{tot}$  berechnen:

$$GZ_{tot} = (GZ_{Stoff} + GZ_{Freisetzung} + 2 \cdot GZ_{Verfahren}) / 4$$

Anhand der  $GZ_{tot}$  lassen sich Stoffe, Gemische und Verfahren direkt und einfach vergleichen.

176 > **Gefährdungszahl**

Bei vergleichbaren physikalischen Stoffeigenschaften ist der Stoff mit dem niedrigeren Arbeitsplatzgrenzwert tendenziell als gefährlicher anzusehen. Dies ist bei Lösemitteln üblicherweise gegeben.

Beim Vergleich verschiedener Lösemittel kann das Verhältnis von Arbeitsplatzgrenzwert zum Dampfdruck berücksichtigt werden. Dieser Quotient – die Gefährdungszahl (GZ) – gibt an, um das Wievielfache ein dampfgesättigtes Luftvolumen verdünnt werden muss, damit der Grenzwert eingehalten wird. Die GZ berechnet sich bei 20 °C wie folgt:

$$GZ_{20\text{ °C}} \approx \frac{41 \cdot \text{Dampfdruck [hPa, 20 °C]} \cdot \text{Molmasse} \left[ \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]}{\text{Grenzwert} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right]}$$

Die Werte können in den angegebenen Einheiten eingesetzt werden. Die Umrechnungsfaktoren sind bereits berücksichtigt.

In der Praxis ist zu beachten, dass bei dieser Betrachtungsweise andere Gefahren, wie z. B. der Explosionsschutz, unberücksichtigt bleiben.

## 7 Technische Schutzmaßnahmen

25 Kann eine Gefährdung der Beschäftigten durch Substitution der Gefahrstoffe nicht ausgeschlossen oder auf ein unbedenkliches Maß reduziert werden, sind vorrangig technische Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

25 § 7 Abs. 7

20–24

Funktion und Wirksamkeit der technischen Schutzmaßnahmen sind gemäß Gefahrstoffverordnung regelmäßig, mindestens jedoch jedes dritte Jahr, zu überprüfen. Auch andere Vorschriften, wie die Betriebssicherheitsverordnung, geben Prüffristen vor, die gegebenenfalls kürzer sein können. Für viele technische Arbeitsmittel haben sich in der Praxis kürzere Prüfzyklen bewährt, z. B. für Absaugungen, die zum Schutz vor hohen Gefährdungen eingesetzt werden.

Das Ergebnis der Prüfungen ist zu dokumentieren.

## 7.1 Lüftungsmaßnahmen

Lüftungsmaßnahmen dienen zur Erfassung freigesetzter Lösemitteldämpfe. Es ist dabei zwischen der Erfassung an der Entstehungsstelle („Absaugung“) und der Raumlüftung zu unterscheiden. Welche dieser Lüftungsmaßnahmen notwendig bzw. ausreichend ist, muss im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung individuell anhand der Eigenschaften des Lösemittels und etwaiger anderer Gefahrstoffe beurteilt und festgelegt werden. Die Absaugung an der Entstehungsstelle sollte jedoch bevorzugt werden, da auf diese Weise die Ausbreitung des Gefahrstoffs im Raum und somit eine Exposition direkt eingeschränkt werden kann. Durch die Verhinderung der Ausbreitung von Emissionen in die Raumluft lassen sich zudem Investitionskosten sowie erhebliche Betriebskosten bei der Raumlüftung einsparen.

Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat sicherzustellen, dass Gefahrstoffe in einem geschlossenen System hergestellt und verwendet werden, wenn die Substitution der Gefahrstoffe technisch nicht möglich ist und eine erhöhte Gefährdung der Beschäftigten durch inhalative Exposition gegenüber diesen Gefahrstoffen besteht.

Ⓣ Anh. I  
Nr. 2.1 Hinsichtlich der Erfassung von Stoffen, die zu Brand- und Explosionsgefahren führen können, schreibt die Gefahrstoffverordnung die Erfassung an der Entstehungsstelle vor. Eine unterstützende Raumlüftung kann jedoch notwendig sein.

Bei der Auslegung aller Lüftungsmaßnahmen, ob Absaugung oder Raumlüftung, sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

› Ausbreitungsrichtung der Gefahrstoffe

Lösemitteldämpfe sind immer schwerer als Luft. Es ist jedoch aufgrund thermischer oder strömungstechnischer Einflüsse (Verwirbelung) möglich, dass es zu anderen Ausbreitungsrichtungen kommen kann, z. B. ein Aufsteigen der Lösemitteldämpfe durch Prozesswärme. Deshalb ist auf die richtige Positionierung der Erfassungseinrichtung zu achten. Es ist zudem darauf zu achten, dass die belastete Luft nicht in den Atembereich der Beschäftigten geführt wird.

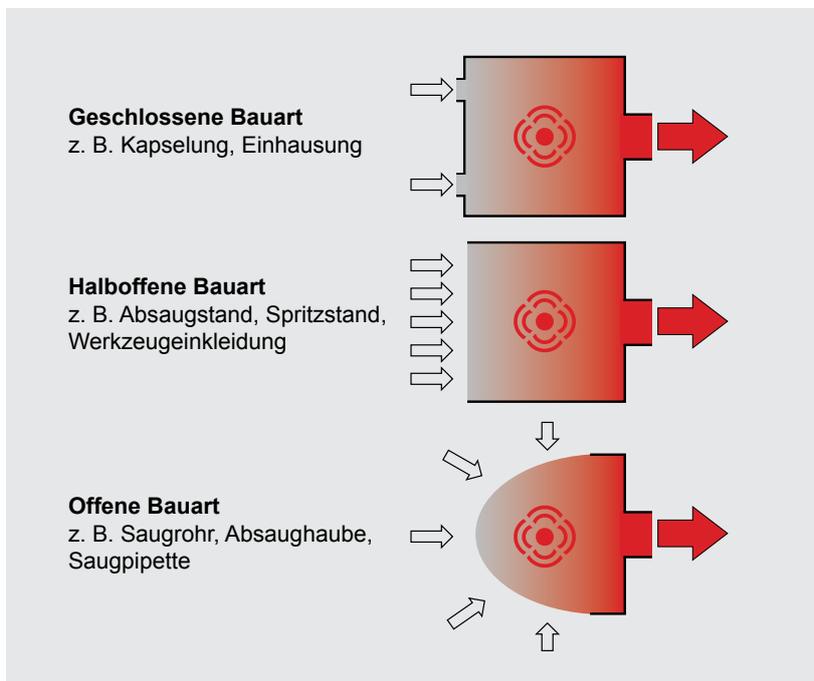


Abbildung 3: Bauarten von Erfassungselementen

› Auswahl der Erfassungseinrichtung

Bei der Absaugung unterscheidet man drei Bauarten von Erfassungseinrichtungen (siehe Abbildung 3). Bei der geschlossenen Bauart ist die Quelle vollständig eingehaust und diese Einhausung wird abgesaugt. Bei der halboffenen Bauart ist die Ausbreitung zu drei Seiten hin beschränkt und die Absaugung erfolgt von der Seite, die der Öffnung gegenüberliegt. Von einer offenen Bauart spricht man, wenn die Quelle frei liegt und von einer Seite abgesaugt wird. Hierzu zählen z. B. Saugrohre mit Flansch, Absaughauben oder Absaugtische. Die wirksamste Absaugung erreicht man durch eine geschlossene Bauart, da hierbei äußere Einflüsse (z. B. Querströmungen) ausgeschlossen werden können.

Diese müssen bei halboffener und offener Bauart in der Regel berücksichtigt werden, um eine wirkungsvolle Erfassung zu ermöglichen.

- ①70 Wird eine offene Bauart gewählt, spielt die Wahl der Geometrie der Erfassungseinrichtung eine entscheidende Rolle. Die besten Ergebnisse werden dabei mit einer Plattenabsaugung erreicht.

Mobile Erfassungseinrichtungen sind der Emissionsquelle nachzuführen.

› Luftrückführung

Für ausreichende Zuluft muss gesorgt werden, um das abgesaugte Luftvolumen zu ersetzen, damit die benötigte Leistungsfähigkeit der Absaugereinrichtung gewährleistet ist. Die Luftzuführung ist so zu platzieren, dass Lüftungstechnische Kurzschlüsse vermieden werden.

Nach entsprechender Reinigung kann, um Energie zu sparen, anstelle von Frischluft auch die abgesaugte Luft zurückgeführt werden, solange es sich bei den eingesetzten Lösemitteln nicht um krebserzeugende, keimzellmutagene oder reproduktionstoxische Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B handelt.

②5 § 10

- ①9 › In Räumen, in denen sich Beschäftigte aufhalten, ist Zugluft zu vermeiden (Luftgeschwindigkeit am Arbeitsplatz < 0,15 m/s).

› Prüfverpflichtung

①4 ①9

Raumlufttechnische Anlagen müssen instandgehalten und in regelmäßigen Abständen auf ihre Wirksamkeit und Funktionsfähigkeit geprüft werden. Auf diese Weise wird ihre Schutzfunktion aufrechterhalten und vermieden, dass die raumlufttechnische Anlage selbst zur Gefahrenquelle durch z. B. Gefahrstoffe, Bakterien, Schimmelpilze oder Lärm wird.

- ①28 Weiterführende Hinweise zum Thema „Lüftungsmaßnahmen“ finden sich in der DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“.

Für spezielle Tätigkeiten gibt es Hinweise in z. B.

③2 ①86

› VSK lfd. Nr. 11 Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis „Befüllen von Kanistern, Fässern und IBC mit organischen Flüssigkeiten“,

①29

› DGUV Regel 109-013 „Schutzmaßnahmenkonzept für Spritzlackierarbeiten – Lackaerosole“,

①44

› DGUV Information 209-046 „Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe – Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb“,

①01

› DGUV Information 213-081 „Styrol, Polyesterharze und andere styrolhaltige Gemische“ (Merkblatt M 054 der BG RCI).

②5 ④2–④7 ①35

## 7.2 Schutzmaßnahmen bei gefährlichen explosionsfähigen Gemischen

Muss im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung davon ausgegangen werden, dass die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gemische möglich ist, sind entsprechende Maßnahmen zu treffen. Wenn die Substitutionsprüfung ein negatives Ergebnis hat, ist folgende Rangfolge zu berücksichtigen:

- › Gefährliche Mengen oder Konzentrationen von Gefahrstoffen, die zu Explosionsgefährdungen – also zur Bildung explosionsgefährlicher Gemische – führen können, sind zu vermeiden (Vermeiden explosionsfähiger Gemische),
- › Verhindern der Entzündung explosionsfähiger Gemische (Vermeiden wirksamer Zündquellen),
- › Schädliche Auswirkungen von Explosionen auf die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten und anderer Personen sind so weit wie möglich zu verringern (Konstruktiver Explosionsschutz).

Bei atmosphärischen Bedingungen (Umgebungstemperatur von –20 °C bis +60 °C und Druck von 0,8 bar bis 1,1 bar und Luft als Oxidationsmittel) spricht man von „gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“ (g. e. A.), anstelle des übergeordneten Begriffs des „gefährlichen explosionsfähigen Gemischs“. Da außerhalb von Anlagen grundsätzlich mit atmosphärischen Bedingungen zu rechnen ist, bezieht sich ein Großteil des Regelwerks auf diesen Fall. Auch hier sind die weiterführenden Erläuterungen hierauf beschränkt. Grundsätzlich lassen sich die Schutzkonzepte auf nichtatmosphärische Bedingungen übertragen, jedoch müssen dann gemäß der Gefahrstoffverordnung Veränderungen der relevanten

- ②⑤ § 6 ⑩⑥ sicherheitstechnischen Kenngrößen unter den real vorliegenden Bedingungen ermittelt und berücksichtigt werden, um eine Beurteilung sowie eine geeignete Auswahl der Schutzmaßnahmen zu erlauben.

### 7.2.1 Vermeiden gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre

- ④④ Die höchste Priorität hat die Vermeidung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären. Hinweise hierzu enthält die TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“.

Entsprechend dem STOP-Prinzip hat hier die Substitution Vorrang. So ist z. B. zu prüfen, ob das brennbare Lösemittel durch ein nicht brennbares Lösemittel, wie Wasser, oder zumindest durch eines mit einem höheren Flammpunkt ersetzt werden kann.

Ist dies nicht möglich, muss die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre vermieden werden. Mögliche Schutzmaßnahmen, um dies im Inneren einer Anlage/Apparatur zu erreichen, sind:

- › Die Betriebstemperatur zuverlässig unter dem unteren Explosionspunkt (UEP) zu halten – wenn dieser nicht bekannt ist, sicher<sup>2</sup> unter dem Flammpunkt zu halten.
- › Des Weiteren ist es möglich den zur explosionsartigen Verbrennung notwendigen Sauerstoff zu entziehen oder zumindest ausreichend zu reduzieren (Inertisierung).

Durch die Verwendung eines auf Dauer technisch dichten Systems lässt sich der Austritt brennbarer Dämpfe in die Umgebung einer Anlage/Apparatur vermeiden. Ist ein vollständiges Vermeiden nicht möglich, können beispielsweise geeignete Lüftungsmaßnahmen, wie eine wirksame lokale Absaugung an der Austrittsöffnung, eingesetzt werden, um austretende Dämpfe zu erfassen und die gefährliche explosionsfähige Atmosphäre einzuschränken.

### ④⑤ 7.2.2 Vermeiden wirksamer Zündquellen

Ist es nicht möglich, die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre sicher zu vermeiden, müssen wirksame Zündquellen ausgeschlossen werden. Aufgrund der Vielfältigkeit möglicher Zündquellen ist ihre Vermeidung jedoch als alleinige Maßnahme oftmals nicht sicher genug.

Zur Ableitung des Umfangs, in dem die Zündquellenbetrachtung erfolgen muss, hat sich die Unterteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen bewährt. Diese Einteilung erfolgt aufgrund der Häufigkeit und der Dauer des Auftretens bzw. Vorhandenseins gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre wie folgt:

#### › **Zone 0**

Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

*Hinweis:* Der Begriff „häufig“ ist im Sinne von „zeitlich überwiegend“ zu verwenden.

#### › **Zone 1**

Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

#### › **Zone 2**

Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

*Hinweis:* Dies ist gleichbedeutend damit, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre nur selten und auch nur kurzzeitig auftritt. In Expertenkreisen besteht der Konsens, dass der Begriff „kurzzeitig“ einer Zeitdauer von maximal 30 Minuten entspricht, in der erkannt wird, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist und sie beseitigt wird.

---

<sup>2</sup> Der Flammpunkt gilt bei Reinstoffen als sicher unterschritten, wenn die Betriebstemperatur dauerhaft um 5 K darunter liegt. Bei Gemischen muss ein Sicherheitsabstand von 15 K eingehalten werden. Dies gilt nicht für halogenierte Lösemittel und ihre Gemische – in diesen Fällen muss der UEP bestimmt werden.

- 135 Eine umfangreiche Beispielsammlung zur Zoneneinteilung liegt mit der EX-RL-Beispielsammlung (Anlage 4 zu den Explosionsschutz-Regeln (DGUV Regel 113-001)) vor.

Die Ausweisung solcher Zonen sollte nicht als Hürde missverstanden werden, sondern stellt vielmehr eine Erleichterung dar: Das Zonenkonzept stellt ein bewährtes Sicherheitskonzept dar, an dem beispielweise auch die entsprechenden Geräteklassen ausgerichtet sind. Verzichtet man auf diese Betrachtung, sind Schutzmaßnahmen entsprechend der höchsten Gefährdung (entsprechend Zone 0) zu treffen, soweit in der Gefährdungsbeurteilung nichts anderes festgelegt wird (z. B. bei Tätigkeiten gemäß TRGS 507 „Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern“).

42 45 47

25 Anh. I Nr. 1.6

34

45

47

Hinweise zur Zündquellenvermeidung finden sich für alle Zündquellenarten in der TRGS 723 und speziell hinsichtlich der Vermeidung elektrostatischer Entladungen in der TRGS 727.

Einige zentrale Punkte sind:

- 146 > Sofern im Explosionsschutzdokument unter Zugrundelegung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung nichts Anderes vorgesehen ist, sind in explosionsgefährdeten Bereichen Geräte und Schutzsysteme entsprechend den Kategorien gemäß der Explosionsschutzprodukteverordnung (11. ProdSV) in Verbindung mit der Richtlinie 2014/34/EU auszuwählen.
- 65 3 > Können innerhalb einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre mehrere Arten von brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben (z. B. auch hybride Gemische) zeitgleich auftreten, sind die Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen gemäß Anhang I Nummer 1.6 Absatz 2 Satz 2 der GefStoffV auf die Zündempfindlichkeit der jeweiligen Zusammensetzung abzustimmen. Mit Ausnahme der Zündquellen „Optische Strahlung“ oder „Ultraschall“ gilt es als ausreichend sicher, wenn die Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen auf die zündempfindlichste Einzelkomponente ausgelegt sind.
- > Flammen sind in Zone 0 nicht zulässig. In allen übrigen Zonen müssen sie sicher eingeschlossen sein.
- > Speziell Reib-, Schlag- und Abriebvorgänge, bei denen Rost – auch wenn dieser aus einer anderen Quelle stammt – und entweder Leichtmetalle (z. B. Aluminium, Magnesium, Titan, Zirkonium) oder ihre Legierungen beteiligt sind, können stark exotherme, funkenbildende Reaktionen auslösen, durch die explosionsfähige Atmosphäre entzündet werden kann (Thermitreaktion).
- 47 > Entladungen statischer Elektrizität müssen vermieden werden, soweit sie wirksame Zündquellen sein können.
- > In explosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 0 und 1 darf der Ableitwiderstand des Fußbodens einschließlich des Fußbodenbelages den Wert von  $10^8 \Omega$  nicht überschreiten. Verschmutzungen, z. B. durch Farb- oder Ölrreste, oder ungewollte Isolierung, z. B. durch abgelegte Folien oder Leergut, sind zu vermeiden. Durch Fußbodenpflegemittel darf der Widerstand nicht erhöht werden. In diesen Bereichen ist auch entsprechend ableitfähiges Schuhwerk zu tragen.

### 7.2.3 Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes

Kann die Bildung von g. e. A. nicht sicher verhindert werden und können wirksame Zündquellen nicht sicher ausgeschlossen werden, sind Maßnahmen zu treffen, die sicherstellen, dass durch die Explosion keine gefährlichen Auswirkungen auftreten. Diese Maßnahmen werden konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen genannt, weil Behälter und Anlagenteile konstruktiv so ausgelegt oder ausgerüstet sein müssen, dass durch die Explosion keine Personen zu Schaden kommen, und möglichst wenige Schäden an Gebäuden und Anlagen eintreten. Die Auswirkungen einer Explosion lassen sich beschränken durch:

- > explosionsfeste Bauweise,
- > Explosionsdruckentlastung,
- > Explosionsunterdrückung,
- > Verhindern der Flammen- und Explosionsübertragung in benachbarte Bereiche mit g. e. A. oder aus benachbarten Bereichen mit g. e. A.

- 46 Entsprechende Maßnahmen sind in TRGS 724 beschrieben.

## 7.2.4 Begleitende Schutzmaßnahmen

Wie alle technischen Schutzmaßnahmen kann auch bei Explosionsschutzmaßnahmen die Wirksamkeit nur dann sichergestellt und aufrechterhalten werden, wenn die Maßnahmen regelmäßig geprüft und die Einrichtungen instandgehalten werden. Die entsprechenden Regelungen zu Prüffristen und dazu, welche Personen zur Prüfung befähigt sind, finden sich in

- ⑳ ․ Anhang 2 Abschnitt 3 Betriebssicherheitsverordnung,
- ㉒ ․ TRBS 1201 Teil 1 „Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“,
- ㉔ ․ TRBS 1201 Teil 5 „Prüfung von Lageranlagen, Füllstellen, Tankstellen und Flugfeldbetankungsanlagen, soweit entzündliche, leichtentzündliche oder hochentzündliche Flüssigkeiten gelagert oder abgefüllt werden, hinsichtlich Gefährdungen durch Brand und Explosion“.

- ⑳ Anh. 2 Gemäß der Betriebssicherheitsverordnung sind
- Ab. 3 ․ Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen vor der erstmaligen Inbetriebnahme und vor der Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen auf Explosionssicherheit zu prüfen,
- ․ Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen mindestens alle sechs Jahre auf Explosionssicherheit zu prüfen,
- ③ ․ Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU mit ihren Verbindungseinrichtungen unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen mit anderen Anlagenteilen wiederkehrend mindestens alle drei Jahre zu prüfen und
- ․ Lüftungsanlagen, Gaswarneinrichtungen und Inertisierungseinrichtungen unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen mit anderen Anlagenteilen wiederkehrend jährlich zu prüfen.

Die mindestens dreijährig und die jährlich wiederkehrenden Prüfungen können entfallen, wenn ein geeignetes Instandhaltungskonzept vorhanden ist, das gleichwertig sicherstellt, dass ein sicherer Zustand der Anlagen aufrechterhalten wird und die Explosionssicherheit dauerhaft gewährleistet ist.

Arbeitsbereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, sind an ihren Zugängen mit den entsprechenden Warn- und Sicherheitsschildern zu kennzeichnen.

## ⑬ ④⑧ 7.3 Brandschutzmaßnahmen

Die Brandgefährdung ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu betrachten. Dies gilt speziell dann, wenn brennbare oder oxidierende Gefahrstoffe in den zu beurteilenden Bereichen bei den zu beurteilenden Betriebszuständen vorhanden sein können.

- ④⑧ Die Höhe der Brandgefährdung ist vorwiegend abhängig von
  1. den physikalisch-chemischen Eigenschaften und sicherheitstechnischen Kenngrößen der brennbaren Gefahrstoffe (bei Flüssigkeiten: Flammpunkt, Brennpunkt, Zündtemperatur),
  2. deren Menge, Dispersionsgrad und Verteilung,
  3. der Wirksamkeit der Zündquelle,
  4. den physikalischen Randbedingungen (z. B. Temperatur, Luftströmungen, Luftfeuchtigkeit, Raumvolumen, Raumfläche, Raumhöhe) und
  5. sonstigen Randbedingungen (z. B. Oberflächenstrukturen, Dochteffekte).

Da Lösemittel typischerweise brennbar sind und häufig in nicht nur geringer Menge eingesetzt werden, sollte zunächst zumindest von einer erhöhten Brandgefährdung ausgegangen werden. In solchen Bereichen sind zusätzlich zu den Grund-

- ⑭ ⑳ ⑦⑩ pflichten nach Arbeitsstättenverordnung, Betriebssicherheitsverordnung und Bauordnungsrecht z. B. folgende Maßnahmen umzusetzen:
  - ․ Verwendung von weniger brandgefährlichen Gefahrstoffen,
  - ․ Mengenreduzierung,
  - ․ Brandgefährdete Räume und Bereiche kennzeichnen,
  - ․ keine Erhöhung der Brandlast durch Material, das nicht zum Produktionsverfahren gehört (z. B. Verpackungsmaterialien),

- › Vermeidung wirksamer Zündquellen (z. B. Gegenstände mit heißen Oberflächen, wie Heizlüfter, offene Flammen),
- › geeignete Branderkennung und unverzügliche organisatorische Brandschutzmaßnahmen und Löschmaßnahmen,
- › Feuerlöscheinrichtungen in ausreichender Zahl bereitstellen und in gebrauchsfähigem Zustand halten (siehe auch Abschnitt 10.2.2).

④⑧ Weitere Beispiele umzusetzender Maßnahmen finden sich in Tabelle 1 der TRGS 800 „Brandschutzmaßnahmen“. Die Auswahl muss aufgrund der lokal vorliegenden Bedingungen in der Gefährdungsbeurteilung individuell festgelegt werden. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist auch die Wirksamkeit der bestehenden und der zu treffenden Schutzmaßnahmen zu überprüfen und in geeigneter Form zu dokumentieren. Bei sich ändernden Gegebenheiten (z. B. Nutzungsänderungen) ist eine Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung der Maßnahmen durchzuführen.

## ⑦③ 7.4 Laboratorien

In Laboratorien können die Schutzmaßnahmen aufgrund der Vielzahl der eingesetzten Stoffe und der wechselnden Tätigkeiten häufig nicht tätigkeits- oder stoffspezifisch festgelegt werden. Anstelle dieses sonst üblichen Vorgehens wird durch den Bau, die Einrichtung, die Verfahren, den Betrieb, die Geräte sowie durch die Qualifikation des Laborpersonals die Gefährdung bei Tätigkeiten in Laboratorien minimiert. Dieses Vorgehen ersetzt jedoch nicht vollständig die Gefährdungsbeurteilung.

①①④ Einen zentralen Punkt dieses Schutzkonzeptes stellt das Arbeiten im Abzug dar, da dieser sowohl vor den Auswirkungen aufgrund von physikalisch-chemischen Eigenschaften, z. B. Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, als auch vor den toxischen Gefährdungen einen wesentlichen Schutz bietet. Entsprechend sind alle Tätigkeiten, bei denen Gefahrstoffe, wie Dämpfe von Lösemitteln, in gefährlicher Konzentration oder Menge auftreten können, in geeigneten und in ihrer Wirksamkeit geprüften Abzügen durchzuführen. Die Frontschieber sind bei solchen Arbeiten geschlossen zu halten, andernfalls müssen diese Tätigkeiten gesondert beurteilt werden. Dies betrifft speziell Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen und reproduktionstoxischen Stoffen (Kat. 1A und 1B), sowie mit akut toxischen Stoffen (Kat. 1 und 2).

Außerhalb der Abzüge dürfen solche Tätigkeiten nur durchgeführt werden, wenn durch geeignete Maßnahmen oder die Art der Tätigkeit sichergestellt ist, dass Beschäftigte nicht gefährdet werden. Das ist, abhängig von den Aggregatzuständen und gefährlichen Eigenschaften der Stoffe, z. B. möglich durch Verwenden von

- › geschlossenen Apparaturen, z. B. Gloveboxen, oder
- › wirksamen Objektabsaugungen.

Zu beachten ist dabei auch, dass die Regelungen im Labor sich auf laborübliche Mengen beziehen. Dies sind z. B. jeweils 2,5 l für Flüssigkeiten allgemein oder 0,5 l für Flüssigkeiten mit KMR-Eigenschaften. Werden größere Mengen eingesetzt, kann nicht länger davon ausgegangen werden, dass die laborüblichen Schutzmaßnahmen ausreichend sind. Hier sind entsprechend der Gefährdungsbeurteilung gegebenenfalls weitere Schutzmaßnahmen oder andere für den Einsatz größerer Mengen gestaltete Räumlichkeiten erforderlich.

Mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen und reproduktionstoxischen Lösemitteln verunreinigte Apparaturen müssen durch Fachkundige vorgereinigt werden. Damit soll eine Gefährdung des Reinigungspersonals durch diese Stoffe ausgeschlossen werden.

⑨① ⑩② Zahlreiche organische Lösemittel bilden, z. B. beim Lagern, selbst bei nur geringfügigem Kontakt mit Luft, mit Sauerstoff explosionsgefährliche Peroxide. Die gebildeten Peroxide sind schwerflüchtig und reichern sich besonders bei Destillationen in der Destillationsblase an, wo sie sich explosionsartig zersetzen können. Typische Beispiele für peroxidbildende Verbindungen sind Ether, ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Aldehyde und Ketone.

①⑥⑦ Lösemittel, die zur Bildung organischer Peroxide neigen, müssen vor der Destillation und dem Abdampfen auf Anwesenheit von Peroxiden untersucht und die Peroxide müssen entfernt werden. Solche Lösemittel müssen zudem vor Licht – insbesondere UV-Strahlung – geschützt aufbewahrt werden.

- 37 Weitere Einzelheiten enthalten die TRGS 526 „Laboratorien“ sowie die die TRGS ausführende DGUV Information 213-850
- 73 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“. Wesentliche Anforderungen daraus wurden in GisChem (www.gischem.de) hinterlegt
- 171 und werden bei den dort erstellbaren Betriebsanweisungen berücksichtigt.

## 7.5 Arbeits- und Lagerräume

- Betriebsstätten sind so einzurichten, dass in ihnen mit Lösemitteln gefahrlos umgegangen werden kann. Bei der baulichen
- 14 Ausführung und bei der Ausrüstung von Arbeits- und Lagerräumen sind die Verordnung über Arbeitsstätten, die jeweiligen
  - 70 67 187 Landesbauordnungen sowie das Wasserhaushaltsgesetz mit den zugehörigen Verordnungen, die Gefahrstoffverordnung
  - 68 25 36 mit TRGS 510 und die Auflagen der zuständigen Wasserbehörde zu berücksichtigen.

Fußböden sollen gegen die verwendeten Lösemittel beständig und, zur besseren Reinigung, dicht und nicht saugfähig sein.

- 25 71 126 Unbefugte dürfen die Räume nicht betreten, wenn dadurch eine Gefahr für Sicherheit und Gesundheit entsteht. Entsprechende Hinweisschilder sind anzubringen. Zu Arbeitsbereichen, in denen Tätigkeiten mit akut toxischen Stoffen der Kategorie 1–3 oder KMR-Stoffen durchgeführt werden oder diese Stoffe gelagert werden, dürfen nur fachkundige und zuverlässige Personen Zugang haben. Zur Kennzeichnung von Arbeits- und Lagerräumen siehe Abschnitt 8.4. Es sind auch Vorkehrungen zu treffen, um Missbrauch oder Fehlgebrauch nach Möglichkeit zu verhindern.
- 17 Für Notsituationen muss das schnelle und sichere Verlassen der Räume durch Anzahl, Lage, Bauart und Zustand von Rettungswegen und Ausgängen gewährleistet sein (siehe auch Abschnitt 10.2.4).

- 25 § 8 An Arbeitsplätzen dürfen Lösemittel nur in Mengen vorhanden sein, die für den Fortgang der Arbeiten erforderlich sind.
- 49 53 Werden Tätigkeiten mit Lösemitteln durchgeführt, so müssen je nach Stoff bestimmte Luftgrenzwerte unterschritten und das Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindert werden. Hierzu sind meist entsprechend ausgelegte Lüftungstechnische Anlagen erforderlich – siehe Abschnitt 7.1. Diese Anlagen sollen keine Zugluft im Arbeitsbereich der Beschäftigten erzeugen. In Arbeitsräumen dürfen Lösemittel nur gelagert werden, wenn die Lagerung mit dem Schutz der Beschäftigten vereinbar ist und in besonderen Einrichtungen erfolgt (z. B. Lagerung in Sicherheitsschränken entsprechend
- 36 Anlage 3 der TRGS 510).

- 26 Alle Lösemittelbehälter müssen eindeutig gekennzeichnet sein. Ortsbewegliche volle und entleerte Behälter sollen an bestimmten Plätzen und nicht verstreut im Betrieb gelagert werden. Lagerplätze sind nach der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 zu kennzeichnen (siehe Abschnitt 8.4). Sicherheitshinweise sind anzubringen (z. B. durch Aushang der Betriebsanweisung) und die erforderlichen Schutzausrüstungen sind bereitzustellen.
- 15

Lösemittel sind vor Licht- und Wärmeeinwirkung und Zündquellen geschützt aufzubewahren. Dies beugt schädlichen Veränderungen (Alterung) vor, z. B. bilden bestimmte Lösemittel selbst bei nur geringfügigem Kontakt mit Luft, mit Sauerstoff explosionsgefährliche Peroxide (siehe Abschnitt 7.4).

- 25 Die Behältermaterialien müssen gegenüber den Lösemitteln beständig sein. Die Verpackungen und Behälter müssen so beschaffen und geeignet sein, dass vom Inhalt nichts ungewollt nach außen gelangen kann. Behälter, durch deren Form oder Kennzeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann, dürfen nicht zur Aufbewahrung und Lagerung verwendet werden. Lösemittelbehälter sind stets geschlossen zu halten. Offene Gefäße dürfen (auch innerbetrieblich) nicht transportiert und gelagert werden.

- Lagerbehälter müssen in eine Rückhalteeinrichtung (Auffangeinrichtung bzw. Auffangraum) eingestellt werden. Dieser muss für das Lagergut undurchlässig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Die materiellen Anforderungen an die Beschaffenheit und Größe der Rückhalteeinrichtung sind in der TRGS 510 und den einschlägigen wasserrechtlichen Bestimmungen geregelt. Die Rückhalteeinrichtung muss mindestens den Rauminhalt des größten Behälters fassen können oder
- 36 67 68
  - 68
- › bis 100 m<sup>3</sup>: 10 % des Rauminhalts,
  - › von 100 m<sup>3</sup> bis 1000 m<sup>3</sup>: 3 % des Rauminhalts, mindestens jedoch 10 m<sup>3</sup>,

› über 1000 m³: 2 % des Rauminhalts, mindestens jedoch 30 m³.

- 36 Für die Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten in ortsbeweglichen Behältern fordert und nennt die TRGS 510 Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit von der gelagerten Menge und der Einstufung der Stoffe. Eine Übersicht bietet die nachfolgende Tabelle. Sollten die Lösemittel weitere gefährliche Eigenschaften haben, so sind diese nach TRGS 510 zu berücksichtigen:

		H224 Extrem entzündbar	H225 Leicht entzündbar	H226 Entzündbar <sup>3</sup>	Brennbare Flüssigkeiten ohne Kennzeichnung und Flammpunkt ≤ 370 °C
1	Kleinmengen: Erleichterungen bei der Lagerung außerhalb von Lagern unter Berücksichtigung der allgemeinen Schutzmaßnahmen (nach Nr. 4.1 und 4.2 der TRGS 510) zulässig	≤ 10 kg	≤ 20 kg <sup>4</sup>	≤ 100 kg	≤ 1000 kg
1.1	zerbrechliche Behälter (außerhalb Lager)	≤ 2,5 l/pro Behälter			
1.2	nicht zerbrechliche Behälter (außerhalb Lager)	≤ 10 l/pro Behälter			
2	Zusätzliche und besondere Schutzmaßnahmen nach TRGS 510				
2.1	Maßnahmen nach Nr. 4.1–4.3 der TRGS 510	> 10 kg – 200 kg	> 20 kg – 200 kg	> 100 kg – 1000 kg	> 1000 kg
2.2	Maßnahmen nach Nr. 5 und Nr. 12 sowie Anlagen 2, 3 und 5 der TRGS 510 <sup>5</sup>	> 200 kg		> 1000 kg	
2.3	Weitere Anforderungen (nach Nr. 6 der TRGS 510) an den Brandschutz und an Flucht- und Rettungswege <sup>6</sup>	> 200 kg			> 1000 kg

3 Bei der ausschließlichen Lagerung von entzündbaren Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt > 55 °C kann auf die Festlegung von ergänzenden/zusätzlichen Schutzmaßnahmen über die Anforderungen der Nummer 4 hinaus im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung verzichtet werden.

4 Insgesamt dürfen maximal 20 kg mit H224 und H225 gekennzeichneten Stoffen zusammengelagert werden, davon maximal 10 kg mit H225.

5 U. a.:

- > Abtrennung zu anderen Räumen mindestens feuerhemmend (Feuerwiderstandsdauer mindestens 30 Minuten, bei Lagermenge > 1 t (bei H226 > 10 t) mindestens 90 Minuten).
- > alternativ (Anlage 3 der TRGS 510) Sicherheitsschrank nach DIN EN 14470-1; Gefahrstoffe mit Zündtemperaturen < 200 °C oder H224 nur in belüfteten Sicherheitsschränken mit einer Feuerwiderstandsfähigkeit von mindestens 90 Minuten; frühzeitige Branderkennung und -bekämpfung muss sichergestellt sein.
- > Explosionsschutz (siehe auch Anlage 5 der TRGS 510), Belüftung, Zugangsbeschränkung.

6 U. a.:

- > Bedachungen lange widerstandsfähig gegen Brandbeanspruchung von außen; geeigneter Blitzschutz, Feuerwehru- und -umfahrten sowie Aufstellflächen.
- > ausreichende und geeignete Feuerlöschsicherungen sowie Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen.
- > Ausgang in höchstens 35 m Entfernung; jeder Lagerraum > 200 m² muss mindestens zwei, möglichst gegenüber liegende Ausgänge besitzen.

- 47 115 Kann eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre nicht ausgeschlossen werden, müssen die Rückhalteeinrichtungen elektrostatisch ableitfähig und mit Erdkontakt versehen sein.
- 36 Die Lagerung in Verkaufs- und Vorratsräumen sowie in Kellern von Wohnhäusern unterliegt der TRGS 510.
- Bei der Zusammenlagerung verschiedener Gefahrstoffe können Zusammenlagerungsverbote bestehen. Diese regelt die TRGS 510.
- Lageranlagen mit einem Gesamtrauminhalt von mehr als 10000 l entzündbarer Lösemittel bedürfen der Erlaubnis nach § 18 Abs. 1 der Betriebssicherheitsverordnung.
- 20
- 61 Darüber hinaus sind eventuell Maßnahmen nach Störfall-Verordnung zu treffen.
- 104 Ausführliche Hinweise zur Lagerung von Gefahrstoffen enthalten die DGUV Informationen 213-084 „Lagerung von Gefahrstoffen“ (Merkblatt M 062 der BG RCI) und 213-085 „Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ (Merkblatt M 063 der BG RCI).
- 105

### 7.5.1 Lagerung in Sicherheitsschränken

Kleinmengen an Lösemitteln sollen im Arbeitsbereich in Sicherheitsschränken gelagert werden. Sicherheitsschränke müssen so beschaffen sein, aufgestellt, betrieben und Instand gehalten werden, dass die Sicherheit Beschäftigter und Dritter gewährleistet ist, insbesondere vor Gefährdungen durch einen Brand oder eine Explosion.

- 160 Die Einteilung von Sicherheitsschränken erfolgt gemäß der DIN EN 14470-1 nach der Feuerwiderstandsfähigkeit (FWF) der Sicherheitsschränke. Sicherheitsschränke mit einer Feuerwiderstandsfähigkeit von 90 Minuten (F90) gelten nach TRGS 510 als eigener Brandabschnitt. Somit bietet eine Lagerung in entsprechenden Sicherheitsschränken folgende Vorteile:
- 36
- › Erfüllung von Anforderungen des Brand- und Explosionsschutzes,
  - › Aufstellung in Arbeitsräumen zulässig,
  - › Aufstellung in Fluren nach Abstimmung mit den örtlichen Feuerwehren bei Einhaltung der Fluchtwegebreite grundsätzlich möglich,
  - › Reduzierung des innerbetrieblichen Transports von Gefahrstoffen und des damit verbundenen Risikos.
- 160
- 36 Detaillierte Informationen zur Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten in Sicherheitsschränken gibt Anlage 3 der TRGS 510,
- 105 die DGUV Information 213-085 „Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ (Merkblatt M 063
- 160 der BG RCI) und DIN EN 14470-1.

### 36 7.5.2 Lagerung von Aerosolpackungen

Bei Aerosolpackungen („Spraydosen“) kommen zu den Gefahren lösemittelhaltiger Produkte (z. B. Lacke) noch die brennbaren Treibgase wie Propan, Butan und Dimethylether, die in teilweise verflüssigtem Zustand vorliegen. Aerosolpackungen besitzen in der Regel geringe Wandstärken, sodass der Dampfdruck der enthaltenen Gase bei einem Temperaturanstieg zum Versagen der Umschließung führen kann, daher dürfen sie nicht einer Erwärmung von mehr als 50 °C durch Sonnenbestrahlung oder andere Wärmequellen ausgesetzt werden.

Gefüllte Aerosolpackungen dürfen nicht in Schaufenstern gelagert werden. In Verkaufsräumen darf der voraussichtliche Tagesbedarf und die für die Darbietung des Sortiments erforderliche Menge nicht überschritten werden.

Nicht als gefährlich gekennzeichnete Aerosolpackungen unterliegen bis 200 kg keinen speziellen Lagervorschriften. Größere Mengen müssen in geschlossenen Gitterboxen gelagert werden, die im Falle eines Zerkrallens eine Freisetzung von Bruchstücken verhindern.

- ⑤ Bei einer Lagerung von weniger als 20 kg Nettomasse Aerosole in Aerosolpackungen (gekennzeichnet mit H222 oder H223) ist kein besonderes Lager erforderlich. Eine Lagerung von mehr als 20 kg (bzw. 200 kg) Nettomasse Aerosole ist außerhalb eines Lagers oder eines geeigneten Sicherheitsschranks nicht zulässig.

Bei der Planung der Lagerung von Aerosolpackungen in Lagerräumen für ortsbewegliche Behälter müssen vorhandene brennbare Flüssigkeiten mitberücksichtigt werden. Die Lagermenge für brennbare Flüssigkeiten und das auf den Aerosolpackungen angegebene Nettovolumen des Inhalts darf zusammen die höchstzulässige Lagermenge von 100 t pro Lagerraum nicht überschreiten.

- ③⑥ Bezüglich der baulichen Anforderungen und Brandschutz für Lagerräume für Aerosolpackungen siehe Nr. 11.2 der TRGS 510. Z. B. dürfen diese nicht in bewohnten Gebäuden liegen und müssen eine ausreichende Lüftung besitzen und den Anforderungen an den Explosionsschutz genügen.

## 7.6 Transport

- ⑤⑨ Den Transport von Lösemitteln auf öffentlichen Verkehrswegen regeln eine Reihe nationaler und internationaler verkehrsrechtlicher Vorschriften. Einzelheiten enthalten die DGUV Information 213-050 „Gefahrgutbeauftragte“ (Merkblätter A 002 der BG RCI), DGUV Information 213-052 „Beförderung gefährlicher Güter“ (Merkblatt A 013 der BG RCI) und DGUV Information 213-012 „Gefahrgutbeförderung im Pkw und in Kleintransportern“ (Merkblatt A 014 der BG RCI) sowie die kurz & bündig-Schrift KB 008 „Gefahrgut im Pkw und Kleintransporter – Kleinmengen“ der BG RCI.

## 7.7 Umfüllen, Probenahme

Lösemittel sind so umzufüllen, dass eine Gefährdung der Beschäftigten durch austretende gefährliche Stoffe und Dämpfe vermieden wird. Maßgeblich ist dabei auf die Vermeidung von Gesundheitsgefährdungen durch Hautkontakt oder zu hohe Konzentrationen in der Atemluft sowie mögliche physikalisch-chemische Wirkungen zu achten.

Zur Vermeidung des Hautkontakts ist neben dem Einsatz entsprechender technischer und organisatorischer Schutzmaßnahmen auch eine saubere Arbeitsweise, gegebenenfalls in Kombination mit entsprechenden Persönlichen Schutzausrüstungen, geboten. Siehe hierzu auch Kapitel 9, insbesondere Abschnitt 9.3.



Abbildung 4: Flüssigkeitsvorlagenbehälter zur Verriegelung



Abbildung 5: Flüssigkeitswiegesystem mit Entlüftung

Gefährliche Konzentrationen in der Atemluft der Beschäftigten können z. B. durch Umpumpen des Lösemittels im geschlossenen System unter Anwendung des Gaspindelverfahrens oder Einbindung in ein Abgassystem vermieden werden (siehe Abbildung 4). Auch Flüssigkeitswaagen, die im geschlossenen oder im offenen System arbeiten (siehe Abbildung 5), können eingesetzt werden. Gebräuchlich ist bei offenen Systemen auch die Verwendung eines Aktivkohlefilters an der Gasaustrittsöffnung. Sollte die Verwendung geschlossener Systeme nicht möglich sein, sollte die Größe der Austrittsöffnung minimiert und austretende Gase direkt an der Austrittsöffnung abgesaugt werden. Eine Verringerung der Betriebstemperatur führt aufgrund des niedrigeren Dampfdrucks ebenfalls zu einer geringeren Stofffreisetzung. Dies kann auch im Rahmen der Vermeidung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre relevant sein und sollte im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung betrachtet werden.

Des Weiteren sollten zur Entnahme von Lösemitteln aus Fässern geeignete Vorrichtungen verwendet werden, um Verspritzen oder Verschütten zu vermeiden, z. B. Heber, Dosierhähne, Kippvorrichtungen (siehe Abbildung 6).

Werden Lösemittel mit Fasspumpen gefördert, sollte der Schlauch auf der Druckseite der Pumpe sowohl an der Pumpe, als auch an seinem freien Ende sorgfältig befestigt sein. Einsaugen ist dem Einpumpen vorzuziehen (kein Verspritzen, geringerer Reinigungsaufwand) (siehe Abbildung 8).



Abbildung 6: Umfüllen von Flüssigkeiten



Abbildung 7: Potentialausgleich



Abbildung 8: Umfüllen mit explosionsgeschützter Pumpe

Einen wichtigen Beitrag zur Vermeidung von Gefährdungen leistet die Kennzeichnung von Entnahmestellen, da hierdurch potentiell lebensgefährliche Verwechslungen vermieden werden können. Siehe hierzu Abschnitt 8.4.

Zum Schutz vor versehentlicher oraler Aufnahme dürfen Lösemittel auf keinen Fall in Behälter ab- oder umgefüllt werden, die für Lebensmittel benutzt werden (Getränkeflaschen, Trink- und Joghurtbecher usw.) oder mit diesen verwechselt werden können.

④②–⑦④  
⑬⑤ An Arbeitsplätzen, bei denen Lösemittel umgefüllt werden, sind mit großer Wahrscheinlichkeit Maßnahmen des Explosionsschutzes erforderlich. Siehe hierzu auch Abschnitt 7.2 bzw. TRGS 720 ff. und die EX-RL-Beispielsammlung (Anlage 4 der DGUV Regel 113-001). Wenn die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre nicht sicher verhindert werden kann, sind folgende Grundmaßnahmen zur Vermeidung der Entzündung zu treffen:

- › Verbinden und Erden aller leitfähigen und ableitfähigen Teile: Fass oder Tank, Rohrleitungen, Pumpen, Trichter, Tauchrohr usw.
- › Arbeitsschritte, z. B. Rühren, Umpumpen, Dispergieren, nur in leitfähigen Behältern durchführen, es sei denn, die Leitfähigkeit der homogenen Phase beträgt mehr als 10000 pS/m.
- › Sollten leitfähige oder ableitfähige Behälter mit isolierender Innenbeschichtung eingesetzt werden, darf diese eine Beschichtungsdicke von 2 mm nicht überschreiten. Die Beschichtung muss fest mit der Behälterwand verbunden sein; Ablösen oder Ablättern der Beschichtung darf nicht auftreten. Zudem ist bei Flüssigkeiten hoher und mittlerer Leitfähigkeit sicherzustellen, dass während des Befüllens oder Entleerens eine leitfähige Verbindung zwischen Flüssigkeit und Erde vorhanden ist. Dies ist über Unterspiegelbefüllung zu erreichen oder durch ein bis zum Boden geführtes Tauchrohr.
- › Versprühen der Lösemittel führt bei allen Flüssigkeiten zur starken Ladungserzeugung. Dies ist unbedingt zu vermeiden, z. B. durch bis zum Boden geführte Tauchrohre (Unterspiegelfüllung) oder geringe Füllgeschwindigkeit.

Sofern die vorliegenden Bedingungen die Einteilung einer Zone 2 begründen, ist in diesem Bereich zusätzlich Folgendes umzusetzen:

- › Isolierende Behälter dürfen nur eingesetzt werden, wenn Flüssigkeiten hoher oder mittlerer Leitfähigkeit mit Erde verbunden sind, z. B. durch ein geerdetes leitfähiges Einfüllrohr bei Unterspiegelbefüllung, und die Strömungsgeschwindigkeit bei mehrphasigen Flüssigkeiten 1 m/s nicht übersteigt.
- › Verwendung ausschließlich solcher Geräte, die für den Einsatz in mindestens Zone 2 zugelassen sind. Dies betrifft beispielsweise den Einsatz entsprechender explosionsgeschützter Pumpen.

Sollte aufgrund der vorherrschenden Bedingungen die Einteilung einer Zone 1 gegeben sein, ist zusätzlich zu den vorgenannten Maßnahmen noch Folgendes zu beachten:

- › Zum Einsatz isolierender Behälter ist bei allen Arten von Flüssigkeiten die höchstzulässige Strömungsgeschwindigkeit von 1 m/s zu beachten. Das höchstzulässige Volumen beträgt 5 l.
- › Ableitfähige Schuhe tragen (Ableitwiderstand der Person auf ableitfähigem Boden von höchstens  $10^8 \Omega$ ); die Sohlen der Schuhe müssen sauber sein.
- › Ableitfähigen Fußboden (Ableitwiderstand kleiner  $10^8 \Omega$ ) sauber halten, keinesfalls mit nichtleitfähigem Material (Folien, Spanplatten, Anstriche usw.) abdecken. Ableitfähigkeit des Fußbodens regelmäßig überprüfen (z. B. durch Messungen).
- › Verwendung ausschließlich solcher Geräte, die für den Einsatz in mindestens Zone 1 zugelassen sind.

⑪② ⑩⑨ Beispiele für sicheres Umfüllen von Flüssigkeiten sind in den Merkblättern T 025 „Umfüllen von Flüssigkeiten“ und T 015 „Befüllen und Entleeren von Transporttanks für Flüssigkeiten – Eisenbahnkesselwagen, Tankfahrzeuge, Tankcontainer und Aufsetztanks“ der BG RCI zusammengestellt. Auch die Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis „Befüllen von Kanistern, Fässern und IBC mit organischen Flüssigkeiten“, welche als VSK unter der lfd. Nr. 11 der Anlage zur TRGS 420 veröffentlicht ist, sollte beachtet werden. Hierzu sind auf der Website der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Filme veröffentlicht, die das richtige Abfüllen von organischen Flüssigkeiten demonstrieren.

Die Probenahme ist in der Gefährdungsbeurteilung gesondert zu betrachten, da hierbei teilweise andere Regelungen als beim regulären Umfüllen gelten. Eine Gefährdung durch Lösemittel ist jedoch auch hier zu vermeiden. Geeignete technische Einrichtungen sind z. B. Schleusen, geschlossene Probenahmegefäße, Probenahmeventile ohne Toträume und ohne Nachlauf (siehe Abbildung 9). Eine offene Probenahme (siehe Abbildung 10) ist nach dem heutigen Stand der Technik nur noch vertretbar, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- › der Arbeitsplatzgrenzwert wird eingehalten,
- › das System ist drucklos,
- › es kann sich keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden.



Abbildung 9: Geschlossene Probenahme



Abbildung 10: Offene Probenahme

Sollten zur Probenahme leitfähige oder ableitfähige Behälter eingesetzt werden, sind diese zu erden. Bei Flüssigkeiten niedriger und mittlerer Leitfähigkeit sind Probenahmegefäße aus isolierendem Material mit einem Volumen  $V \leq 1$  Liter bevorzugt gegenüber leitfähigen Gefäßen gleichen Volumens einzusetzen. Die Probenahmegefäße dürfen vorher nicht gefährlich aufgeladen sein.

- ④⑦ Weitere Hinweise zur Probenahme enthalten die TRGS 727 und das Merkblatt T 026 „Probenahme – Flüssigkeiten“ der BG RCI.
- ①③

## 7.8 Reinigung



Abbildung 11: Lösemittel mit Bindemittel aufnehmen

Anlageteile, Apparaturen und Einrichtungen, in denen mit Lösemitteln gearbeitet wird, sind so zu gestalten, dass sie leicht zu reinigen sind und möglichst selten von Hand gereinigt werden müssen. Für die Reinigung sind bevorzugt technische Maßnahmen zu treffen, z. B. Auskochen, Spülen, Flüssigkeitsstrahler, Verdrängen. Die Umgebung der Anlagenteile und Apparaturen muss ebenfalls leicht und gefahrlos zu reinigen sein. Bei der Verwendung von Reinigungsmitteln sollte geprüft werden, ob organische Lösemittel durch wässrige oder nicht entzündliche Systeme (z. B. nicht entzündliche Ester auf Basis von Pflanzenölen) ersetzt werden können.

Verschüttete und ausgelaufene Stoffe und Flüssigkeiten sind unverzüglich gefahrlos zu beseitigen. Die Ausbreitung von flüssigen Stoffen ist zu verhindern, indem sie z. B. unverzüglich mit geeigneten Bindemitteln (Blähglimmer, Kieselgur usw.) aufgenommen werden. Die gebrauchten Materialien sind, wie alle lösemittelhaltigen Abfälle, sachgerecht zu entsorgen – zu Maßnahmen für den Notfall siehe auch Kapitel 10.

Kann eine Gesundheitsgefährdung bei Reinigungsarbeiten durch Substitution oder durch technische und organisatorische Maßnahmen nicht ausgeschlossen werden, so müssen persönliche Schutzausrüstungen (siehe Kapitel 9) benutzt werden.

- ⑧① Zur Vermeidung von direktem Hautkontakt bei Reinigungsarbeiten müssen Schutzhandschuhe und gegebenenfalls weitere persönliche Schutzausrüstungen (Schutzbrille, Schutzanzug) verwendet werden.
- ⑦⑤ ①③⑩–①③⑤

## 7.9 Entsorgen von Abfällen und Rückständen

Bei Tätigkeiten mit Lösemitteln ist ein nicht zu vernachlässigender Punkt die Entsorgung der anfallenden Lösemittel nach verschiedensten Arbeitsschritten (z. B. die Lösemittelreste nach einer Pinselreinigung).

Gerade bei Chemikalienabfällen, die sich in den meisten Fällen aus Gemischen zusammensetzen, müssen diverse Gefahren vorausgesetzt werden, insbesondere physikalisch-chemische. Laborabfälle sind häufig Lösemittel, die noch andere gelöste Chemikalien enthalten können.

Verunreinigte Lösemittel werden häufig durch Destillation zur Wiederverwendung aufbereitet. Die Abfälle aus der Destillation und verunreinigter Leergebinde, die Lösemittel enthalten können, müssen sachgemäß als gefährlicher Abfall entsorgt werden. Dies kann z. B. durch Rückgabe an den Lieferanten oder Beauftragung eines Entsorgungsbetriebes geschehen.

- ⑥4 Dem Einsatz von Mehrwegsystemen ist der Vorzug zu geben, da nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz die Verwertung gegenüber der Beseitigung vorzuziehen ist.

Für die Abfallsammlung empfehlen sich kleinere Gebinde, da diese besser zu handhaben sind als große Fässer und die Auswirkung gefährlicher Reaktionen durch Vermischung unverträglicher Stoffe erheblich verringert werden kann. Außerdem ist zu beachten, dass viele Lösemittel gerade beim Umfüllen mit Luft explosionsfähige Atmosphäre bilden und bedingt durch die elektrostatische Entladung eine Entzündung erfolgen kann. (Kunststoff-)Gebinde müssen ab 5 kg mindestens elektrostatisch ableitfähig sein.



Abbildung 12: Behälter für Putzlappen

Lösemittel werden häufig zum Entfernen von Ölen und Fetten verwendet. Mit Lösemitteln, Öl und Fett getränkte Putzmaterialien können zusammen mit dem Sauerstoff der Luft Wärme entwickeln und sich selbst entzünden. Für den Transport und das Aufbewahren von lösemittelhaltigem Putzmaterial müssen dicht schließende Behälter aus widerstandsfähigem, nicht brennbarem Werkstoff zur Verfügung stehen. Gebrauchte Putztücher zur Wiederverwendung dürfen nur in widerstandsfähigen, dicht verschlossenen Behältern gesammelt, gelagert und transportiert werden. Widerstandsfähige Behältnisse sind z. B. Behälter aus Metall und hochmolekularem Niederdruck-Polyethylen. Überschüssige Lösemittelmengen sowie tropfnasse Putztücher dürfen nicht in Putztuchbehälter gegeben werden. Die Behälter sind regelmäßig zu entleeren.

Innerbetrieblich genutzte Behälter zur Aufbewahrung von z. B. mit Lösemitteln verunreinigten Bindemitteln oder Putzmaterial müssen gekennzeichnet sein. Zur Kennzeichnung von Abfällen mit gefährlichen Eigenschaften zur Entsorgung siehe Abschnitt 8.4.

Wenn vorgesehen ist, dass Abfälle das Betriebsgelände verlassen und daher in Behältern gesammelt werden, die bereits den Gefahrgutvorschriften genügen, so reicht diese Kennzeichnung aus. Lediglich durch die Gefahrzettel nicht erfasste Gesundheitsgefahren sind zu ergänzen.

- ②6 Unbeschadet abfallrechtlicher Vorschriften regelt die TRGS 201 die Anwendung der Kennzeichnungsvorschriften der Gefahrstoffverordnung auf Abfälle, soweit es sich um Gefahrstoffe handelt und Tätigkeiten mit ihnen ausgeübt werden.

Informationen zur Entsorgung von Lösemitteln enthalten auch die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter.

- ⑩5 Allgemeine Informationen enthält Kapitel 23 der DGUV Information 213-085 „Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ (Merkblatt M 063 der BG RCI), DGUV Information 213-052 „Beförderung gefährlicher Güter“ (Merkblatt A 013 der BG RCI) und DGUV Information 213-012 „Gefahrgutbeförderung im Pkw und in Kleintransportern“ (Merkblatt A 014 der BG RCI) sowie die kurz & bündig-Schrift KB 008 „Gefahrgut im Pkw und Kleintransporter – Kleinmengen“ der BG RCI.

Auskunft über Abfallverwertungs- bzw. Beseitigungsanlagen geben örtliche Entsorgungsbetriebe, die für die Abfallbeseitigung zuständigen Landesbehörden und die Industrie- und Handelskammern.

### 7.10 Werkstoffe

Um eine unkontrollierte Freisetzung von Lösemitteln auszuschließen, müssen die verwendeten Werkstoffe der Anlagen, Lagerbehälter, Schlauchleitungen, Dichtungen und Schutzeinrichtungen für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sein und den zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen genügen.

Die Eignung von Werkstoffen der Behälter zur Lagerung und zum Transport von Lösemitteln muss vorab geprüft werden. Für viele Lösemittel sind Kunststoffe als Behältermaterial ungeeignet, da sie bestimmte Grundanforderungen, wie z. B. Dampfdurchlässigkeit und Chemikalienbeständigkeit bei ständiger Einwirkung von Lösemitteln, nicht erfüllen. Darüber hinaus ist die Ableitfähigkeit der beim Umfüllen auftretenden elektrostatischen Aufladung nicht gewährleistet. Es sind hierbei die Vorgaben der TRGS 727 zur Größe der Behälter und zur zulässigen Strömungsgeschwindigkeit zu beachten.

47) 115)

Nähere Informationen können bei den Inverkehrbringern der Lösemittel erfragt werden. Dies gilt auch für Schlauchleitungen und Dichtungen.

Als Material für Behälter und Rohrleitungen zur Verwendung mit Lösemitteln eignen sich z. B. Stahl, Edelstahl.

191) Informationen zur Beständigkeit unterschiedlicher Werkstoffe können u. a. den DECHEMA-Werkstofftabellen entnommen werden.

Information können auch in nationalen Empfehlungen, Normen und Bestimmungen enthalten sein, z. B.:

- 162) > DIN EN 12285-1 „Werksgefertigte Tanks aus Stahl – Teil 1: Liegende, zylindrische, ein- und doppelwandige Tanks zur unterirdischen Lagerung von brennbaren und nicht brennbaren wassergefährdenden Flüssigkeiten, die nicht für das Heizen und Kühlen von Gebäuden vorgesehen sind“,
- 188) > Liste „Anforderungen an Tanks zur Beförderung gefährlicher Güter“ der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

Starre Rohrleitungen sind gegenüber flexiblen Schlauchleitungen zu bevorzugen, da sie die sicherere Verbindung darstellen. Kupplungen und Anschlüsse sind besonders bei flexiblen Schlauchverbindungen Schwachstellen und müssen daher häufiger geprüft und gewartet werden. Hinweise zur sicheren Verwendung von Schlauchleitungen sind auch der DGUV

107) Information 213-053 „Schlauchleitungen – Sicherer Einsatz“ (Merkblatt T 002 der BG RCI) zu entnehmen.

## 8 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Kann eine Gefährdung der Beschäftigten durch Substitution der Gefahrstoffe und technische Schutzmaßnahmen nicht ausgeschlossen oder zumindest auf ein unbedenkliches Maß reduziert werden, müssen zusätzliche organisatorische Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen hat die Unternehmerin oder der Unternehmer unter anderem folgende organisatorischen Schutzmaßnahmen zu treffen:

- > Geeignete Gestaltung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsorganisation,
- > Bereitstellung geeigneter Arbeitsmittel und die Wahl geeigneter Wartungsverfahren,
- > Begrenzung der Anzahl der Exponierten,
- > Begrenzung der Dauer und des Ausmaßes der Exposition,
- > Reinigung des Arbeitsplatzes und angemessene Hygienemaßnahmen.

Weitere Maßnahmen sind in den folgenden Abschnitten aufgeführt.

25 38 **8.1 Betriebsanweisung und Unterweisung**

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sind die Beschäftigten mit Betriebsanweisungen und regelmäßigen Unterweisungen über das sichere Arbeiten, über alle auftretenden Gefährdungen und entsprechende Schutzmaßnahmen zu informieren.

**8.1.1 Betriebsanweisung**

Nach § 14 Gefahrstoffverordnung ist eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisung, zu erstellen. Sie muss genaue Angaben über die im Einzelfall für Mensch und Umwelt möglichen Gefahren sowie die zu deren Abwehr erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln enthalten. Auf die sachgerechte Entsorgung gefährlicher Abfälle, das Verhalten im Gefahrenfall und Erste-Hilfe-Maßnahmen ist ebenfalls einzugehen.

Fingerschön GmbH Musterling 1 12345 Musterstadt	<b>BETRIEBSANWEISUNG</b>	Nr.: 42 Stand: 23.08.2019 Unterschrift:
<b>GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG / TÄTIGKEIT / ARBEITSPLATZ</b>		
<b>Ethylacetat</b> gilt für: Herstellung von Nagellack, Halle 1		
<b>GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT</b>		
 Gefahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einatmen, Verschlucken oder Hautkontakt kann zu Gesundheitsschäden führen. Verursacht schwere Augenreizung (H319). Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen (H336). Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen (EUH066). Kann Atemwege, Haut und Magen-Darm-Trakt reizen. Vorübergehend Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Magen-Darm-Beschwerden, Konzentrationsstörungen möglich. Kann Augenschaden, Störung des Zentralnervensystems verursachen.</li> <li>- Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar (H225). Gefahr durch Ansammlung explosionsfähiger Atmosphäre in Bodennähe! Bei Vorhandensein von Zündquellen erhöhte Explosionsgefahr! Erhöhte Entzündungsgefahr bei durchtränktem Material (z. B. Kleidung, Putzlappen). Reagiert mit starken Oxidationsmitteln unter heftiger Wärmeentwicklung. Reagiert unter heftiger Wärmeentwicklung z. B. mit Alkalimetallen und -hydriden. Bei unkontrollierter Reaktion besteht Explosionsgefahr.</li> <li>- <b>WGK:</b> 1 (schwach wassergefährdend)</li> </ul>	
<b>SCHUTZMAßNAHMEN UND VERHALTENSREGELN</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absaugung einschalten und in ihrem Wirkungsbereich arbeiten. Gebinde nicht offen stehen lassen!</li> <li>- Reaktionsfähige Stoffe fernhalten.</li> <li>- Von Zündquellen fernhalten (z. B. nicht Rauchen, keine offenen Flammen, Erdung)!</li> <li>- Nur elektrostatisch ableitfähige Behälter verwenden.</li> <li>- Feuerarbeiten, Heiarbeiten, Schweißen nur mit schriftlicher Erlaubnis. (Herr Mustermann -1231)</li> <li>- Behälter für Putztücher am Arbeitsplatz täglich vor Arbeitsschluss leeren.</li> <li>- Nicht Essen, Trinken, Rauchen oder Schnupfen. Einatmen von Dämpfen und Aerosolen vermeiden! Berührung mit Augen und Haut vermeiden! Vor jeder Pause und nach Arbeitende Hände gründlich reinigen. Nach der Arbeit Hautpflegemittel verwenden. Produktreste sofort von der Haut entfernen, Haut schonend reinigen und sorgflig abtrocknen.</li> <li>- Lagerbedingungen beachten. Vorsicht mit leeren Gebinden, Explosionsgefahr!</li> </ul> <p><b>Vorratsmenge am Arbeitsplatz:</b> 15 l. Gebinde nach Arbeitsende in Raum 21 einlagern</p> <p><b>Augenschutz:</b> Gestellbrille mit Seitenschutz!</p> <p><b>Handschutz:</b> Handschuhe aus Butylkautschuk (Butyl; 0,5 mm), max. Tragezeit 1 Stunde                  Baumwollunterziehhandschuhe verwenden (siehe Handschuhplan)!</p> <p><b>Atemschutz:</b> Gasfilter A_ (braun).</p> <p><b>Körperschutz:</b> Beim Verdünnen oder Abfllen: Kunststoffschrzel. Ableitfähige Schutzschuhe tragen.</p>	
<b>VERHALTEN IM GEFAHRFALL</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gefahrenbereich räumen und absperren, Vorgesetzte informieren.</li> <li>- Bei der Beseitigung von ausgelaufenem/verschttem Produkt immer Schutzbrille, Handschuhe sowie bei größeren Mengen Atemschutz tragen. Mit saugfähigem, unbrennbarem Material (z. B. Kieselgur, Sand) aufnehmen und entsorgen! Raum anschließend lüften.</li> <li>- Produkt ist brennbar. Entstehungsbrand: Tragbaren Feuerlöscher einsetzen. Bei Brand entstehen gefährliche Dämpfe (z. B. Kohlenmonoxid)! Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen. Berst- und Explosionsgefahr bei Erwärmung!</li> <li>- Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation verhindern.</li> <li>- Alarm-, Flucht- und Rettungspläne beachten.</li> </ul> <p><b>Zuständiger Arzt:</b> Frau Dr. Autsch (01234-56789)</p>		<b>Feuerwehr 112</b>
<b>ERSTE HILFE</b>		
	<p><b>Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme:</b> Selbstschutz beachten, Vorgesetzte informieren, ärztliche Hilfe hinzuziehen.</p> <p><b>Nach Augenkontakt:</b> Sofort unter Schutz des unverletzten Auges ausgiebig (mind. 10 Minuten) bei geöffneten Lidern mit Wasser spülen.</p> <p><b>Nach Hautkontakt:</b> Verunreinigte Kleidung, ggf. auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen. Haut mit viel Wasser spülen.</p> <p><b>Nach Einatmen:</b> Verletzte aus dem Gefahrenbereich bringen. Frischluftzufuhr durch Einatmen von frischer Luft oder Beatmung. Beatmungshilfen benutzen (Selbstschutz). Sofort, auch bei fehlenden Krankheitszeichen, ein Dosieraerosol (inhalatives Steroid) einatmen lassen. Dosierung, Art der Anwendung und weitere Behandlung nach betriebsärztlicher Anordnung!</p> <p>Nach Verschlucken: Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes. Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen.</p> <p><b>Ersthelfer/innen:</b> Frau Aid (-123); Herr Help (-567)</p>	
<b>SACHGERECHTE ENTSORGUNG</b>		
Nicht in Ausguss oder Mülltonne schütten! Durchtrnkte Putztücher nur in speziellen widerstandsfähigen Behältern, die dicht verschlossen sind, sammeln. Stoff/Produkt-Abfälle zur Entsorgung sammeln in: Raum 23, Behälter „Lsemittelabfall“ Verunreinigtes Aufsaugmaterial und Putzlappen sammeln in: Raum 23, Behälter „Sand“  Entsorgung über Fa. ENTSORGA AG, Instandhaltung informieren (Tel.- 345)		

Abbildung 13: Muster-Betriebsanweisung

Die Betriebsanweisung ist in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekanntzumachen. Die Betriebsanweisung muss jederzeit von den Beschäftigten eingesehen werden können.

Die Betriebsanweisung muss bei jeder maßgeblichen Veränderung der Arbeitsbedingungen aktualisiert werden.

- ⑦⑥ Hinweise zur Gestaltung von Betriebsanweisungen gibt die DGUV Information 213-051 „Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (Merkblatt A 010 der BG RCI). Eine Musterbetriebsanweisung für Ethylacetat ist in Abbildung 13 wiedergegeben. Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit vielen Lösemitteln können als Muster im Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien der BG RCI und der BGHM, GisChem, heruntergeladen werden oder mit GisChem-Interaktiv ausgehend vom Sicherheitsdatenblatt erstellt werden.

Die Betriebsanweisung ist Grundlage für die Unterweisung, bei der die Beschäftigten auf mögliche Gefährdungen bei Tätigkeiten mit den Lösemitteln aufmerksam gemacht und über die zu treffenden Schutzmaßnahmen eingehend unterrichtet werden müssen.

### 8.1.2 Unterweisung der Beschäftigten

⑤⑦ Unterweisungen anhand der Betriebsanweisung müssen vor Aufnahme der Tätigkeit und danach mindestens einmal jährlich (bei Jugendlichen zweimal im Jahr) mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

Es kann erforderlich sein, die Unterweisung durch die praktische Vorführung einzelner Maßnahmen vor Ort und durch Einüben seitens der Beschäftigten zu ergänzen, z. B. durch Übungen für den Schadensfall, z. B. Feuerlöschübungen. Die Verwendung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen tödliche Gefahren oder bleibende Gesundheitsschäden sind unter sachkundiger Anleitung zu üben, z. B. die Verwendung von Atemschutzgeräten oder PSA gegen Absturz.

Weiterhin kann eine eingehende Arbeits- und Sicherheitsabsprache vor Ort erforderlich sein. Wesentlich ist auch die Erfolgskontrolle, z. B. im Rahmen eines Sicherheitsgespräches.

⑩ ②⑤ § 14 Abs. 2 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 haben, und über deren Zweck. Falls erforderlich ist diese Beratung unter Beteiligung der Betriebsärztin oder des Betriebsarztes durchzuführen.

### ⑥① 8.1.3 Informationspflichten nach Störfall-Verordnung

Für genehmigungsbedürftige Anlagen, die der Störfall-Verordnung unterliegen, sind die nach Art und Ausmaß der möglichen Gefahren erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, um Störfälle zu verhindern und Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich zu halten. In Abhängigkeit von der Anlagenart sind zusätzliche Bestimmungen, wie z. B. die Erstellung eines betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplans, Erstellung und Fortschreibung einer Sicherheitsanalyse, Benennung eines Beauftragten für die Begrenzung der Auswirkungen von Störfällen, zu beachten.

## 8.2 Instandhaltung

- ②① Bestimmte Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Abbrucharbeiten in oder an Anlageteilen, Apparaturen oder Einrichtungen, in denen Lösemittel vorkommen können, dürfen nach TRBS 1112 Teil 1 nur mit Erlaubnis- oder Freigabebeschein durchgeführt werden. In diesem sind die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen festzulegen, z. B. vollständige Entleerung der Apparatur, sichere Unterbrechung der zuführenden Leitungen, Prüfung auf mögliche Produktreste, persönliche Schutzmaßnahmen beim Öffnen, Reinigen und Spülen mit geeigneten Mitteln, Konzentrationsmessungen.

Arbeiten, die der schriftlichen Erlaubnis bedürfen, sind z. B.:

- ⑬⑥ › Arbeiten in Behältern und engen Räumen (z. B. Tanks, Silos); Einzelheiten hierzu sind in der DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume – Teil 1“ festgelegt.
- › Feuerarbeiten, z. B. Schweißen, Schneiden, Löten, Anwärmen.

- ⑫ § 15 Werden Arbeiten an andere Unternehmen (Fremdfirmen) vergeben, ist die Unternehmerin oder der Unternehmer dafür verantwortlich, dass für die erforderlichen Tätigkeiten nur Firmen herangezogen werden, die über die erforderlichen Fachkenntnisse und Erfahrungen verfügen. Die Fremdfirmen müssen über mögliche Gefahren informiert werden. Mit den Fremdfirmen müssen die erforderlichen Schutzmaßnahmen vereinbart und im Einzelnen schriftlich festgelegt werden. Darüber hinaus wird in Abstimmung mit den Fremdfirmen schriftlich ein Koordinator oder eine Koordinatorin mit Weisungsbefugnis hinsichtlich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz gegenüber allen beteiligten Arbeitsgruppen bestellt.

- ⑦① ⑫⑥ Das Thema Fremdfirmen wird auch in der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ sowie in der DGUV Information 215-830 „Einsatz von Fremdfirmen im Rahmen von Werkverträgen“ und dem Merkblatt A 029 „Fremdfirmenmanagement – Ein Leitfaden für die Praxis“ der BG RCI behandelt.

Vor dem Beginn von Instandhaltungsarbeiten ist von der aufsichtsführenden Person zu überprüfen, dass die schriftlich festgelegten Maßnahmen getroffen wurden. Unter anderem ist dafür zu sorgen, dass

- › Antriebe für gefahrbringende Bewegungen ausgeschaltet und gegen irrtümliches Wiedereinschalten gesichert sind,
- › unter Überdruck stehende Anlagen und deren Teile drucklos gemacht sind,
- › Armaturen und Versorgungsleitungen ab- oder blindgeflanscht sind, sofern durch Betätigen Gefährdungen für das Instandhaltungspersonal auftreten können.

Im Einzelfall sind weitere Schutzmaßnahmen zu treffen.

- ⑳ Sollten die Anlagen in einem explosionsgefährdeten Bereich stehen, unterliegen sie bei Instandhaltungsarbeiten der Prüfverpflichtung gemäß Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 4 Betriebssicherheitsverordnung. Hierzu kann auch die TRBS 1201 Teil 3 „Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU“ zu Rate gezogen werden.

Sicherheitseinrichtungen sowie Lüftungstechnische Anlagen mit Luftreinigung müssen regelmäßig gewartet und nach vom Unternehmer oder von der Unternehmerin festzulegenden Fristen, mindestens jedoch jährlich, durch befähigte Personen geprüft werden. Das Ergebnis der Prüfung ist aufzuzeichnen.

## 8.3 Hygiene

Falls Lösemittel nicht substituiert werden können, sollen technische und organisatorische Maßnahmen den Kontakt zu ihnen bzw. deren Aufnahme verhindern. Hygienemaßnahmen sollen das unterstützen. Ein Hautkontakt kann direkt z. B. durch Spritzer, Aerosole, oder indirekt z. B. durch verunreinigte Kleidung oder kontaminierte Oberflächen erfolgen.

- ⑳ Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat die Arbeitsplatzbedingungen (Art, Ausmaß und Dauer eines Hautkontaktes), die zu einer Erhöhung der Gefährdung führen, zu ermitteln (siehe TRGS 401). Darauf basierend sind die technischen und organisatorischen Hygienemaßnahmen zu treffen, diese in der Betriebsanweisung zu erläutern und sie zu unterweisen.

### **Lösemittel dürfen nicht zur Hautreinigung verwendet werden!**

Lösemittel haben eine entfettende Wirkung auf die Haut. Der „Hydrolipidfilm“ (Wasser-Fett-Film) der Haut wird geschädigt und die Haut trocken und rissig. Diese Effekte können die Entstehung von Hauterkrankungen, wie z. B. Ekzeme oder Infektionen, begünstigen. Das Eindringen von Irritantien, potenziell allergen (sensibilisierend) wirkenden Stoffen oder Infektionserregern erfolgt bei so geschädigter Haut leichter. Daher muss der Hautkontakt mit Lösemitteln unbedingt vermieden werden und im Falle eines Kontaktes sofort von der Haut entfernt werden. Das Anfassen von stark mit Lösemitteln behafteten Arbeitsgeräte oder Arbeitskleidung mit bloßen Händen sollte unterbleiben.

Zum Schutz der Beschäftigten vor Hautkrankheiten bei Tätigkeiten mit Lösemitteln sind geeignete Schutzhandschuhe zu tragen (siehe Abschnitt 8.5.3). Dabei ist zu beachten, dass die flüssigkeitsdichte Wirkung von Schutzhandschuhen die Schweißabgabe nach außen verhindert und so die Haut mit zunehmender Tragedauer aufquillt, wodurch ihre Barrierewirkung nachlässt. In diesem Fall hat die Unternehmerin oder der Unternehmer in Abhängigkeit der Tragedauer zu prüfen, ob arbeitsmedizinische Pflicht- oder Angebotsvorsorge erforderlich ist (siehe Abschnitt 8.5). In jedem Fall sind vor Arbeitspausen und nach Arbeitsende angemessene Hautreinigungs- und Hautschutzmaßnahmen durchzuführen. Die Hände und etwaig übrige verschmutzte Körperteile sind gründlich zu reinigen. Ergänzend dazu ist ein Hautschutzplan zu erstellen. Er beinhaltet die Anwendung von Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemitteln vor, während und nach der Arbeit. Der Hautschutzplan ist in Zusammenarbeit mit der Betriebsärztin oder dem Betriebsarzt zu erarbeiten.

81 Weitere Informationen enthalten das Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“ und die kurz & bündig-Schrift KB 002 „Hand- und Hautschutz“ der BG RCI. In diesen ist auch ein Muster für einen Hautschutzplan enthalten. Dieser kann auch unter [downloadcenter.bgrci.de](https://downloadcenter.bgrci.de) heruntergeladen werden.

172

7 § 3 Zusätzlich hat der Betrieb die organisatorischen Voraussetzungen zu schaffen, damit ausreichend geeignete persönliche Schutzausrüstungen vorhanden sind und deren Pflege gewährleistet ist. Arbeitskleidung, Schutzkleidung und persönliche Schutzausrüstungen, die gefahrbringend durch Lösemittel verunreinigt sind, müssen umgehend gewechselt und gründlich gereinigt oder erforderlichenfalls entsorgt werden. Auch bei nicht auffälliger oder erkennbarer Verschmutzung mit Lösemitteln ist die Kleidung nach Arbeitsende zu wechseln. Bei der Arbeit mit Lösemitteln sollte Arm- oder Handschmuck nicht getragen werden, da unter dem Schmuck eine besonders intensive Einwirkung von Chemikalien die Entstehung von Hautveränderungen besonders begünstigen kann.

Neben der Möglichkeit einer Benetzung der Haut z. B. beim Freiwerden größerer Mengen an Lösemitteln, ist auch immer an die inhalative Exposition zu denken. In solchen Fällen kann auch das Tragen eines geeigneten Atemschutzes notwendig sein.

14 Beschäftigten, die mit lebensgefährlichen, gesundheitsschädlichen, krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Lösemitteln umgehen, sind Waschräume mit Duschen sowie Räume mit getrennten Aufbewahrungsmöglichkeiten für Straßen- und Arbeitskleidung sowie für persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung zu stellen.

25 § 9

## 8.4 Kennzeichnung

25 Lösemittel und deren Gemische sind so zu verpacken und zu kennzeichnen, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung Gefahren für Mensch und Umwelt vermieden werden,

2 Behälter und Verpackung werden nach CLP-Verordnung gekennzeichnet (siehe Abbildungen 14a–14d). Weitere Hinweise  
26 enthalten die Sicherheitsdatenblätter und die Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 201 sowie die DGUV Information  
103 213-082 (Merkblatt M 060 der BG RCI).

Beispiele für die Kennzeichnung eines Lösemittels



**Gefahr**

## Ethylacetat

CAS Nr: 141-78-6  
UN1173

**5 kg**

Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. (H225)  
 Verursacht schwere Augenreizung. (H319)  
 Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. (H336)  
 Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen. (EUH066)  
 Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen. (P210)  
 Behälter dicht verschlossen halten. (P233)  
 Explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel/Lüftungsanlagen/Beleuchtung/... verwenden. (P241)  
 Maßnahmen gegen elektrostatische Entladungen treffen. (P243)  
 BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. (P305 + P351 + P338)

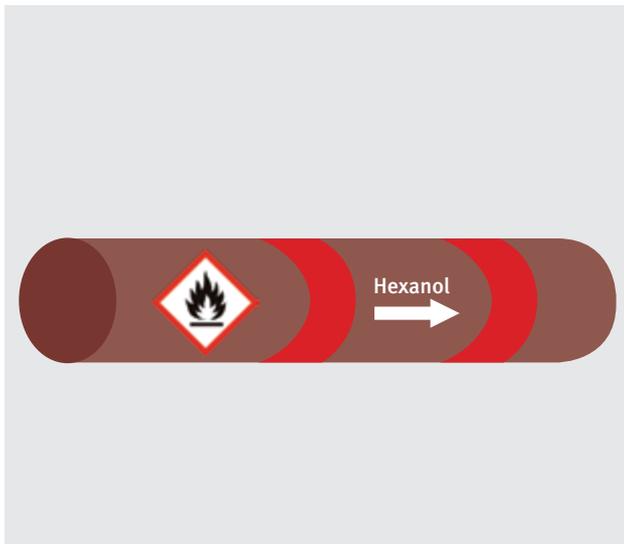
---

Name, Anschrift und Telefonnummer des Herstellers

103 Abbildung 14a: Musteretikett Lösemittel



73 Abbildung 14b: Beispiel für vereinfachte Kennzeichnung für Laboratorien



15 Abbildung 14c: Innerbetriebliche Kennzeichnung von Rohrleitungen gemäß ASR A1.3 und TRGS 201

26

**Toluol UN 1294**  
**Index-Nr. 601-021-00-3**

Gefahrenhinweise:  
 Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen. Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein. Kann bei Einatmen die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition. Verursacht Hautreizungen. Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

Sicherheitshinweise:  
 Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen. Explosiongeschützte elektrische Anlagen verwenden. Schutzhandschuhe/Schutzkleidung tragen. BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM anrufen. KEIN Erbrechen herbeiführen. An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Behälter dicht verschlossen halten.

Charge-Nr.:	56.4516.41	CAS-Nr.	108-88-3
Brutto:	191,94 kg	EINECS-Nummer	203-625-9
Tara:	18,00 kg	Klassifizierungscode:	F 1
Netto:	200 Liter	ADR/RID/IMDG/	3, II
		IATA:	
		WGK:	2
		TBC:	(D/E)

**Firma Mustermann**  
 Musterstr. 23, 12345 Musterstadt  
 Telefon 0123/45678-00 Telefax 0123/45678-20

**GEFAHR**



77 Abbildung 14d: Muster für Etikett mit integriertem Gefahrzettel

14 15  
 26 159

Um- und abgefüllte Behälter, Rohrleitungen und Apparaturen müssen so gekennzeichnet sein, dass mindestens die enthaltenen Gefahrstoffe sowie die davon ausgehenden Gefahren eindeutig identifizierbar sind (Name des Stoffes, GHS-Piktogramm). Im Produktionsgang kann auf eine Kennzeichnung verzichtet werden, wenn sie technisch oder aus anderen Gründen nicht möglich ist (z. B. bei kurzzeitigem Gebrauch, häufig wechselndem Inhalt, fehlender Zugangsmöglichkeit), sofern die Gefahren (H-Sätze) und die erforderlichen Maßnahmen anhand betrieblicher Unterlagen (z. B. Betriebsanweisung) eindeutig für die Beschäftigten identifizierbar und bekannt sind.

Entzündbare Lösemittel sind beim Transport auf öffentlichen Verkehrswegen mit dem Gefahrzettel 3 (siehe Abbildung 15) zu kennzeichnen – weitere Gefahrzettel können für weitere Eigenschaften hinzukommen. Für weiterführende Informationen zur Kennzeichnung bei Transporten auf öffentlichen Verkehrswegen siehe DGUV Information 213-052 „Beförderung gefährlicher Güter“ (Merkblatt A 013 der BG RCI) und DGUV Information 213-012 „Gefahrgutbeförderung im PKW und in Kleintransportern“ (Merkblatt A 014 der BG RCI).

77

78

Arbeits- und Lagerräume sind mit dem Schild P003 „Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten“ zu kennzeichnen (Abbildung 16). Beim Umgang mit brennbaren Lösemitteln ist zusätzlich das Warnzeichen W021 „Warnung vor feuergefährlichen Stoffen“ im Eingangsbereich zu installieren (Abbildung 17). Weitere Gefährlichkeitsmerkmale sind entsprechend zu berücksichtigen.



Abbildung 15: Gefahrzettel für brennbare Flüssigkeiten



Abbildung 16: P003: Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten



Abbildung 17: W021: Warnung vor feuergefährlichen Stoffen

Explosionsgefährdete Bereiche sind an ihren Zugängen mit dem Warnzeichen D-W021 „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre“ (siehe Abbildung 18) zu kennzeichnen.



Abbildung 18:  
D-W021: Warnung vor explosionsfähiger  
Atmosphäre

## 8.5 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Trotz technischer, organisatorischer und personenbezogener Schutzmaßnahmen kann die Gefahr möglicher Gesundheitsschäden oder Erkrankungen bei bestimmten Tätigkeiten oder Arbeitsbedingungen nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden.

- ⑧ Nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) gibt es folgende Unternehmerpflichten:
- › Pflichtvorsorge veranlassen,
  - › Angebotsvorsorge anbieten,
  - › Wunschvorsorge ermöglichen.

Grundlage einer angemessenen arbeitsmedizinischen Vorsorge ist die betriebliche Gefährdungsbeurteilung. Im Anhang der ArbMedVV sind alle Vorsorgeanlässe für Pflicht- und Angebotsvorsorgen aufgeführt. Kriterien, wann eine solche Vorsorge von der Unternehmerin oder dem Unternehmer angeboten werden muss, sind dort beschrieben.

In den folgenden Abschnitten ist beispielhaft aufgeführt, bei welchen der dort genannten Lösemitteln eine gesundheitliche Gefährdung möglich sein kann und arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten oder zu veranlassen ist.

Arbeitsmedizinische Vorsorge kann auch aufgrund mit der Tätigkeit verbundenen zusätzlichen Gefährdungen notwendig sein. Hier ist beispielsweise das Tragen von persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) zu nennen. Um konkret zu überprüfen, in welchen Fällen und in welchen Zeitabständen arbeitsmedizinische Vorsorge zu veranlassen ist, sind die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge und die arbeitsmedizinische Regel (AMR) 2.1 „Fristen für die Veranlassung/das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge“ heranzuziehen.

⑧ ⑨

Aufgrund weiterer Gefährdungen im Arbeitsbereich, auch bei Änderungen im Arbeitsumfeld, kann das Veranlassen oder Anbieten weiterer arbeitsmedizinischer Vorsorgen notwendig werden. Weitere Informationen dazu bietet z. B. die kurz & bündig-Schrift KB 011-2 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 2: Ermittlung der Vorsorgeanlässe“.

⑨⑩

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

- ⑧⑨ Weitere Fragen beantwortet die Schrift aus der kurz & bündig-Reihe der BG RCI KB 011-1 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 1: Grundlagen und Hinweise zur Durchführung“.

### 8.5.1 Pflichtvorsorge

Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat nach Maßgabe des Anhangs der ArbMedVV Pflichtvorsorge für die Beschäftigten zu veranlassen. Eine Pflichtvorsorge muss vor Aufnahme der Tätigkeit und anschließend in regelmäßigen Abständen veranlasst werden.

Der Unternehmer oder die Unternehmerin darf eine Tätigkeit nur ausüben lassen, wenn der oder die Beschäftigte an der Pflichtvorsorge teilgenommen hat.

- ⑧ ⑨⑩ Eine Pflichtvorsorge ist notwendig, wenn bei denen im Anhang Teil 1 Absatz 1 der ArbMedVV genannten Gefahrstoffe
- a) der Arbeitsplatzgrenzwert für den Gefahrstoff nicht eingehalten wird  
oder
  - b) der Gefahrstoff oder ein Gemisch als krebserzeugend oder keimzellmutagen der Kategorie 1A oder 1B eingestuft ist  
oder die Tätigkeiten mit dem Gefahrstoff oder dem Gemisch als krebserzeugende Tätigkeiten oder Verfahren Kategorie 1A oder 1B bezeichnet werden und eine wiederholte Exposition nicht ausgeschlossen werden kann  
oder
  - c) der Gefahrstoff hautresorptiv ist und eine Gesundheitsgefährdung durch Hautkontakt nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Veranlassung einer Pflichtvorsorge kann beispielsweise bei Tätigkeiten mit folgenden Lösemitteln notwendig sein:

- › Acrylnitril,
- › Benzol,
- › Methanol,
- › Schwefelkohlenstoff,
- › Tetrachlorethen,
- › Toluol,
- › Trichlorethen,
- › Xylol.

Werden regelmäßig mehr als vier Stunden Feuchtarbeit pro Schicht verrichtet, ist eine Pflichtvorsorge zu veranlassen. Das Tragen flüssigkeitsdichter Handschuhe gilt aufgrund des Schwitzens im Handschuh als Feuchtarbeit.

- ⑫ Für Trägerinnen und Träger von Atemschutzgeräten der Gruppen 2 und 3 nach AMR 14.2 ist ebenfalls eine Pflichtvorsorge zu veranlassen.
- ⑪ Ausnahmeregeln sind in der arbeitsmedizinischen Regel AMR 11.1 aufgeführt.

### 8.5.2 Angebotsvorsorge

Eine arbeitsmedizinische Vorsorge der Beschäftigten ist durch den Unternehmer oder die Unternehmerin immer dann anzubieten, wenn eine Exposition mit den im Anhang Teil 1 Absatz 1 Nr. 1 der ArbMedVV genannten Gefahrstoffen nicht ausgeschlossen werden kann und keine Pflichtvorsorge zu veranlassen ist.

Eine Angebotsvorsorge ist auch bei den im Anhang Teil 1 Absatz 2 Nr. 2 der ArbMedVV genannten Tätigkeiten anzubieten.

Die Angebotsvorsorge muss vor Aufnahme der Tätigkeit und anschließend in regelmäßigen Abständen angeboten werden. Wird die Angebotsvorsorge nicht wahrgenommen, ist der Unternehmer oder die Unternehmerin weiterhin verpflichtet, diese regelmäßig anzubieten.

Lösemittel, bei denen, abhängig von der Tätigkeit und der Exposition, eine Angebotsvorsorge anzubieten ist, sind – neben den in Abschnitt 8.5.1 genannten – beispielsweise:

- › 2-Butanon,
- › Dichlormethan,
- › Ethanol,
- › n-Hexan,
- › n-Heptan,
- › 2-Hexanon,
- › 2-Methoxyethanol,
- › Tetrachlormethan,
- › 1,1,1-Trichlorethan,
- › Trichlorethen,
- › Trichlormethan,
- › Tetrachlorethen.

- ⑫ Eine Vorsorge ist zudem bei Feuchtarbeit (z. B. Tragen flüssigkeitsdichter Handschuhe) von mehr als 2 Stunden pro Schicht oder für Trägerinnen und Träger von Atemschutzgeräten der Gruppe 1 nach AMR 14.2 anzubieten.

### 8.5.2.1 Nachgehende Vorsorge

- ⑧ ⑨⑩ Zu beachten ist, dass der Unternehmer oder die Unternehmerin nach Beendigung bestimmter Tätigkeiten, bei denen nach längerer Latenzzeit Gesundheitsstörungen auftreten können, nachgehende Vorsorge anzubieten hat. Die Anlässe für nachgehende Vorsorge sind im Anhang Teil 1 Absatz 3 der ArbMedVV aufgeführt, beispielsweise Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Gefahrstoffen oder Gemischen, die als krebserzeugend oder keimzellmutagen der Kategorie 1A oder 1B eingestuft sind.

- ⑪ Am Ende des Beschäftigungsverhältnisses überträgt der Unternehmer oder die Unternehmerin diese Verpflichtung auf den zuständigen gesetzlichen Unfallversicherungsträger und überlässt ihm die erforderlichen Unterlagen in Kopie, sofern die Beschäftigten einwilligen.

Z. B. ist für folgende Lösemittel nachgehende Vorsorge anzubieten:

- › Acrylnitril,
- › Benzol,
- › Trichlorethen,
- › Trichlormethan.

### 8.5.3 Wunschvorsorge

- ⑬ Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat den Beschäftigten auf ihren Wunsch hin arbeitsmedizinische Vorsorge zu ermöglichen. Der Anspruch besteht nur dann nicht, wenn aufgrund der Beurteilung der Arbeitsbedingungen und der getroffenen Schutzmaßnahmen nicht mit einem Gesundheitsschaden zu rechnen ist. Siehe Arbeitsmedizinische Empfehlung (AME) „Wunschvorsorge“.

## 9 Persönliche Schutzmaßnahmen

- § 7 Abs. 4
- 25 Wenn eine Gefährdung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen trotz Substitution von Gefahrstoffen und Ausschöpfens aller technischer und organisatorischer Maßnahmen nicht ausgeschlossen oder auf ein unbedenkliches Maß verringert werden kann (z. B. Nichteinhaltung eines Arbeitsplatzgrenzwertes), müssen unverzüglich geeignete persönliche Schutzausrüstungen (PSA), durch die Unternehmerin oder den Unternehmer, zur Verfügung gestellt werden. Hierbei hat die Unternehmerin oder der Unternehmer darauf zu achten, dass die persönlichen Schutzausrüstungen den Beschäftigten in ausreichender Zahl zur persönlichen Verwendung zur Verfügung gestellt wird.
  - 71 126
  - 66 Persönliche Schutzausrüstungen sind grundsätzlich für den Gebrauch durch eine einzelne Person bestimmt und müssen den Beschäftigten individuell passen. Erfordern die Umstände eine Benutzung durch verschiedene Beschäftigte, hat die Unternehmerin oder der Unternehmer dafür zu sorgen, dass keine Gesundheitsgefahren oder hygienische Probleme auftreten.
  - 66 Die persönlichen Schutzausrüstungen müssen Schutz gegenüber der zu verhütenden Gefährdung bieten, ohne selbst eine größere Gefährdung mit sich zu bringen, für die Bedingungen am Arbeitsplatz geeignet sein sowie den ergonomischen Anforderungen und den gesundheitlichen Erfordernissen der Beschäftigten entsprechen.
  - 71 126 Die Auswahl der persönlichen Schutzausrüstungen sollte zur Akzeptanzförderung unter Beteiligung der Beschäftigten getroffen werden.
  - 66 Benutzt eine Person mehrere persönliche Schutzausrüstungen gleichzeitig, sind diese so aufeinander abzustimmen, dass sie jeweils die Schutzwirkung einer anderen nicht beeinträchtigen.
- 25 § 7 Abs. 5 Das Tragen von belastenden persönlichen Schutzausrüstungen darf keine ständige Maßnahme sein.
- 71 126 Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat sicher zu stellen, dass die persönlichen Schutzausrüstungen sachgerecht aufbewahrt, vor Gebrauch geprüft, nach Gebrauch gereinigt und bei Bedarf ausgebessert oder ausgetauscht werden, sodass sie jederzeit in gebrauchsfähigem, hygienisch einwandfreiem Zustand sind.
- Personen, die in explosionsgefährdeten Bereichen tätig sind, dürfen nicht gefährlich aufgeladen werden. Hierzu ist, abhängig von der Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, ableitfähiges Schuhwerk zu tragen und die Ableitfähigkeit des Fußbodens sicherzustellen. Siehe hierzu Abschnitt 7.2.2 dieser Schrift sowie TRGS 727.
- 47 115
  - 71 126 Die Beschäftigten müssen die zur Verfügung gestellten persönlichen Schutzausrüstungen bestimmungsgemäß verwenden.
  - 6 Die persönlichen Schutzausrüstungen müssen eine CE-Kennzeichnung tragen.
  - 75 Weitere Einzelheiten enthält das Merkblatt A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“ der BG RCI.

Die breite Palette an Lösemitteln erlaubt es nicht, in diesem Merkblatt genaue Angaben zu geeigneten Materialien von Schutzhandschuhen und Schutzkleidung zu machen. Es sind hierfür die Informationen aus den Sicherheitsdatenblättern heranzuziehen.

## 131 75 9.1 Atemschutz

- Besteht die Gefahr des Einatmens gesundheitsschädlicher Mengen (siehe Abschnitt 7) an Lösemitteldämpfen, z. B. bei Reparaturarbeiten oder unkontrollierten Betriebszuständen, sind geeignete Atemschutzgeräte bereitzustellen und zu benutzen. Die Bereitstellung und Benutzung muss erfolgen, wenn Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) oder Biologische Grenzwerte (BGW) durch technische oder organisatorische Maßnahmen nicht eingehalten werden können. Bei der Anwendung ist die DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ zu beachten.

Für Tätigkeiten mit Lösemitteln sind geeignet

- › Filtergeräte mit Gasfilter, Typ A, Kennfarbe braun, mit Halb- oder Vollmaske,
- › gasfiltrierende Halbmasken FFA,
- › Gebläsefiltergeräte mit Gasfilter, Typ A, Kennfarbe braun mit Helm oder Haube bzw. mit Halb- oder Vollmaske oder
- › Schlauchgeräte leichter Bauart mit Haube.

Geräte mit Gasfilter und gasfiltrierende Halbmasken dürfen nur dann verwendet werden, wenn die Gefahrstoffkonzentration in der Raumluft (Lösemitteldämpfe) bei

- › Gasfilterklasse 1: max. 0,1 Vol.-%
- › Gasfilterklasse 2: max. 0,5 Vol.-%
- › Gasfilterklasse 3: max. 1 Vol.-%

und der Sauerstoffgehalt der Umgebungsluft mehr als 17 Vol.-% beträgt.

Zusätzlich ist zu beachten:

Liegt der Siedepunkt eines Lösemittels unter 65 °C (Niedrigsieder, z. B. Aceton), sind Gasfilter, Typ AX, Kennfarbe braun, anzuwenden. Dabei sind unbedingt die maximalen Einsatzkonzentrationen und -zeiten gemäß der DGUV Regel 112-190 zu beachten. AX-Filter dürfen nur im Anlieferungszustand (fabrikfrisch) verwendet werden. Innerhalb einer Arbeitsschicht (max. 8 Stunden) ist die wiederholte Benutzung im Rahmen der jeweiligen maximalen Einsatzzeit zulässig. Eine Wiederverwendung darüber hinaus ist unzulässig. Beim Gebrauch von AX-Filtern gegen Gemische von Niedrigsiedern oder Gemische von Niedrigsiedern mit anderen organischen Verbindungen darf deren Gesamtkonzentration, die in der Tabelle 13 der DGUV Regel 112-190 genannte maximale Einsatzkonzentration für die kritischste Gaskomponente im Gemisch nicht überschreiten, da mit Verdrängungsvorgängen am Filter zu rechnen ist.

Ist die Gesamtkonzentration höher als die maximale Einsatzkonzentration, sind Isoliergeräte einzusetzen.

- 12 Bei der Verwendung von Atemschutzgeräten ist zu prüfen ob entsprechend der Arbeitsmedizinischen Regel 14.2 „Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen“ arbeitsmedizinische Vorsorge erforderlich ist. Bei Filtergeräten mit Voll- oder Halbmaske und bei gasfiltrierenden Halbmasken ist dies in der Regel der Fall. Die Tragezeiten gemäß DGUV Regel 112-190 sind einzuhalten. Gebläsefiltergeräte mit Helm oder Haube und Schlauchgeräte leichter Bauart mit Haube bedürfen in der Regel keiner arbeitsmedizinischen Vorsorge und unterliegen keiner Tragezeitbegrenzung.

## 9.2 Augen- und Gesichtsschutz

Bei Tätigkeiten mit Lösemitteln, die die Augen schädigen können, muss ausreichender Augenschutz getragen werden. Das sind z. B. Gestellbrillen (bei Überwachungstätigkeiten in Betrieb und Labor), Korbbrillen (wenn mit verspritzenden Flüssigkeiten zu rechnen ist, z. B. beim Beseitigen von Störungen).

Vollmasken sind dann anzuwenden, wenn anders nicht ausgeschlossen werden kann, dass augenschädigende Dämpfe oder Aerosole in den Bereich der Augen gelangen können oder wenn die Kombination mit anderen persönlichen Schutzausrüstungen sonst nicht sicher möglich ist.

Schutzschirme sollten nur zusammen mit Gestellbrillen oder Korbbrillen getragen werden, wenn Spritzer von unten durch den Spalt zwischen Schirm und Brust die Augen erreichen können.

- 131 Einzelheiten enthalten die DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ und das Merkblatt A 008
- 75 „Persönliche Schutzausrüstungen“ der BG RCI.

### 9.3 Chemikalienschutzhandschuhe und -schutzkleidung

Die Hände können gegen die Einwirkung von Lösemitteln durch Chemikalienschutzhandschuhe geschützt werden. Da Lösemittel sehr unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, ist eine allgemeine Angabe von geeigneten Handschuhmaterialien nicht möglich. Die geeigneten Handschuhmaterialien sind deshalb immer dem vom Hersteller bereitgestellten Sicherheitsdatenblatt für das jeweilige Lösemittel zu entnehmen. In den Datenbanken GESTIS und GisChem werden die jeweils geeigneten Handschuhmaterialien für die einzelnen Stoffe oder Produktgruppen ebenfalls angegeben.

177 171

- 6 Schutzhandschuhe müssen den Spezifikationen der Verordnung (EU) 2016/425 und den harmonisierten Normen genügen.

Bei der Auswahl der Schutzhandschuhe sind die Dauer der Einwirkung und die Möglichkeit der Benetzung zu berücksichtigen. Die Durchbruchzeit (Permeationszeit) in Minuten ist der Informationsbroschüre der Hersteller der Schutzhandschuhe zu entnehmen. Empfohlen wird, die Handschuhe nur für ein Drittel der angegebenen Durchbruchzeit zu tragen. Wenn die Durchbruchzeit normgerecht bei 23 °C ermittelt worden ist, so ist die maximale Tragedauer unter Praxisbedingungen (bei 33 °C Handtemperatur) auf ein Drittel zu kürzen. Diese Regel ist anzuwenden, wenn die Schutzhandschuhe während der Tätigkeit mit dem Lösungsmittel benetzt wurden. Lösemittelgemische können zu stark reduzierten Durchbruchzeiten führen.

28 156 157

Der Einsatz von Schutzhandschuhen mit einer relativ kurzen Durchbruchzeit, zum Beispiel 10 Minuten, ist nur möglich, wenn sie als Spritzschutz fungieren und nach jeder Kontamination sofort ausgetauscht werden, z. B. bei Tätigkeiten in Laboratorien.

Benetzte Chemikalienschutzhandschuhe müssen so ausgezogen werden, dass Hautkontakt mit der kontaminierten Außenfläche vermieden wird. Das richtige An- und Ausziehen von Schutzhandschuhen ist im Rahmen der Unterweisung zu üben (siehe Abbildung 19).

Für die Auswahl und Benutzung von Schutzhandschuhen sind die Angaben der Hersteller der Lösemittel und Schutzhandschuhen und die DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“ zu beachten. Unter Berücksichtigung der Informationen der Schutzhandschuh-Hersteller hat die Unternehmerin oder der Unternehmer eine Betriebsanweisung (und einen Hand- und Hautschutzplan) zu erstellen.

134 81

132 130

In Abhängigkeit vom Ausmaß der möglichen Gefährdung sind zusätzlich Schürzen, Stiefel bzw. Vollschutzanzüge zu tragen. Es ist darauf zu achten, dass keine Lösemittel von oben in Stiefel gelangen können. Das ist z. B. durch Tragen einer ausreichend langen Schürze sicherzustellen.

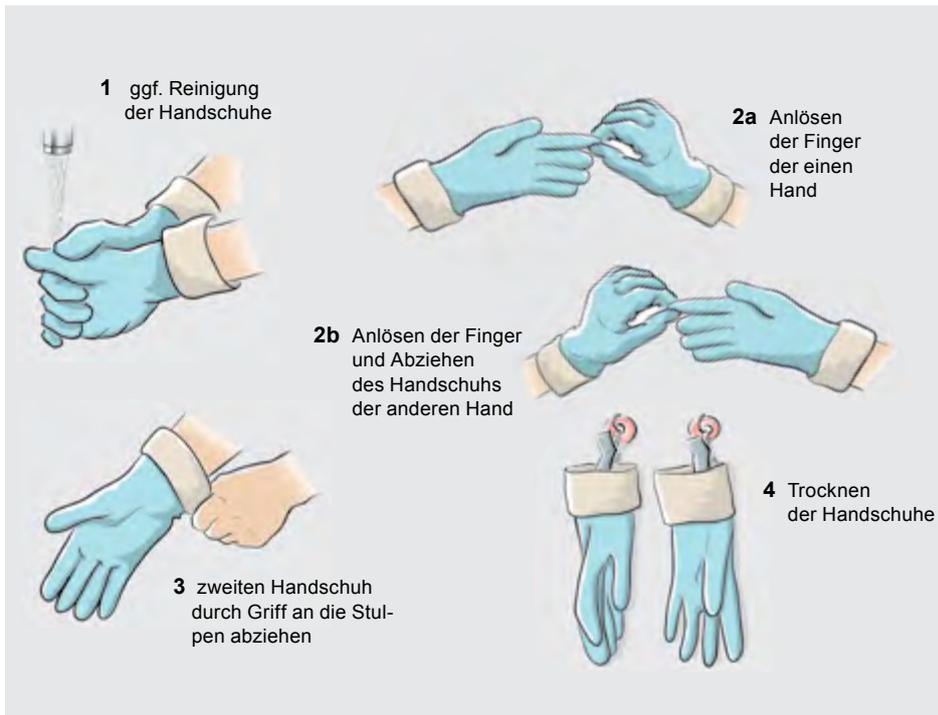
Schutzkleidung und Schutzhandschuhe sind vor jeder Wiederverwendung auf einwandfreie Beschaffenheit, insbesondere auf Materialversprödung, zu prüfen.

Kleidung soll bei Tätigkeiten mit brennbaren Lösemitteln nicht aus Kunstfasern bestehen, die im Brandfalle ein gefährliches Schmelzverhalten zeigen können.

130 75

85 81

Einzelheiten enthalten die DGUV Regel 112-189 „Benutzung von Schutzkleidung“ sowie das Merkblatt A 008 der BG RCI „Persönliche Schutzausrüstungen“ und das KB 002 „Hand- und Hautschutz“ der BG RCI.



81) Abbildung 19: Richtiges Ausziehen wiederverwendbarer flüssigkeitsdichter Handschuhe

Ein umfassender Hautschutz erfordert vor, während und nach Tätigkeiten mit Lösemittel die Verwendung geeigneter Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel. Das Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“ enthält ausführliche Angaben zum Schutz und zur Pflege der Haut.

81)

## 10 Notfallprävention

### 10.1 Planung von Notfallmaßnahmen

Betriebsstörungen, Unfälle und Notfälle sind unerwartete Ereignisse und lassen sich auch bei sicherer Technik und sorgfältiger Arbeit nicht völlig ausschließen. Die Ereignisse können externe (z. B. Unwetter, Überschwemmung, Brand in benachbartem Betrieb) oder interne (z. B. Unfall, Sabotage) Ursachen haben und zu Folgeproblemen (Domino-Effekt) führen.

Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat Notfallmaßnahmen festzulegen, die beim Eintreten von Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen zur Anwendung kommen.

119) Zu den Vorbereitungen auf unerwartete Ereignisse gehören:

- › Organisation der Ersten Hilfe,
- › Bereitstellung von Rettungsgeräten und Transportmitteln,
- › Einrichtungen für den Notfall, wie z. B. Augen- und Körpernotduschen,
- › Vorhalten von persönlichen Schutzausrüstungen und gegebenenfalls speziellen Sicherheitseinrichtungen und Arbeitsmitteln,
- › Bereitstellung und Wartung von Feuerlöscheinrichtungen,
- › Qualifizierung von Ersthelferinnen und -helfern, sowie Brandschutz- Evakuierungshelfern und -helferinnen,
- › Aufstellung eines Flucht- und Rettungsplans. Aufbau eines (Früh-)Warn- und Alarmierungssystems,
- › Festlegung von Verantwortlichkeiten und Kommunikationskanälen für das Eintreten eines Notfalls,
- › Vorbereiten von Maßnahmen zum Eindämmen der Schäden.

71) 126) 142)

17) 61) 25)

- ①19 Es sollten Szenarien zum Auftreten unerwarteter Ereignisse aufgestellt werden. Ein Notfallplan wird aufgestellt, der die wahrscheinlichsten Notfallszenarien beinhaltet.

Sicherheitsübungen sind in regelmäßigen Abständen durchzuführen; sinnvoll ist mindestens eine Übung pro Jahr. Dabei wird geübt, wie sich die Beschäftigten im Notfall in Sicherheit bringen oder gerettet werden können.

Die Informationen über die Notfallmaßnahmen müssen auch den Unfall- und Notfalldiensten zur Verfügung stehen. Es ist sinnvoll, auch das Zusammenspiel interner und externer Notfallkräfte zu planen und regelmäßig zu trainieren.

- ①18 Es ist empfehlenswert, neben dem Arbeitsschutzmanagement auch das Notfallmanagement in die betrieblichen Managementsysteme systematisch zu integrieren.

Informationen zur Notfallprävention bieten verschiedene Schriften der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung, u. a.:

- ①40 › DGVU Information 205-001 „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“,  
①41 › DGVU Information 205-003 „Aufgaben, Qualifikation, Ausbildung und Bestellung von Brandschutzbeauftragten“,  
①43 › DGVU Information 208-050 „Notfallmanagement beim Umschlag und innerbetrieblichen Transport von Gefahrgütern und gefährlichen Stoffen“,  
①19 › Praxishilfe-Ordner „Gerüstet für den Notfall“ der BG RCI,  
①83 › Broschüre „Zwischenfall, Notfall, Katastrophe – Leitfaden für die Sicherheits- und Notfallorganisation“ der VBG.

Darüber hinaus sind weitere Vorgaben aus anderen Rechtsbereichen zu beachten, z. B.

- ①61 › Störfall-Verordnung (12. BImSchV),  
①67 › Wasserhaushaltsgesetz (WHG),  
①68 › Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV),  
①69 › Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie (LÖRüRI).

## 10.2 Maßnahmen für den Notfall

### ①71 ①26 ①39 10.2.1 Erste-Hilfe-Einrichtungen

Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat dafür zu sorgen, dass das Erste-Hilfe-Material jederzeit schnell erreichbar und leicht zugänglich ist. Dieses ist in geeigneten Behältnissen, gegen schädigende Einflüsse geschützt und in ausreichender Menge bereit zu halten. Es muss rechtzeitig ergänzt und erneuert werden.

### 10.2.2 Löscheinrichtungen

- ①16 Zum Löschen von Bränden sind Feuerlöscheinrichtungen entsprechend der Art und Größe des Betriebes bereitzustellen und funktionsfähig zu erhalten. Einzelheiten sind zu finden in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“.

Das Löschmittel muss für die zu löschende Substanz geeignet sein. Geeignete Löschmittel können sein: Schaum, Kohlendioxid, Pulver, Sprühnebel (Wasser). Ungeeignet ist für Lösemittel meist Wasser als Strahl. Hinweise in den Sicherheitsdatenblättern sind zu beachten, so ist z. B. für das Löschen brennbarer polarer Lösemittel (z. B. Alkohole, Amine) Löschpulver oder ein alkoholbeständiger Schaum zu verwenden.

Von Hand zu betätigende Feuerlöscheinrichtungen müssen jederzeit schnell und leicht zu erreichen sein.

Beim Lagern großer Mengen von Lösemitteln kann es erforderlich sein, die Lagerhallen mit Löschwasserschranken auszurüsten.

- ⑭ Feuerlöscheinrichtungen sind deutlich und dauerhaft zu kennzeichnen (siehe Abbildungen 20 und 21), soweit sie nicht automatisch oder zentral von Hand betätigt werden. Selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen, bei deren Einsatz Gefahren für die Beschäftigten auftreten können (z. B. Kohlendioxid, Stickstoff), müssen mit selbsttätig wirkenden Warneinrichtungen ausgerüstet sein.



Abbildung 20: Brandschutzzeichen F001: Feuerlöscher



Abbildung 21: Brandschutzzeichen F004: Mittel und Geräte zur Brandbekämpfung

- ⑯ Feuerlöscher müssen in ausreichender Anzahl an gut sichtbaren und im Brandfall leicht zugänglichen Stellen angebracht sein.
- ⑦① ⑫⑥ Eine ausreichende Anzahl von Beschäftigten ist mit der Handhabung von Feuerlöscheinrichtungen vertraut zu machen. Siehe dazu auch DGUV Information 205-023 „Brandschutzhelfer – Ausbildung und Befähigung“.
- ⑭②

### 10.2.3 Vorbereiten von Maßnahmen zum Eindämmen von Schäden

- ⑥⑨ ⑥⑧ Die Ausbreitung von flüssigen Gefahrstoffen sowie das Eindringen in Boden, Kanalisation und Oberflächenwasser ist zu verhindern, z. B. durch Flüssigkeitssperren. In vielen Betrieben hat sich das Bereithalten von transportablen Gullyabdeckungen, verbunden mit einem absoluten Halteverbot über Gullys, bewährt (siehe Abbildung 22).

Verschüttete und ausgelaufene Stoffe sind unverzüglich mit geeigneten Bindemitteln (z. B. Blähglimmer, Kieselgur) gefahrlos aufzunehmen, in einem unbrennbaren Behälter mit Deckel zwischenzulagern und anschließend sachgerecht zu entsorgen – siehe Abschnitte 7.8 und 7.9.

### 10.2.4 Fluchtwege

Es muss gewährleistet sein, dass sich die Beschäftigten bei Gefahr unverzüglich über Fluchtwege und Notausgänge in Sicherheit bringen und schnell gerettet werden können. Die Anforderungen an Fluchtwege, wie Länge, Breite, Höhe und

- ⑰ Anforderungen an Treppen und Türen, sind in der ASR A2.3 „Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan“ aufgeführt. Zu den Fluchtwegen zählen auch die Rettungswege nach Bauordnungsrecht, sofern diese selbstständig begangen werden können.
- ⑭⑰ Fluchtwege sind deutlich erkennbar und dauerhaft zu kennzeichnen. Fluchtwege und Notausgänge sollen ständig freigehalten werden.

Ein zweiter baulicher Fluchtweg kann z. B. erforderlich sein bei Produktions- oder Lagerräumen mit einer Fläche von mehr als 200 m<sup>2</sup>, bei Geschossen mit einer Grundfläche von mehr als 1.600 m<sup>2</sup> oder aufgrund anderer spezifischer Vorschriften.

### 10.2.5 Flucht- und Rettungsplan

- ⑭⑰ Wenn die Lage, Ausdehnung und Art der Nutzung (z. B. Vorhandensein von Gefährdungen, hoher Anteil ortsunkundiger Personen) der Arbeitsstätte dies erfordern, muss der Unternehmer oder die Unternehmerin einen Flucht- und Rettungsplan aufstellen. Der Flucht- und Rettungsplan ist an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. Dadurch soll sichergestellt sein, dass sich die Beschäftigten bei unmittelbarer erheblicher Gefahr durch sofortiges Verlassen der Arbeitsplätze in Sicherheit bringen können.

- ⑰ Details enthält die ASR A2.3 „Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan“.

## 10.2.6 (Früh-)Warnsystem und Alarmierung

- 25 § 13 Abs. 4 Ein Warnsystem ist sinnvoll, um das Auftreten einer erhöhten Gefährdung frühzeitig anzuzeigen. Dazu eignen sich u. a. Gaswarngeräte oder Rauchmelder.

Alarmierung kann z. B. über das betriebseigene Telefonnetz und die Rundsprechanlage, Sirenen oder über die Betriebsfeuermelder erfolgen. Je nach Szenario kann ein unabhängiges Kommunikationssystem notwendig sein.

- 119 Wie, von wem und an wen die Meldung abzufassen ist, muss vorher genau festgelegt werden, um im Ernstfall Missverständnisse zu vermeiden.

## 10.2.7 Ausrüstungen für Notfälle

- 25 § 13 Abs. 3 Persönliche Schutzausrüstungen und erforderliche spezielle Sicherheitseinrichtungen und Arbeitsmittel sind bereitzustellen, da der Gefahrenbereich nur mit ausreichenden persönlichen Schutzausrüstungen betreten werden darf (z. B. mit von der Umgebungsatmosphäre unabhängig wirkenden Atemschutzgeräten, Chemikalienschutzanzug).

Sicherheitseinrichtungen und Arbeitsmittel, die für den Notfall vorgehalten werden können sind z. B. Messgeräte, Pumpen, Hebezeuge, mobile Wasserschleier (Wassersprühnebel, Dampfsperre).

## 73 139 172 10.2.8 Notduschen

Körpernotduschen und Augennotduschen sind Einrichtungen, die es ermöglichen, bei Haut- oder Augenkontakt die betroffenen Stellen sofort mit reichlich fließendem Wasser zu spülen.

Ihre Notwendigkeit wird im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ermittelt. Sie werden in unmittelbarer Nähe des Gefahrenbereichs leicht zugänglich und frostsicher installiert.

Sie sollen vorzugsweise mit Wasser von Trinkwasserqualität versorgt werden und alle Körperzonen sofort mit ausreichenden Wassermengen überfluten können (mindestens 30 l/min). An Notduschen muss das Bedienungselement der schnell öffnenden Absperrarmatur leicht erreichbar und Verwechslungssicher angebracht sein. Die Öffnungsrichtung muss eindeutig erkennbar sein. Die Armatur darf, einmal geöffnet, nicht selbsttätig schließen. Ketten zum Öffnen sind nicht zulässig. Funktionsprüfungen sind monatlich durchzuführen und zu dokumentieren. Der Standort von Körpernotduschen und

- 15 Augennotduschen muss durch das Rettungszeichen „Notdusche“ oder „Augenspüleinrichtung“ gekennzeichnet sein. Der Zugang ist ständig freizuhalten.

Es sind Maßnahmen gegen Bakterienbefall und Verkeimung zu treffen, z. B. regelmäßiges Durchspülen.

Idealerweise wird beim Auslösen der Notdusche ein Alarm ausgelöst, z. B. eine Meldung an die Messwarte.

- 37 Augenspülflaschen sind als Notbehelf anzusehen und daher nur in Ausnahmefällen als Alternative zulässig. Bei Augenspülflaschen ist auf das Verfallsdatum zu achten oder bei Verwendung von Trinkwasser ebenfalls ein regelmäßiger Austausch vorzusehen.

## 10.3 Verhalten bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen mit Freiwerden von Lösemitteln

- Treten Lösemittel bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen unerwartet und in möglicherweise gefährlicher Menge aus, so sind Maßnahmen nach der Betriebsanweisung, dem Flucht- und Rettungsplan oder dem Alarm- und Gefahrenabwehrplan durchzuführen:
- 38 17 61 > Warnung der betroffenen Beschäftigten.
    - Gegebenenfalls ist der Warnbereich in Windrichtung zu erweitern.
  - > Gefährdeten Betriebsbereich räumen und absperren. Unbeteiligte Personen fernhalten.
    - Beim Verlassen des Gefahrenbereiches möglichst Atemschutzgeräte z. B. Selbstretter (FluchtfILTERgeräte) verwenden. Quer zur Windrichtung flüchten.
  - > Alarmierung der Feuerwehr und Rettungskräfte.
  - > Verletzte aus dem Gefahrenbereich bringen (auf Selbstschutz achten).
  - > Personen in der Umgebung warnen.
  - > Sofern möglich, alle Zündquellen aus dem Gefahrenbereich entfernen.
  - > Versuchen, das weitere Ausströmen von Lösemitteln zu unterbinden.
  - > Für bessere Durchlüftung sorgen, wenn dies nicht zu einer Erhöhung der Gefährdung führt.
- 25 Es dürfen nur diejenigen Beschäftigten im betroffenen Bereich bleiben, deren Anwesenheit für in diesem Zusammenhang notwendige Tätigkeiten unbedingt erforderlich ist. Der Gefahrenbereich darf nur mit ausreichenden persönlichen Schutzausrüstungen betreten werden (z. B. mit von der Umgebungsatmosphäre unabhängig wirkenden Atemschutzgeräten, Chemikalienschutzanzug). Vor Aufhebung der Absperrung ist sicherzustellen, dass die Luftgrenzwerte unterschritten werden (siehe Kapitel 4). Gegebenenfalls sind Messungen durchzuführen.

Anlagen sind gemäß den Notabstellvorschriften in einen sicheren Zustand zu fahren.

Weitere Maßnahmen können je nach Umgebungsbedingungen erforderlich sein.

Im Brandfall ist der Brandherd stets in Windrichtung zu bekämpfen. Bei der Bekämpfung von Bränden sind in der Regel geeignete persönliche Schutzausrüstungen zu benutzen, z. B. Isoliergeräte (siehe Abschnitt 9.1).

Weitere Maßnahmen können erforderlich sein.

# 11 Erste Hilfe

## 11.1 Allgemeines

Alle Personen, die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausüben, müssen über die Erste-Hilfe-Maßnahmen unterrichtet sein und über das Verhalten bei Arbeitsunfällen unterwiesen werden.

- 137 Die von den Unfallversicherungsträgern anerkannten Anleitungen zur Ersten Hilfe sind entsprechend dem jeweiligen Gefährdungsgrad an geeigneten Stellen auszuhängen.
- 71 126 Über jede Erste-Hilfe-Leistung sind unter Beachtung des Datenschutzes Aufzeichnungen zu führen, beispielsweise in einem Meldeblock, in einem Verbandbuch oder auch elektronisch, und 5 Jahre lang aufzubewahren.

Bei Verdacht auf eine Gesundheitsschädigung müssen die Betroffenen den Gefahrenbereich verlassen bzw. aus dem Gefahrenbereich gebracht werden. Die Helfenden haben sich dabei vor Kontakt mit Gefahrstoffen zu schützen (Atemschutz, Schutzhandschuhe usw.).

Ärztliche Hilfe ist unverzüglich in Anspruch zu nehmen. Dem Arzt oder der Ärztin ist der Gefahrstoff, idealerweise das entsprechende Sicherheitsdatenblatt, und die bereits durchgeführten Erste-Hilfe-Maßnahmen anzugeben.

- ⑦② Auch kann bei einigen Gefahrstoffen die Vorbereitung eines Unfall-Leitblattes mit Informationen zu dem jeweiligen Gefahrstoff und Erste-Hilfe-Maßnahmen für den Notfall hilfreich sein. Dieses ist nach einem Unfall vor Ort ergänzend auszufüllen (Unfallhergang etc.) und für den weiter behandelnden Arzt oder die weiter behandelnde Ärztin mitzugeben.
- ⑦② Erste-Hilfe-Maßnahmen, die Gegenstand der Erste-Hilfe-Ausbildung sind, wie „Stabile Seitenlage“, „Wiederbelebung“, „Schockbekämpfung“ werden in dieser Schrift nicht angesprochen.

Bei besonderen betrieblichen Gefährdungen, infolge des Einwirkens von Gefahrstoffen, können zusätzliche Maßnahmen und Mittel der Ersten Hilfe notwendig sein. Diese Maßnahmen verlangen von der Ersthelferin oder dem Ersthelfer bestimmte Kenntnisse und Fähigkeiten, die in der Grundausbildung nicht vermittelt werden. Die Weiterbildung geeigneter Ersthelfer oder Ersthelferinnen erfolgt insbesondere durch die Betriebsärztin oder den Betriebsarzt entsprechend der im Einzelnen vorhandenen Gefahrstoffe.

Die auf den Gefahrstoff bezogenen Erste-Hilfe-Maßnahmen sind dem Sicherheitsdatenblatt oder der daraus erstellten Betriebsanweisung zu entnehmen.

Im Allgemeinen haben sich folgende Maßnahmen als wirksam gezeigt:

## 11.2 Generell

- › Auf Eigenschutz achten.
- › Für Körperruhe sorgen.
- › Vor Wärmeverlust schützen.
- › Beruhigend auf verletzte Person einwirken.
- › Ärztliche Behandlung.

## 11.3 Augen

- › Auge unter Schutz des unverletzten Auges sofort ausgiebig bei geöffneten Augenlidern mit Wasser spülen.
- › Steriler Schutzverband.

## 11.4 Haut

- › Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort auszuziehen, auf Selbstschutz achten.
- › Haut mit viel Wasser, gegebenenfalls mit Polyethylenglykol 400 (PEG 400), spülen.
- › Wunden keimfrei bedecken.

## 11.5 Verschlucken

- › Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes.

## 11.6 Einatmen

- › Auf Selbstschutz achten. Auf jeden Fall Einatmen von Gefahrstoffen vermeiden.
- › Bei Atemstillstand Notarzt verständigen, dann künstliche Beatmung nach Möglichkeit mit einer Atemhilfe (z. B. Beatmungsbeutel).
- › An die frische Luft bringen.

## 12 Hinweise für die Ärztin oder den Arzt

- › Nach oraler Aufnahme von Lösemitteln möglichst umgehend Magenspülung. Dabei Aspiration unter allen Umständen vermeiden (eventuell Intubation). Anschließend Medizinalkohle in Wasser und Natriumsulfat (2 gestrichene Esslöffel in ½ l Wasser gelöst) verabreichen.
- › Keine Gabe von Adrenalin oder Katecholaminen (Rhythmusstörungen möglich!).
- › Bei Erregungszuständen z. B. Benzodiazepine i. V.
- › Biomonitoring – falls möglich – durchführen.

# Anhang 1: Beispiel eines Gefahrstoff-Verzeichnisses

Gefahrstoff-Verzeichnis								
Unternehmen/ Betrieb:		Fingerschön GmbH			Erstellt/ überprüft von:  Frau Kopf			
Arbeitsbereich(e): Herstellung von Nagellacken					am: 11.10.2019			
Lfd. Nr.	Bezeichnung ggf. zusätzlich chemischer Namen	Einstufung	Menge	Haut- gefähr- dend	AGW	Lager- klasse	Arbeits- platz/ -bereich	Sicherheits- datenblatt von: (Hersteller, Datum)
1	Aceton	  Flam. Liq. 2 – H225, Eye Irrit. 2 – H319, STOT SE 3 – H336, EUH066	20 l	ja	1200 mg/m <sup>3</sup> 500 ppm	3	Lösemittel- lager Halle 2	ABC AG, 11.08.2019
2	Ethylacetat	  Flam. Liq. 2 – H225, Eye Irrit. 2 – H319, STOT SE 3 – H336, EUH066	400 l	ja	730 mg/m <sup>3</sup> 200 ppm	3	Lösemittel- lager Halle 1	ABC AG, 05.07.2018
3	Isopropanol	  Flam. Liq. 2 – H225, Eye Irrit. 2 – H319, STOT SE 3 – H336	1 l	ja	500 mg/m <sup>3</sup> 200 ppm	3	Lösemittel- lager Halle 1	DEF GmbH, 21.03.2018
4	n-Butanol	    Flam. Liq. 3 – H226, Acute Tox. 4 – H302, Skin Irrit. 2 – H315, Eye Dam. 1 – H318, STOT SE 3 – H336, STOT SE 3 – H335	200 l	ja	310 mg/m <sup>3</sup> 100 ppm	3	Lösemittel- lager Halle 2	XYZ GmbH & Co. KG, 27.01.2019

# Literaturverzeichnis

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

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

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

## Fundstellen im Internet

Die Schriften der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und dem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 1 700 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten. Weitere Informationen unter [www.kompendium-as.de](http://www.kompendium-as.de).

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

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

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

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

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

**Bezugsquellen: Bundesanzeiger-Verlag, Postfach 10 05 34, 50445 Köln**

**Freier Download unter [eur-lex.europa.eu/de/index.htm](http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm)**

- 1 Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2019/957
- 2 Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2019/1243
- 3 Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
- 4 Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt
- 5 Richtlinie 75/324/EWG des Rates vom 20. Mai 1975 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Aerosolpackungen, zuletzt geändert durch Richtlinie (EU) 2016/2037
- 6 Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates

## 2. Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

### Bezugsquellen: Buchhandel

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

- 7 Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- 8 Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) mit zugehörigen Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR) und Arbeitsmedizinischen Empfehlungen (AME), insbesondere:
  - 9 AMR 2.1: Fristen für die Veranlassung/das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge
  - 10 AMR 3.2: Arbeitsmedizinische Prävention
  - 11 AMR Nr. 11.1: Abweichungen nach Anhang Teil 1 Absatz 4 ArbMedVV bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B
  - 12 AMR 14.2: Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen
  - 13 AME: Wunschvorsorge
- 14 Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) mit Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR), insbesondere:
  - 15 ASR A1.3: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
  - 16 ASR A2.2: Maßnahmen gegen Brände
  - 17 ASR A2.3: Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan
  - 18 ASR A3.5 Raumtemperatur
  - 19 ASR A3.6: Lüftung
- 20 Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) mit Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), insbesondere
  - 21 TRBS 1112: Instandhaltung
  - TRBS 1112 Teil 1: Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten – Beurteilungen und Schutzmaßnahmen
  - 22 TRBS 1201: Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
  - TRBS 1201 Teil 1: Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen
  - 23 TRBS 1201 Teil 3: Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU
  - 24 TRBS 1201 Teil 5: Prüfung von Lageranlagen, Füllstellen, Tankstellen und Flugfeldbetankungsanlagen, soweit entzündliche, leichtentzündliche oder hochentzündliche Flüssigkeiten gelagert oder abgefüllt werden, hinsichtlich Gefährdungen durch Brand und Explosion
- 25 Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere:
  - 26 TRGS 201: Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
  - 27 TRGS 400: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
  - 28 TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
  - 29 TRGS 402: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
  - 30 TRGS 407: Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung
  - 31 TRGS 410: Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B
  - 32 TRGS 420: Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition
  - 33 TRGS 500: Schutzmaßnahmen
  - 34 TRGS 507: Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern
  - 35 TRGS 509: Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter
  - 36 TRGS 510: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
  - 37 TRGS 526: Laboratorien
  - 38 TRGS 555: Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten
  - 39 TRGS 600: Substitution
  - 40 TRGS 610: Ersatzstoffe und Ersatzverfahren für stark lösemittelhaltige Vorstriche und Klebstoffe für den Bodenbereich
  - 41 TRGS 617: Ersatzstoffe für stark lösemittelhaltige Oberflächenbehandlungsmittel für Parkett und andere Holzfußböden
  - 42 TRGS 720: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines
  - 43 TRGS 721: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
  - 44 TRGS 722: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
  - 45 TRGS 723: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische
  - 46 TRGS 724: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes
  - 47 TRGS 727: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
  - 48 TRGS 800: Brandschutzmaßnahmen
  - 49 TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte
  - 50 TRGS 903: Biologische Grenzwerte (BGW)
  - 51 TRGS 905: Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe
  - 52 TRGS 907: Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen
  - 53 TRGS 910: Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen

- 54 Berufskrankheiten-Verordnung (BKV)
- 55 Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG)  
Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens und über die Abgabe bestimmter Stoffe, Gemische und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV)
- 56 Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG)
- 57 Gesetz zum Schutz der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz – JArbSchG)
- 58 Gesetz zum Schutz von Müttern bei der Arbeit, in der Ausbildung und im Studium (Mutterschutzgesetz – MuSchG)
- 59 Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt – GGVSEB)
- 60 Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) mit hierzu erlassenen Verordnungen, insbesondere
- 61 Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung – 12. BImSchV)
- 62 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft)
- 63 Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV)
- 64 Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG)
- 65 Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzprodukteverordnung – 11. ProdSV)
- 66 Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung – PSA-BV)
- 67 Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG)
- 68 Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)
- 69 Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie – LÖRüRL)
- 70 Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebau-Richtlinie – MIndBauRL)

### 3. Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Grundsätze, DGUV Informationen, Merkblätter und sonstige Schriften der Unfallversicherungsträger

**Quelle: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, [medienshop.bgrci.de](http://medienshop.bgrci.de) oder Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, [www.jedermann.de](http://www.jedermann.de), [verkauf@jedermann.de](mailto:verkauf@jedermann.de)**

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

- 71 DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention (*Fassung der BG RCI*)
- 72 DGUV Vorschrift 13: Organische Peroxide (*Fassung der BG RCI*)
- 73 DGUV Information 213-850: Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen; [www.laborrichtlinien.de](http://www.laborrichtlinien.de)
- 74 DGUV Information 213-050: Gefahrgutbeauftragte (Merkblatt A 002)
- 75 Merkblatt A 008: Persönliche Schutzausrüstungen
- 76 DGUV Information 213-051: Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (Merkblatt A 010)
- 77 DGUV Information 213-052: Beförderung gefährlicher Güter (Merkblatt A 013)
- 78 DGUV Information 213-012: Gefahrgutbeförderung in Pkw und in Kleintransportern (Merkblatt A 014)
- 79 Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel
- 80 Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog
- 81 Merkblatt A 023: Hand- und Hautschutz
- 82 Merkblatt A 026: Unterweisung – Gefährdungsorientierte Handlungshilfe
- 83 Merkblatt A 027: Mutterschutz im Betrieb
- 84 Merkblatt A 029: Fremdfirmenmanagement – Ein Leitfaden für die Praxis
- 85 kurz & bündig KB 002: Hand- und Hautschutz
- 86 kurz & bündig KB 006: Gefahrstoffkennzeichnung nach GHS – Grundzüge
- 87 kurz & bündig KB 007: Lösemittel – Einsatz, Gefährdungen, Schutzmaßnahmen – Kleinmengen
- 88 kurz & bündig KB 008: Gefahrgut im Pkw und Kleintransporter – Kleinmengen
- 89 kurz & bündig KB 011-1: Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 1: Grundlagen und Hinweise zur Durchführung
- 90 kurz & bündig KB 011-2: Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 1 : Ermittlung der Vorsorgeanlässe
- 91 DGUV Information 213-069: Organische Peroxide (Merkblatt M 001)
- 92 DGUV Information 213-070: Säuren & Laugen (Merkblatt M 004)
- 93 Merkblatt M 018: Phenol, Kresole und Xylenole
- 94 Merkblatt M 020: Chlor
- 95 Merkblatt M 037: Nitrocellulose, Collodiumwolle
- 96 Merkblatt M 039: Fruchtschädigende Stoffe – Informationen für Mitarbeiterinnen und betriebliche Führungskräfte
- 97 Merkblatt M 040: Chlorkohlenwasserstoffe
- 98 Merkblatt M 043: Kaltreiniger
- 99 DGUV Information 213-079: Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (Merkblatt M 050)

- 100 DGUV Information 213-080: Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (Merkblatt M 053)
- 101 DGUV Information 213-081: Styrol, Polyesterharze und andere styrolhaltige Gemische (Merkblatt M 054)
- 102 DGUV Information 213-096: Organische Peroxide – Antworten auf häufig gestellte Fragen (Merkblatt M 058)
- 103 DGUV Information 213-082: Gefahrstoffe mit GHS-Kennzeichnung – Was ist zu tun? (Merkblatt M 060)
- 104 DGUV Information 213-084: Lagerung von Gefahrstoffen (Merkblatt M 062)
- 105 DGUV Information 213-085: Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen (Merkblatt M 063)
- 106 DGUV Information 213-065: Sicherheitstechnische Kenngrößen – Ermitteln und bewerten (Merkblatt R 003)
- 107 DGUV Information 213-053: Schlauchleitungen – Sicherer Einsatz (Merkblatt T 002)
- 108 DGUV Information 213-055: Retten aus Behältern, Silos und engen Räumen (Merkblatt T 010)
- 109 Merkblatt T 015: Befüllen und Entleeren von Transporttanks für Flüssigkeiten – Eisenbahnkesselwagen, Tankfahrzeuge, Tankcontainer und Aufsetztanks
- 110 DGUV Information 213-056: Gaswarneinrichtungen und -geräte für toxische Gase/Dämpfe und Sauerstoff – Einsatz und Betrieb (Merkblatt T 021)
- 111 DGUV Information 213-057: Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb (Merkblatt T 023)
- 112 Merkblatt T 025: Umfüllen von Flüssigkeiten – vom Kleingebinde bis zum Container
- 113 Merkblatt T 026: Probenahme – Flüssigkeiten
- 114 DGUV Information 213-857: Laborabzüge – Bauarten und sicherer Betrieb (Merkblatt T 032)
- 115 DGUV Information 213-060: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (Merkblatt T 033)
- 116 DGUV Information 213-855: Gefährdungsbeurteilung im Labor (Merkblatt T 034)
- 117 Merkblatt T 049: Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen
- 118 Praxishilfe-Ordner: Arbeitsschutz mit System
- 119 Praxishilfe-Ordner: Gerüstet für den Notfall
- 120 Sicherheitskurzgespräche (SKG), z. B.
- 121 SKG 002: GHS – Global Harmonisiertes System
- 122 SKG 003: Lagerung von Gefahrstoffen
- 123 SKG 017: Lösemittel in KMU
- 124 SKG 023: Hautschutz
- 125 SKG 033: Handschutz

**Bezugsquelle: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., Glinkastraße 40, 10117 Berlin**

**Freier Download unter [publikationen.dguv.de](http://publikationen.dguv.de)**

- 126 DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention
- 127 DGUV Vorschrift 13: Organische Peroxide
- 128 DGUV Regel 109-002: Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen
- 129 DGUV Regel 109-013: Schutzmaßnahmenkonzept für Spritzlackierarbeiten – Lackaerosole
- 130 DGUV Regel 112-189: Benutzung von Schutzkleidung
- 131 DGUV Regel 112-190: Benutzung von Atemschutzgeräten
- 132 DGUV Regel 112-191: Benutzung von Fuß- und Knieschutz
- 133 DGUV Regel 112-192: Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz
- 134 DGUV Regel 112-195: Benutzung von Schutzhandschuhen
- 135 DGUV Regel 113-001: Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)
- 136 DGUV Regel 113-004: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
- 137 DGUV Information 204-006: Anleitung zur Ersten Hilfe
- 138 DGUV Information 204-007: Handbuch zur Ersten Hilfe
- 139 DGUV Information 204-022: Erste Hilfe im Betrieb
- 140 DGUV Information 205-001: Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz
- 141 DGUV Information 205-003: Aufgaben, Qualifikation, Ausbildung und Bestellung von Brandschutzbeauftragten
- 142 DGUV Information 205-023: Brandschutz Helfer – Ausbildung und Befähigung
- 143 DGUV Information 208-050: Notfallmanagement beim Umschlag und innerbetrieblichen Transport von Gefahrgütern und gefährlichen Stoffen
- 144 DGUV Information 209-046: Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe – Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb
- 145 DGUV Information 213-033: Gefahrstoffe in Werkstätten
- 146 DGUV Information 213-106: Explosionsschutzdokument
- 147 DGUV Information 213-500 ff.: Von den Unfallversicherungsträgern anerkannte Analyseverfahren für krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen, z. B.
- 148 DGUV Information 213-504: Verfahren zur Bestimmung von Benzol
- 149 DGUV Information 213-548: Verfahren zur Bestimmung von 1,2-Dichlorethan
- 150 DGUV Information 213-583: Verfahren zur Bestimmung von aromatischen Aminen
- 151 DGUV Information 213-599: Allgemeiner Teil – Übersicht über die Analyseverfahren der DGUV Information 213-5xx-Reihe
- 152 DGUV Information 213-701ff: Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU), z. B.
- 153 DGUV Information 213-726: Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG)
- 154 DGUV Information 215-830: Einsatz von Fremdfirmen im Rahmen von Werkverträgen
- 155 DGUV Grundsatz 313-003: Grundanforderungen an spezifische Fortbildungsmaßnahmen als Bestandteil der Fachkunde zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

## 4. Normen

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

- 156 DIN EN 374-3:2003-12: Schutzhandschuhe gegen Chemikalien und Mikroorganismen – Teil 3: Bestimmung des Widerstandes gegen Permeation von Chemikalien (*zurückgezogen*)
- 157 DIN EN 16523-1:2018-12: Bestimmung des Widerstands von Materialien gegen die Permeation von Chemikalien – Teil 1: Permeation durch potentiell gefährliche flüssige Chemikalien unter Dauerkontakt
- 158 DIN EN 482:2015-12: Exposition am Arbeitsplatz – Allgemeine Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Messung chemischer Arbeitsstoffe
- 159 DIN 2403:2014-06: Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff
- 160 DIN EN 14470-1:2004-07: Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke – Teil 1: Sicherheitsschränke für brennbare Flüssigkeiten
- 161 DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
- 162 DIN EN 12285-1:2018-12: Werksgefertigte Tanks aus Stahl – Teil 1: Liegende, zylindrische, ein- und doppelwandige Tanks zur unterirdischen Lagerung von brennbaren und nicht brennbaren wassergefährdenden Flüssigkeiten, die nicht für das Heizen und Kühlen von Gebäuden vorgesehen sind

## 5. Andere Schriften

**Bezugsquelle: Buchhandel**

- 163 IFA-Arbeitsmappe: Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, ISBN 978-3-503-13089-4, [www.ifa-arbeitsmappedigital.de](http://www.ifa-arbeitsmappedigital.de)
- 164 R. Hebisch, U. Poppek: Empfohlene Analysenverfahren für Arbeitsplatzmessungen. Dokumentation, Wirtschaftsverlag NW, 2008, ISBN 978-3-86509-771-2
- 165 A. Hartwig (Hrsg): Analytische Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe – Luftanalysen. Wiley-VCH, Weinheim, ISBN: 978-3-527-34573-1 (19. Ergänzungslieferung)
- 166 G. Schneider, M. Born, C. Carl, Gefahrzahlensystem für Gefahrstoffanwendungen – Update, Sicherheitsingenieur 6/2016
- 167 G. Lunn: Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, ISBN: 978-0470487556
- 168 DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen, 2014, 6. Auflage, Gentner Verlag, Stuttgart, ISBN 978-3-87247-756-9
- 169 International Labour Office: Encyclopedia of Occupational Health and Safety, Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 135 Hunter Street East, Hamilton, Ontario, Canada, [www.ilocis.org](http://www.ilocis.org)
- 170 Lehnhäuser, Frank: Meßtechnische Erfassung von Geschwindigkeitsfeldern bei Absaugöffnungen, Dipl.-Arb. FH Gießen, 1985

## 6. Online-Datenbanken und Informationen im Internet

- 171 Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien GisChem der BG RCI und der BGHM unter [www.gischem.de](http://www.gischem.de), mit verschiedenen Modulen, z. B. „GisChem-Interaktiv“ zur Erstellung eigener Betriebsanweisungen, „Gefahrstoffverzeichnis“ oder „Gemischrechner“ zur Einstufung von Gemischen nach der CLP-Verordnung.
- 172 Online-Portale der BG RCI:
  - Fachwissenportal der BG RCI, Fachwissen zu Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, [fachwissen.bgrci.de](http://fachwissen.bgrci.de)
  - Explosionsschutzportal der BG RCI, [www.exinfo.de](http://www.exinfo.de)
  - Informationssystem der BG RCI zum Sicheren Befahren von Behältern: [sicheres-befahren.de](http://sicheres-befahren.de)
  - Laborportal der BG RCI: [sicheres-arbeiten-im-labor.de](http://sicheres-arbeiten-im-labor.de)
- 173 Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), [www.dguv.de](http://www.dguv.de)
- 174 Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie der DGUV, [www.dguv.de/fb-rci](http://www.dguv.de/fb-rci)
- 175 Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), [www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa)
  - Akkreditierte Messstellen unter Webcode d4706
- 176 BIA-Report 3/2001: Berechnungsverfahren und Modellbildung in der Arbeitsbereichsanalyse
- 177 GESTIS – Gefahrstoffinformationssystem der DGUV, [www.dguv.de/ifa/GESTIS](http://www.dguv.de/ifa/GESTIS)
- 178 Zentrale Expositionsdatenbank (ZED); [zed.dguv.de](http://zed.dguv.de)
- 179 Arbeitsplatzgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische (RCP-Methode); [www.dguv.de/ifa/fachinfos/arbeitsplatzgrenzwerte/agw-fuer-kohlenwasserstoffgemische-\(rcp-methode\)/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/fachinfos/arbeitsplatzgrenzwerte/agw-fuer-kohlenwasserstoffgemische-(rcp-methode)/index.jsp)
- 180 ISi – Informationssystem für Sicherheitsdatenblätter des Instituts für Arbeitsschutz (IFA) der DGUV und dem Verband der chemischen Industrie (VCI); [www.dguv.de/ifa/is](http://www.dguv.de/ifa/is)
- 181 Spaltenmodell zur Suche nach Ersatzstoffen, [www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa) → Praxishilfen: Gefahrstoffe
- 182 WINGISonline – Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG Bau), [www.gisbau.de](http://www.gisbau.de) bzw. [www.wingis-online.de](http://www.wingis-online.de)
- 183 VBG-Fachwissen: Zwischenfall, Notfall, Katastrophe – Leitfaden für die Sicherheits- und Notfallorganisation, [www.vbg.de/DE/Header/4\\_Medien-Center/medien-center\\_node.html](http://www.vbg.de/DE/Header/4_Medien-Center/medien-center_node.html)
- 184 Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM), [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), insbesondere
  - Broschüre: Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung
  - Lernmodule „interAKTIV“
- 185 Europäische Chemikalienagentur (ECHA), [echa.europa.eu](http://echa.europa.eu)
- 186 Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), [www.baua.de](http://www.baua.de)
- 187 Rigoletto; online-Datenbank des Umweltbundesamtes mit allen bisher in eine Wassergefährdungskategorie oder als nicht-wassergefährdend eingestuft Stoffen; [webriigoletto.uba.de/rigoletto/](http://webriigoletto.uba.de/rigoletto/)

- 188 Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM): Liste „Anforderungen an Tanks zur Beförderung gefährlicher Güter“, [tes.bam.de/RES/Navigation/DE/Recht-und-Regelwerke/BAM-Liste/bam-liste.html](https://www.bam.de/RES/Navigation/DE/Recht-und-Regelwerke/BAM-Liste/bam-liste.html)
- 189 Internationale Vereinigung für soziale Sicherheit (IVSS) [www.issa.int](http://www.issa.int), Sektion Chemie, [www.issa.int/prevention-chemistry](http://www.issa.int/prevention-chemistry)
- 190 Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (DECHEMA), [dechema.de](http://dechema.de)
- 191 DECHEMA-Werkstoff-Tabelle, [dechema.de/dwt.html](http://dechema.de/dwt.html)
- 192 CHEMSAFE: Datenbank für bewertete sicherheitstechnische Kenngrößen, [www.dechema.de/chemsafe.html](http://www.dechema.de/chemsafe.html)
- 193 Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS), [www.dakks.de](http://www.dakks.de)
- 194 Verband der chemischen Industrie (VCI), [www.vci.de](http://www.vci.de)
- 195 Bundesverband der Messstellen für Umwelt- und Arbeitsschutz e.V., [www.bua-verband.de/gefahstoffmessstellen.html](http://www.bua-verband.de/gefahstoffmessstellen.html)

## Bildnachweis

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

### Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Titelbild:

Kee Klamp GmbH  
Voltenseestraße 22  
60388 Frankfurt/M.

Abbildungen 4 und 5:  
AZO GmbH & Co. KG  
Rosenberger Straße 28  
74706 Osterburken

Abbildungen 6 und 7:  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Universitätsplatz 2  
39106 Magdeburg

Abbildung 8:  
FLUX-GERÄTE GMBH  
Talweg 12  
75433 Maulbronn

Abbildung 9:  
Atotech Deutschland GmbH  
Ahornallee 4  
16818 Werder/b. Neuruppin

Abbildung 10:  
Bayer HealthCare Pharmaceuticals  
Müllerstraße 178  
13353 Berlin

Abbildung 12:  
MEWA Textil-Service AG & Co.  
Management OHG  
John-F.-Kennedy-Straße 4  
65189 Wiesbaden

Abbildung 22:  
BASF Coatings GmbH  
Glasuritstraße 1  
48165 Münster

Sachgebiet „Gefahrstoffe“  
Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“ der DGUV

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

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

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

**Ausgabe 12/2019** (Überarbeitung der Ausgabe 4/2014)

© Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Heidelberg Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung.

## Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie

Postfach 10 14 80  
69004 Heidelberg  
Kurfürsten-Anlage 62  
69115 Heidelberg  
[www.bgrci.de](http://www.bgrci.de)

### Ausgabe 12/2019

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

Haben Sie zu dieser Schrift Fragen, Anregungen, Kritik?  
Dann nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf.

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



Jedermann-Verlag GmbH  
Postfach 10 31 40  
69021 Heidelberg  
Telefon 06221 1451-0  
Telefax 06221 27870  
[www.jedermann.de](http://www.jedermann.de)  
[info@jedermann.de](mailto:info@jedermann.de)

ISBN: 978-3-86825-031-2