

Gefahrstoffe

Lösemittel



M 017
Stand: April 2014

Inhaltsverzeichnis dieses Ausdrucks

1 Anwendungsbereich	4
2 Begriffsbestimmung	4
3 Eigenschaften von Lösemitteln	5
4 Kenngrößen	5
5 Gesundheitsgefahren	6
5.1 Aufnahme und Wirkungsweise	6
5.2 Akute Einwirkung	6
5.3 Chronische Einwirkung	7
5.4 Krebserzeugende Wirkung	7
5.5 Berufskrankheiten	7
6 Gefährdungsbeurteilung	7
6.1 Allgemeine Anforderungen	7
6.2 Informationsermittlung	10
6.2.1 Erfassung der verwendeten Stoffe und Gemische – Gefahrstoffverzeichnis	10
6.2.2 Substitutionsprüfung	11
6.2.3 Inhalative Gefährdung	12
6.2.4 Dermale Gefährdung	12
6.2.5 Physikalisch-chemische Wirkungen	12
6.3 Festlegung notwendiger Schutzmaßnahmen	13
6.4 Dokumentation und Wirksamkeitskontrolle	14
7 Überwachung der Exposition	14
7.1 Konzentrationsmessungen in der Luft am Arbeitsplatz	15
7.2 Anforderungen an die Durchführung von Messungen	16
7.3 Alternative Bewertungsverfahren	16
8 Schutzmaßnahmen	16
8.1 Allgemeines	17
8.2 Technische Schutzmaßnahmen	17
8.2.1 Anlagen, Verfahren	17
8.2.2 Laboratorien	18
8.2.3 Arbeits- und Lagerräume	19
8.2.4 Aufbewahren, Lagern, Transport	20
8.2.5 Umfüllen, Probenahme	22
8.2.6 Aufarbeitung nitrocellulosehaltiger Lackreste und Lösungen	26
8.2.7 Reinigung	27
8.2.8 Werkstoffe	28
8.2.9 Entsorgen von Abfällen und Rückständen	28
8.2.10 Abluft, Abwasser	29
8.2.11 Explosionsgefährdete Bereiche	30
8.2.12 Brandschutzmaßnahmen	32
8.2.13 Schutzmaßnahmen gegen Explosionsgefahren	33
8.2.14 Verhalten beim Freiwerden von Lösemitteln	34
8.2.14.1 Allgemeines	34
8.2.14.2 Maßnahmen	34
8.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen	35
8.3.1 Allgemeines	35
8.3.2 Betriebsanweisung und Unterweisung	36
8.3.3 Instandhaltung	36
8.3.4 Hygiene	37
8.3.5 Kennzeichnung	38
8.3.6 Arbeitsmedizinische Vorsorge	42
8.4 Persönliche Schutzmaßnahmen	43
8.4.1 Atemschutz	43
8.4.2 Augen- und Gesichtsschutz	44
8.4.3 Schutzhandschuhe und Schutzkleidung	44

9 Erste Hilfe	45
9.1 Allgemeines	45
9.2 Augen	46
9.3 Atmungsorgane	46
9.4 Haut	46
9.5 Verschlucken	46
10 Hinweise für den Arzt	46
Anhang 1: - Gefahrstoffverzeichnis (Muster)	47
Anhang 2: - Explosionsschutz-Dokument (Muster)	48
Anhang 3: - Betriebsanweisung (Muster)	50
Anhang 4: - Literaturverzeichnis	51
Bildnachweis	60
Sonstiges	61

Das vorliegende Merkblatt konzentriert sich auf wesentliche Punkte einzelner Vorschriften und Regeln. Es nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen des Merkblatts können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

Das Merkblatt wurde sorgfältig erstellt. Trotzdem wird der Unternehmer nicht von der Pflicht und Verantwortung befreit, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

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

Die Nummern verweisen auf das Literaturverzeichnis.

1 Anwendungsbereich

Lösemittel werden in vielen Industriezweigen eingesetzt. Viele Lösemittel haben gefährliche Eigenschaften. Um bei Tätigkeiten mit ihnen Gefahren für Mensch und Umwelt zu vermeiden, sind besondere Schutzmaßnahmen erforderlich.

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

In erster Linie soll es den 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 mit Lösemitteln umgegangen wird.

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

2 Begriffsbestimmung

Lösemittel im Sinne dieses Merkblattes sind organische Stoffe sowie deren Mischungen, die bei Normalbedingungen (20 °C und 1 bar) flüssig 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 und aromatische Kohlenwasserstoffe wie z. B. Alkohole, Ether, Ketone, Aldehyde, Carbonsäureester, Xylole und Schwefelkohlenstoff.

Die besonderen Eigenschaften von Halogenkohlenwasserstoffen und Kaltreinigern werden in diesem Merkblatt nicht behandelt. Für diese Stoffgruppen existieren eigene Merkblätter. [\(79\)](#)[\(80\)](#)

3 Eigenschaften von Lösemitteln

Da Lösemittel einer Vielzahl von Stoffgruppen mit den unterschiedlichsten Eigenschaften angehören, können hier lediglich Hinweise auf Literaturstellen gegeben werden.

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

- Gefahrstoffinformationssystem GisChem der BG RCI [\(120\)](#)
- Stoffdatenbank GESTIS der DGUV [\(124\)](#)
- Gefahrstoffinformationssystem GISBAU der BG BAU [\(126\)](#)
- Sicherheitsdatenblätter der Hersteller
- ISI – Informationssystem für Sicherheitsdatenblätter des Instituts für Arbeitsschutz (IFA) der DGUV und des Verbandes der chemischen Industrie (VCI) [\(131\)](#)
- „Ullmanns Encyclopaedia of Industrial Chemistry“ [\(115\)](#)
- ILO: „Encyclopaedia of Occupational Health and Safety“ [\(112\)](#)
- Brandes, Möller: „Safety Characteristic Data, Volume 1: Flammable Liquids and Gases/Sicherheitstechnische Kenngrößen, Band 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase“ [\(113\)](#)
- Datenbank CHEMSAFE der physikalisch-technischen Bundesanstalt (PTB), Bundesanstalt für Materialprüfung und -forschung (BAM) und DECHEMA [\(127\)](#)
- Hommel: „Handbuch der gefährlichen Güter“ [\(111\)](#)

4 Kenngrößen

Zur Beurteilung einer Gefährdung durch Lösemittel sind neben Siedepunkt, Dampfdruck, Verdunstungszahl usw. folgende Kenngrößen von besonderer Bedeutung:

- **Geruchsschwelle**
Sie ist die kleinste Konzentration, bei der ein Stoff durch seinen charakteristischen Geruch wahrgenommen werden kann. Die Geruchsschwellenwerte sind nur als orientierende Werte anzusehen, da die Fähigkeit Gerüche wahrzunehmen bei einzelnen Menschen unterschiedlich ausgeprägt ist, die Gewöhnung an einen Stoff das Geruchsempfinden verändern kann und weil andere Stoffe die Wahrnehmungsfähigkeit beeinflussen können.
- **Sättigungskonzentration**
Sie ist die aus physikalischen Gründen maximal mögliche Dampfkonzentration eines Stoffes über einer Flüssigkeit bei einer bestimmten Temperatur.
- **Flammpunkt**
Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur einer entzündbaren Flüssigkeit, korrigiert auf Luftdruck von 101,3 kPa, bei der unter definierten Prüfbedingungen die Dampfphase der Probe durch die Prüf Flamme entzündet wird und sich die Flamme über die Oberfläche der Probe ausbreitet.
- **Zündtemperatur**

Die Zündtemperatur ist die niedrigste Temperatur (einer heißen Oberfläche), bestimmt nach vorgeschriebenem Verfahren, bei der sich ein entzündbares Gas/Luft- oder Dampf/Luft-Gemisch gerade noch entzündet.

- **Arbeitsplatzgrenzwert(39)**
Der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) ist der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bis zu welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind.
- **Biologischer Grenzwert(40)**
Der Biologische Grenzwert (BGW) ist der Grenzwert für die toxikologisch-arbeitsmedizinisch abgeleitete Konzentration eines Stoffes, seines Metaboliten (Umwandlungsprodukts) oder eines Beanspruchungsindikators im entsprechenden biologischen Material, bis zu dem im Allgemeinen die Gesundheit eines Beschäftigten nicht beeinträchtigt wird.

Kenngößen zur Beurteilung von Brand- und Explosionsgefahren werden in Abschnitt 8.2.11 genannt.

5 Gesundheitsgefahren

5.1 Aufnahme und Wirkungsweise

Lösemittel werden in erster Linie durch die Atemwege aufgenommen. Dementsprechend kann eine Schädigung des Atemtraktes auftreten.

Eine Reihe von Lösemitteln wird auch durch die Haut aufgenommen. Hinweise geben in Einzelfällen die TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“, TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder und fortpflanzungsgefährdender Stoffe“ sowie die EG-Verordnung 1272/2008. (39)(41)(1)

Die Wirkbreite der Lösemittel ist groß und die Wirkstärke abhängig von der einwirkenden Konzentration und der Zeit.

Organische Lösemittel zeichnen sich im Allgemeinen durch eine gute Fettlöslichkeit aus. Dementsprechend werden sie gut in Gehirn, Leber, Niere und Knochenmark gespeichert. Durch die damit möglichen hohen Konzentrationen in diesen Organen können schädigende Wirkungen hervorgerufen werden. Des Weiteren wirken sie auch auf die Haut durch Hautentfettung.

Über die Gesundheitsgefahren durch Einwirkung von Halogenkohlenwasserstoffen und Kaltreinigern informieren die entsprechenden Merkblätter. (79)(80)

Über das Gefahrstoffinformationssystem GESTIS sind Einstufungen und Bewertungen sowie weitere stoffspezifische Informationen verfügbar. (124)

5.2 Akute Einwirkung

In Abhängigkeit von der einwirkenden Konzentration sind 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. Eine Latenzzeit ist bei den akuten Lösemittelvergiftungen möglich.

Die Haut kann ebenfalls gereizt werden, wobei es von der Entfettung über die Rötung und Blasenbildung zur Entzündung kommen kann. Dadurch werden Infektionen begünstigt.

Besonderheiten:

Alkohole	Narkotische Wirkung; die narkotische Wirkung nimmt z. B. bei einwertigen Alkoholen mit steigender Kohlenstoffzahl zu.
Methanol	Erblindungsgefahr.

5.3 Chronische Einwirkung

Wirken die Lösemittel in geringen Konzentrationen über lange Zeit, so sind vor allem Haut, Leber, Nieren und das zentrale Nervensystem gefährdet, auch auf Blutbildveränderungen muss geachtet werden.

5.4 Krebserzeugende Wirkung

Von einzelnen Lösemitteln ist bekannt, dass sie beim Menschen (z. B. Benzol, K1¹ bzw. Carc. 1A) oder im Tierversuch (z. B. 2-Nitropropan, K2 bzw. Carc. 1B) bösartige Tumoren verursachen können.

5.5 Berufskrankheiten

Durch einzelne Lösemittel wie Benzol, Halogenkohlenwasserstoffe, Schwefelkohlenstoff ausgelöste Krankheiten sind meldepflichtige Berufskrankheiten nach der Berufskrankheiten-Verordnung. (48)

6 Gefährdungsbeurteilung

6.1 Allgemeine Anforderungen (26)

Gefährdungen können beispielsweise auftreten durch

- Gefahrstoffe (Toxizität, physikalisch-chemische Wirkung, insbesondere Brand- und Explosionsgefahren),
- technische Mängel (z. B. undichte Anlagenteile, ungeeignete Arbeitsmittel),
- organisatorische Mängel (z. B. fehlende Unterweisungen) oder
- mangelhafte Arbeitsplatzgestaltung (z. B. gebückte Haltung).

Bereits vorliegende Ergebnisse aus Anforderungen anderer Vorschriften (z. B. Störfall-Verordnung) können mit in die Gefährdungsbeurteilung einfließen. (54)

Die Gefährdungsbeurteilung

1 Im Zuge der Einführung des Global Harmonisierten Systems (GHS) mit der Verordnung (EG) 1272/2008 ändert sich auch die Bezeichnung der Gefahrenkategorie von K1 (nach Richtlinie 67/548/EWG) in Carc. 1A bzw. K2 in Carc. 1B (1)(2)

- ist vor Aufnahme der Tätigkeiten durchzuführen,
- 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 oder vom Betriebsarzt oder von der Betriebsärztin,
- ist zu dokumentieren und auf aktuellem Stand zu halten.

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

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

Allgemeine rechtliche Grundlagen für die Gefährdungsbeurteilung und die daraus resultierenden Schutzmaßnahmen sind:

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)(10)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), mit den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) (26)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), mit den Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), (18)
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), mit den Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) (13)
- Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG)(45)
- Mutterschutzgesetz (MuSchG) und Verordnung zum Schutz der Mütter am Arbeitsplatz (MuSchArbV)(46)(47)
- Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A1). (62)

Die Gefahrstoffverordnung fordert die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach folgenden Kriterien (28)

- **inhalative Gefährdung**
(siehe Abschnitt 6.2.3)
- **dermale Gefährdung**
(siehe Abschnitt 6.2.4)
- Gefährdung durch **physikalisch-chemische Eigenschaften**
(siehe Abschnitt 6.2.5)

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 Firmen kann die Möglichkeit einer gegenseitigen Gefährdung bestehen. Deshalb muss die Fremdfirmenkoordination ebenfalls Bestandteil der Gefährdungsbeurteilung sein.

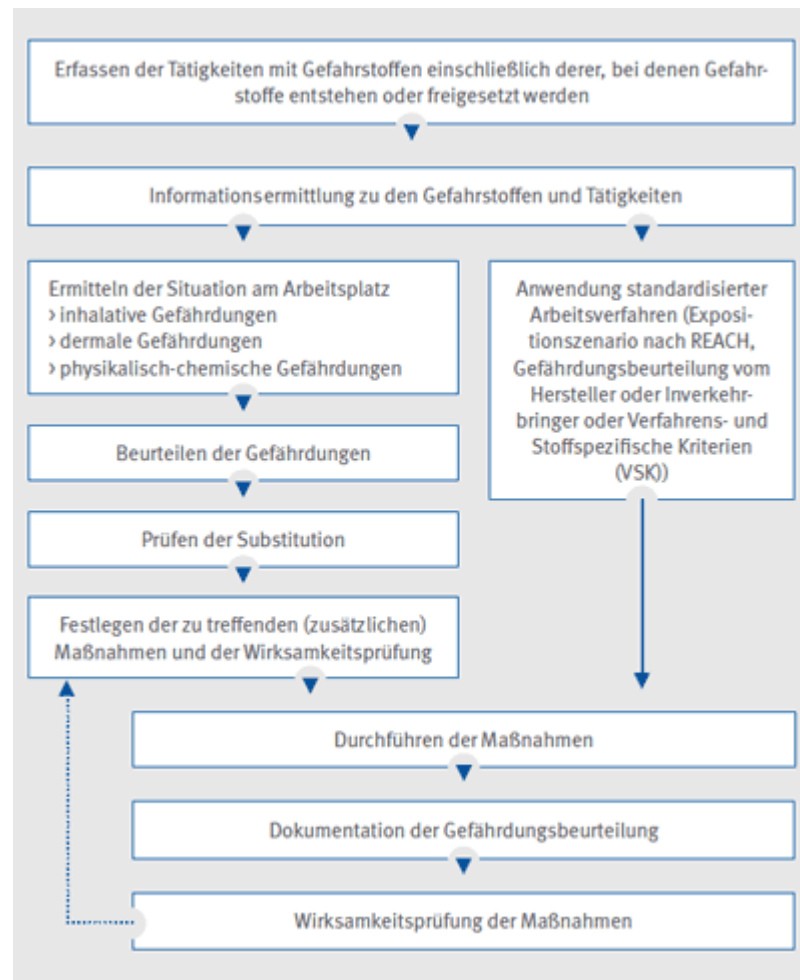
Liegt eine branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung, ein Expositionsszenario nach REACH-Verordnung oder eine mitgelieferte Gefährdungsbeurteilung vom Hersteller oder Inverkehrbringer vor, darf der Unternehmer/ die Unternehmerin diese bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen übernehmen. Voraussetzung ist allerdings, dass nach TRGS 400 Nummer 5.3 geprüft wird, ob die Tätigkeiten im Betrieb den gemachten Angaben und Festlegungen entsprechen. (4)(30)

Die Gefährdungsbeurteilung gliedert sich in folgende Schritte:

1. Stoffe, Gemische und sonstige Gefährdungsfaktoren erfassen,
2. Informationsermittlung nach festgelegten Kriterien,
3. Bewertung der Gefährdungen (inhalativ, dermal, physikalisch-chemisch),
4. Prüfung auf Substitutionsmöglichkeiten,
5. Festlegung und Durchführung notwendiger Schutzmaßnahmen,

6. Wirksamkeitskontrolle,
7. Dokumentation.

Abbildung 1: Ablauf einer Gefährdungsbeurteilung



Für weitere Informationen zur allgemeinen Gefährdungsbeurteilung wird auf die vorhandenen vielfältigen Hilfsmittel verwiesen, die die BG RCI ihren Mitgliedsbetrieben für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach Arbeitsschutzgesetz bietet:

- Die Merkblätter A 016 „Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel“ (BGI 570) und A 017 „Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog“ (BGI 571) sowie den Ordner „Gefährdungsbeurteilung – Arbeitshilfen“. (72)(73)
- Die dort enthaltenen Arbeitsblätter sind Teil des Programms GefDoklight im Kompendium Arbeitsschutz und stehen unter downloadcenter.bgrci.de zur Verfügung. Die Excel-Vorlagen können ohne spezielle Excel-Kenntnisse direkt am PC ausgefüllt werden. (119)
- Das Kompendium Arbeitsschutz mit dem Programm GefDok32 zur Gefährdungsbeurteilung am PC
- Arbeitshilfen aus dem Praxishilfe-Ordner „Arbeitsschutz mit System“ (Word- und Excel-Dateien) (93)
- Das Portal Gefahrstoffe unter www.gefahrstoffwissen.de(123)
- Die Schriftenreihe „Sicheres Arbeiten“, z. B. „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“ (BGI/GUV-I 850-0)(65)
- Das Portal www.sicheres-arbeiten-im-labor.de(121)

- Das Informationssystem sicheres-befahren.de zum Sicheren Befahren von Behältern (122)
- Das Fachwissen-Portal Prävention auf bgrci.de (Seiten ID: #04BU) (119)
- Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU), z. B. Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG) (101)

Darüber hinaus bieten unter anderem die folgenden Technischen Regeln für Gefahrstoffe und LASI-Veröffentlichungen weitere Hilfestellungen:

- TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (30)
- TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“ (31)
- TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“ (32)
- TRGS 420 „Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Gefährdungsbeurteilung“ (33)
- TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“ (34)
- TRGS 600 „Substitution“ (37)
- TRGS 800 „Brandschutzmaßnahmen“ (38)
- LV 45 „Leitlinien zur Gefahrstoffverordnung“ (132)

6.2 Informationsermittlung

6.2.1 Erfassung der verwendeten Stoffe und Gemische – Gefahrstoffverzeichnis

Zunächst muss die Unternehmerin/der Unternehmer feststellen, ob die Beschäftigten Tätigkeiten mit Lösemitteln durchführen oder ob solche Stoffe bei diesen Tätigkeiten oder bei Betriebsstörungen, Unfällen oder Notfällen entstehen oder freigesetzt werden und zu einer Gefährdung der Beschäftigten führen können.

Entsprechende Angaben für Lösemittel enthalten die aktuellen Sicherheitsdatenblätter, die spätestens bei der ersten Lieferung vom Hersteller/Lieferanten kostenlos zu übermitteln sind. Hinweise zum praktischen Umgang mit Sicherheitsdatenblättern stehen auf der Homepage der BAuA unter www.baua.de → Gefahrstoffe → Sicherheitsdatenblatt. (29)(128)

Oft ist es hilfreich, Informationen aus mehreren Sicherheitsdatenblättern zu vergleichen. Viele Firmen stellen auf ihrer Homepage Sicherheitsdatenblätter zum Download bereit. Das Informationssystem für Sicherheitsdatenblätter des IFA der DGUV und des Verbandes der chemischen Industrie (VCI), ISI, bietet ebenfalls eine Vielzahl an Sicherheitsdatenblättern unter www.dguv.de/ifa/isi an. Hier ist der Zugriff für Gastnutzer jedoch stark eingeschränkt. (131)

Neben Stoffinformationen, Einstufung und Kennzeichnung sind nach REACH auch Expositionsszenarien² Bestandteil der Sicherheitsdatenblätter.

Manche Lösemittel sind nicht als Gefahrstoff eingestuft, können aber trotzdem gefährliche Wirkungen, z. B. Hautgefährdungen, haben. Für diese Lösemittel muss zwar kein Sicherheitsdatenblatt übermittelt, die zur Gefährdungsbeurteilung notwendigen Informationen müssen aber auf Papier oder elektronisch zur Verfügung

2 Expositionsszenarium: Zusammenstellung von Bedingungen einschließlich der Verwendungsbedingungen und Risikomanagementmaßnahmen, mit denen dargestellt wird, wie der Stoff hergestellt oder während seines Lebenszyklus verwendet wird und wie der Hersteller oder Importeur die Exposition von Mensch und Umwelt beherrscht oder den nachgeschalteten Anwendern zu beherrschen empfiehlt. Diese Expositionsszenarien können ein spezifisches Verfahren oder eine spezifische Verwendung oder gegebenenfalls verschiedene Verfahren oder Verwendungen abdecken.

gestellt werden. Eigene Erfahrungen bei Tätigkeiten mit Lösemitteln sind bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen. (4)

Im Gefahrstoffinformationssystem GisChem der BG RCI sind für alle wesentlichen Lösemittel ausführliche Stoffdatenblätter zu finden. (120)

Darüber hinaus unterstützen die Berufsgenossenschaften und die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) ihre Mitgliedsbetriebe durch Beratungen und durch Veröffentlichungen, z. B. von Merkblättern, toxikologischen Bewertungen und den Internetangeboten GisChem der BG RCI, GISBAU der BG BAU und GESTIS der DGUV. (125)(120)(126)(124)

Alle Lösemittel mit gefährlichen Eigenschaften, wie auch alle anderen eingesetzten Gefahrstoffe, sind in einem Gefahrstoffverzeichnis aufzulisten. Ausgenommen sind Gefahrstoffe, die bei Tätigkeiten mit nur einer geringen Gefährdung verwendet werden. Das Verzeichnis ist auf aktuellem Stand zu halten und allen betroffenen Beschäftigten zugänglich zu machen. (26)(30)

Folgende Angaben müssen in diesem Verzeichnis enthalten sein:

- Bezeichnung der Gefahrstoffe
- Einstufung oder Angabe der gefährlichen Eigenschaften
- verwendete Mengen im Betrieb (Größenordnung)
- Arbeitsbereiche, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird

Die Sicherheitsdatenblätter müssen im Arbeitsbereich zur Verfügung stehen.

Zusätzlich empfiehlt die TRGS 400 in der Übergangszeit³, neben der bisherigen Einstufung, auch die Einstufung nach CLP-Verordnung (Gefahrenklasse, -kategorie und H-Sätze) im Gefahrstoffverzeichnis aufzunehmen. Gerade weil sich die Maßnahmen in der Übergangszeit auf die alte Einstufung beziehen, unter Umständen im Betrieb aber schon die neue Kennzeichnung verwendet wird, kann eine solche vergleichende Übersicht Klarheit über notwendige Schutzmaßnahmen oder Lagervorschriften bringen. (30)

Entsprechend der Empfehlung des Ausschusses für Gefahrstoffe enthält das in GisChem angebotene Gefahrstoffverzeichnis sowohl die alte Einstufung als auch die Angabe der GHS-Piktogramme und Gefahrenhinweise. Das Modul „Gefahrstoffverzeichnis“ bietet die Möglichkeit, ein eigenes Gefahrstoffverzeichnis zu erstellen und dabei Informationen aus der GisChem-Datenbank zu übernehmen. Die am Bildschirm erstellten Tabellen können dann als Word-Dokumente auf dem eigenen PC gespeichert werden. Dort sollte das Gefahrstoffverzeichnis mit betriebsspezifischen Angaben vervollständigt werden, wie z. B. Jahresbedarf oder Hersteller/Lieferant. Das Gefahrstoffverzeichnis kann auch online geführt werden; es wird dabei ein automatischer Aktualisierungsservice der Chemikalieneinstufung angeboten. (120)

Ein Beispiel für ein Gefahrstoffverzeichnis ist in Anhang 1 wiedergegeben.

6.2.2 Substitutionsprüfung

Bei Tätigkeiten mit Lösemitteln hat der Unternehmer/die Unternehmerin immer zu prüfen, ob durch Substitution oder Änderung des Herstellungs- oder Verwendungsverfahrens Gefährdungen der Beschäftigten vermieden oder zumindest vermindert werden können.

Informationen zum Vorgehen und Leitkriterien werden in der TRGS 600 „Substitution“ beschrieben. (37)

3 Um die Kennzeichnung von Gefahrstoffen international zu vereinheitlichen, wurde von der UN das Global Harmonisierte System (GHS) entwickelt. In der EU wurde dieses mit der Verordnung 1272/2008 (CLP-Verordnung) eingeführt. Seit 1. Dezember 2010 müssen bereits Reinstoffe beim Inverkehrbringen ausschließlich nach CLP-Verordnung gekennzeichnet werden. Für die Einstufung und Kennzeichnung von Gemischen existiert hierbei eine Übergangsfrist bis zum 1. Juni 2015.

Als Hilfe bei der Beurteilung, welcher Ersatzstoff infrage kommt, hat das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) ein Spaltenmodell entwickelt. Anhand nur weniger Informationen über die fraglichen Produkte können mithilfe dieser Tabelle die Ersatzstoffe beurteilt werden. [\(129\)](#)[\(130\)](#)

6.2.3 Inhalative Gefährdung

Die Gefährdung wird bestimmt durch

- die Einstufung des Lösemittels (reizend, gesundheitsschädlich,),
- die verwendete Menge,
- das Freisetzungsvermögen (Dampfdruck).

Lösemitteldämpfe oder -aerosole können über die Atemwege aufgenommen werden. Neben atemwegsreizenden und -ätzenden Eigenschaften besteht die Möglichkeit einer Sensibilisierung.

6.2.4 Dermale Gefährdung

Grundsätzlich besitzen Lösemittel eine entfettende Wirkung auf die Haut und können Hauterkrankungen hervorrufen. Einige Lösemittel können über die Haut aufgenommen werden.

Auch bei Lösemitteln, die nicht als Gefahrstoff eingestuft sind, ist zu ermitteln, ob gefährliche Eigenschaften vorhanden sind. Hierbei leistet die [TRGS 401](#) „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“ Hilfestellung. [\(31\)](#)

Detailliertere Informationen können dem Merkblatt [A 023](#) „Hand- und Hautschutz“ (BGI 540) entnommen werden. Zur Risikoermittlung kann [Anhang 2](#) des Merkblatts A 023 verwendet werden. Arbeitsmedizinische Vorsorge kann notwendig sein, siehe [Abschnitt 8.3.5](#). [\(74\)](#)

6.2.5 Physikalisch-chemische Wirkungen

Die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Lösemittel geben Hinweise auf besondere Gefahren für die Beschäftigten. Für die Gefährdungsbeurteilung ist deshalb die Kenntnis der physikalisch-chemischen Kenngrößen erforderlich. Relevante Kenndaten sind in den Sicherheitsdatenblättern aufgeführt.

Mit Hilfe der physikalisch-chemischen Eigenschaften von brennbaren Lösemitteln können Gefährdungen durch

- Brände
- gefährliche explosionsfähige Atmosphäre

bewertet werden.

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre kann beispielsweise durch mechanisch erzeugte Funken, heiße Oberflächen oder elektrostatische Aufladung (bei geringer elektrischer Leitfähigkeit) entzündet werden. Die Unternehmerin/der Unternehmer hat deshalb zu ermitteln, ob die eingesetzten Lösemittel aufgrund ihrer Eigenschaften und der Art und Weise, wie sie am Arbeitsplatz verwendet werden, zu Brand- und Explosionsgefahren führen können. Dabei sind die tatsächliche Raum- und Verarbeitungstemperatur zu berücksichtigen.

Zu Schutzmaßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren siehe [Abschnitte 8.2.12](#) und [8.2.13](#).

6.3 Festlegung notwendiger Schutzmaßnahmen

Für die Festlegung der Schutzmaßnahmen sind die Ergebnisse der in den Abschnitten 6.1 und 6.2 beschriebenen Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

In den §§ 7–9 nennt die Gefahrstoffverordnung Maßnahmen für das sichere Arbeiten mit Gefahrstoffen und beschreibt gefährdungsbezogene technische, organisatorische, kollektive, hygienische, persönliche und verhaltensbezogene Schutzmaßnahmen, die grundsätzlich geeignet sind, die ermittelten Gefährdungen zu verhindern oder auf ein dem Risiko entsprechendes Mindestmaß zu verringern. (26)(34)

Grundpflichten:

Grundmaßnahmen des Arbeitsschutzes wie

- Substitution,
- Minimierungsgebot,
- Anwendung geeigneter Verfahren nach dem Stand der Technik,
- kollektive und technische Schutzmaßnahmen an der Gefahrenquelle,
- Überprüfung der Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes (AGW),
- Tragepflicht für persönliche Schutzausrüstungen bei Gefährdung.

Allgemeine Schutzmaßnahmen:

Organisatorische Maßnahmen wie

- geeignete Gestaltung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsorganisation,
- Begrenzung der Anzahl der Exponierten und der Mengen am Arbeitsplatz,
- Minimierung der Expositionsdauer und -höhe,
- Kennzeichnung 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,
- Sicherung von Alleinarbeit durch technische Schutzmaßnahmen oder Aufsicht.

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, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Gefahrstoffen (§ 10 (41)(78))
- Brand- und Explosionsschutz (§ 11 und Anhang I Nr. 1 GefStoffV),
- physikalisch-chemische Gefahren (§ 11) und
- Stäube (Anhang I Nr. 2 GefStoffV).

6.4 Dokumentation und Wirksamkeitskontrolle (26)(30)

Die Gefährdungsbeurteilung ist vor Aufnahme der Tätigkeiten zu dokumentieren und bei maßgeblichen Veränderungen oder neuen Erkenntnissen zu aktualisieren.

Sie umfasst

- die Art der Gefährdungen,
- die festgelegten Schutzmaßnahmen und
- die Wirksamkeitskontrolle.

Die Gefährdungsbeurteilung ist der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzuweisen.

Hinweise auf Arbeitshilfen für die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung siehe Abschnitt 6.1.

Die Wirksamkeit der zu treffenden oder bereits getroffenen Schutzmaßnahmen muss überprüft werden. Dazu gehören z. B.

- die Überprüfung der Einhaltung der Grenzwerte (Arbeitsplatzgrenzwerte, AGW, und Biologische Grenzwerte, BGW), z. B. durch Messungen (siehe Abschnitt 7), (39)(40)
- die regelmäßige Überprüfung von Funktion und Wirksamkeit technischer Schutzmaßnahmen spätestens alle drei Jahre, (26)
- die Überprüfung der Einhaltung organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen.

Je nach Gefährdung der Beschäftigten sollten die Wirksamkeitskontrollen auch Biomonitoring, individuelle arbeitsmedizinische toxikologische Beratung und Vorsorge beinhalten. Die Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Vorsorge sind in die Wirksamkeitskontrollen einzubeziehen.

7 Überwachung der Exposition

Abhängig von der Gefährdung ist zu ermitteln, ob der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) und der Biologische Grenzwert (BGW) eingehalten werden, sowie, dass die zulässige Spitzenkonzentration nicht überschritten wird. Die Gesamtwirkung verschiedener gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz ist zu beurteilen.

Die aktuellen Grenzwerte können der TRGS 900, der TRGS 903 bzw. dem Sicherheitsdatenblatt entnommen werden. (39)(40)

Das Ausmaß der Exposition durch Lösemittel am Arbeitsplatz kann z. B. festgestellt werden anhand von

- Konzentrationsmessungen gemäß TRGS 402(32)
- Erfahrungen mit vergleichbaren Anlagen und Tätigkeiten
- Zuverlässigen Berechnungen von hinreichender Plausibilität
- Auswertung des Biomonitorings/Einhaltung des Biologischen Grenzwertes

Werden die Tätigkeiten nach einem verfahrens- und stoffspezifischen Kriterium durchgeführt (VSK, TRGS 420), kann die Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes unterstellt werden. (33)

Bei Stoffen ohne Arbeitsplatzgrenzwert hat die Unternehmerin/der Unternehmer regelmäßig die Wirksamkeit der ergriffenen technischen Schutzmaßnahmen durch geeignete Ermittlungsmethoden zu überprüfen, zu denen auch Arbeitsplatzmessungen gehören können.

Die Ergebnisse der Wirksamkeitskontrolle sind zu dokumentieren.

7.1 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“. (117)

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) gibt eine Dokumentation unter dem Titel „Empfohlene Analysenverfahren für Arbeitsplatzmessungen“ heraus. (118)

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. (116)

In der BGI-Reihe 505-X „Von den Berufsgenossenschaften anerkannte Analysenverfahren zur Feststellung der Konzentrationen krebserzeugender Arbeitsstoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“ veröffentlicht die Projektgruppe Analytik im Sachgebiet Gefahrstoffe des Fachbereichs Rohstoffe und chemische Industrie auch Analysenverfahren für bestimmte krebserzeugende Lösemittel, z. B. für Benzol, 2-Nitropropan, Dichlorethan. (99)

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

Personenbezogene/ortsfeste Probenahme

Zur Ermittlung der Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) nach TRGS 402 ist in der Regel eine aktive Probenahme mit Probenahmepumpen anerkannt. Personenbezogene Messungen sind ortsfesten Messungen nach Möglichkeit 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 gemessene Konzentration 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 Labor. (32)

Direktanzeigende Messgeräte

Zur Erfassung von Expositionsspitzen und zur Ermittlung des zeitlichen Verlaufs der Luftkonzentrationen sind 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.

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.

Die Entscheidung über die Eignung des Prüfröhrchen-Messverfahrens liegt bei der Anwenderin/beim Anwender.

7.2 Anforderungen an die Durchführung von Messungen

Planung, organisatorische Durchführung und Auswertung von Konzentrationsmessungen in der Luft von Arbeitsbereichen sind in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 402 beschrieben. (32)

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

Messungen zur Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes nach TRGS 402 werden in der Regel von anerkannten Messstellen durchgeführt. Wenn eine für Messungen von Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen akkreditierte Messstelle beauftragt wird, kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass die von dieser Messstelle gewonnenen Erkenntnisse zutreffend sind. Akkreditierte Messstellen können über die Homepage der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) gesucht werden. Eine Liste steht auf den Internetseiten des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) zum Download bereit: www.dguv.de, Webcode: d4706 oder beim Bundesverband der Messstellen für Umwelt- und Arbeitsschutz e.V. unter www.bua-verband.de/gefahrstoffmessstellen.html. (133)(129)(134)

7.3 Alternative Bewertungsverfahren (32)

Erfahrungen mit vergleichbaren Anlagen und Tätigkeiten können zur Abschätzung der Konzentration von Dämpfen reizender oder ätzender Stoffe am Arbeitsplatz herangezogen werden, z. B. 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 mit den reizenden/ätzenden Stoffen 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.

8 Schutzmaßnahmen (26)(34)

8.1 Allgemeines

Sind die Gefährdungen für Tätigkeiten mit Lösemitteln ermittelt und beurteilt worden, erfolgt die Festlegung der Schutzmaßnahmen. Dazu gehören insbesondere die in den §§ 7–12 der Gefahrstoffverordnung beschriebenen Maßnahmen (siehe Abschnitt 6.3).

Da Lösemittel durch Einatmen der Dämpfe und durch Hautkontakt aufgenommen werden, muss zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren der Arbeitsplatzgrenzwert eingehalten und der Hautkontakt vermieden werden.

Lassen sich durch technische und organisatorische Maßnahmen nicht alle Gefährdungen vermeiden, sind wirksame persönliche Schutzausrüstungen (PSA) bereitzustellen und zu benutzen. Die PSA sind in ordnungsgemäßem Zustand zu halten (siehe Abschnitt 8.4).

8.2 Technische Schutzmaßnahmen

8.2.1 Anlagen, Verfahren

Die technischen Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit von der möglichen Gefährdung durch die verwendeten Lösemittel auszuwählen.

Es gilt folgende Rangfolge:

- Geschlossene Apparaturen (z. B. bei Tätigkeiten mit hoher Gefährdung),
- Absaugung an Entstehungs- oder Austrittsstellen,
- Belüftung (raumluftechnische Maßnahme).

Anlagen und Arbeitsverfahren sind so zu gestalten, dass lösemittelhaltige Dämpfe nicht (siehe Arbeitsplatzgrenzwert, Abschnitt 7) freigesetzt werden. Ist das technisch nicht möglich, so sind die Dämpfe an der Austritts- oder Entstehungsstelle vollständig zu erfassen („abzusaugen“) und anschließend ohne Gefahr für Mensch und Umwelt zu entsorgen.

Arbeiten mit giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsschädigenden Lösemitteln wie z. B. Methanol, Benzol, 2-Nitropropan, Ethylenglykoldiethylether sind in geschlossenen Apparaturen durchzuführen.

Beim Umgang mit anderen Lösemitteln, z. B. Tetrahydrofuran und Essigester, genügt in der Regel als technische Schutzmaßnahme eine ausreichend dimensionierte Absaugung an der Entstehungs- oder Austrittsstelle. Für ausreichende Zuluft muss gesorgt werden, um das abgesaugte Luftvolumen zu ersetzen, damit die benötigte Leistungsfähigkeit der Absaugeinrichtung gewährleistet ist. Gegebenenfalls ist zusätzlich für eine angemessene Be- und Entlüftung zu sorgen.

Entscheidend ist immer die Wirksamkeit der Erfassungseinrichtung: Bei der Gestaltung der Absaugung ist zu berücksichtigen, dass Lösemitteldämpfe zwar immer schwerer als Luft sind, es aber darüber hinaus noch thermische oder strömungstechnische Einflüsse (Verwirbelung) geben kann, z. B. ein Aufsteigen der Lösemitteldämpfe durch Prozesswärme. Deshalb ist auf die richtige Positionierung der Erfassungseinrichtung zu achten.

Beispiele dafür sind unter anderem im Merkblatt M 054 „Styrol, Polyesterharze und andere styrolhaltige Gemische“ (BGI 613) aufgeführt. (82)

Emissionen, die sich bereits in der Raumluft ausgebreitet haben, lassen sich nur schwer und nur mit hohem lufttechnischen Aufwand aus der Atemluft entfernen. Durch die Verhinderung der Ausbreitung von Emissionen in die Raumluft lassen sich sowohl Investitionskosten als auch erhebliche Betriebskosten einsparen.

Arbeitsverfahren sind so zu gestalten, dass Beschäftigte nicht mit Lösemitteln und deren Gemischen in Hautkontakt kommen. Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die es ermöglichen, bei Haut- und Augenkontakt die benetzten Stellen sofort mit reichlich fließendem Wasser zu spülen. Vorzugsweise sind mit Wasser mit Trinkwasserqualität gespeiste Augenduschen vorzusehen. Augenspülflaschen sind als Notbehelf anzusehen und daher nur in Ausnahmefällen zu verwenden.

Notduschen sind dort vorzusehen, wo die Gefahr großflächiger Körperbenetzung und/oder Brandgefahr besteht, z. B. an Abfüllstellen in Tanklagern. Notduschen sind regelmäßig, mindestens monatlich auf ihre Funktion zu prüfen. Augenspüleinrichtungen sind häufiger (wöchentlich) gründlich zu spülen, um die Gefahr einer Verkeimung zu mindern. (65)

Sofern Anlagen, in denen Lösemittel hergestellt bzw. verwendet werden, unter den Anwendungsbereich einer oder mehrerer EG-Richtlinien, z. B. der Maschinenrichtlinie, Druckgeräterichtlinie, Explosionsschutzrichtlinie fallen, haben sie den dort aufgeführten Anforderungen zu genügen. Dies ist bei Konstruktion nach harmonisierten europäischen Normen gegeben und wird durch die CE-Kennzeichnung und die Konformitätsbescheinigung bestätigt. (7)(8)(9)

Die Betriebsanleitungen der Anlagenhersteller sind zu beachten.

8.2.2 Laboratorien (65)

Arbeiten, bei denen Dämpfe von Lösemitteln in gefährlicher Konzentration oder Menge (siehe Abschnitt 7) auftreten können, dürfen grundsätzlich nur in Abzügen durchgeführt werden. Die Frontschieber sind bei solchen Arbeiten geschlossen zu halten.

Außerhalb der Abzüge dürfen solche Arbeiten nur durchgeführt werden, wenn durch geeignete Maßnahmen oder die Art der Arbeit sichergestellt ist, dass Beschäftigte nicht gefährdet werden. Das ist z. B. möglich durch Verwenden von

- geschlossenen Apparaturen,
- wirksamen Objektabsaugungen.

Arbeiten mit krebserzeugenden Lösemitteln müssen grundsätzlich in geeigneten Abzügen und möglichst in geschlossenen Apparaturen durchgeführt werden.

Mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsschädigenden (CMR) Lösemitteln verunreinigte Apparaturen müssen durch Fachkundige vorgereinigt werden. Damit soll eine Gefährdung des Reinigungspersonals durch diese Stoffe ausgeschlossen werden.

Laboratorien oder Bereiche, in denen mit CMR-Lösemitteln in größeren Mengen umgegangen wird (z. B. in Syntheselaboratorien), müssen gegenüber anderen Laboratorien oder Bereichen von Laboratorien abgegrenzt und besonders kenntlich gemacht werden. Die Abgrenzung kann z. B. ein Klebestreifen auf dem Fußboden, ein Flatterband oder in Sonderfällen eine Schleuse sein.

Treten Lösemittel oder Lösemitteldämpfe unerwartet und in möglicherweise gefährlicher Konzentration oder Menge aus, so ist der gefährdete Bereich zu räumen und Beschäftigte in Nachbarbereichen sind zu warnen. Die Beseitigung des gefährlichen Zustandes darf nur unter geeigneten Schutzmaßnahmen erfolgen. Die Schutzmaßnahmen sind in der Betriebsanweisung festzulegen (siehe Abschnitt 8.3.1).

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.

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 sind zudem vor Licht – insbesondere UV-Strahlung – geschützt aufbewahrt werden.

Weitere Einzelheiten enthält „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“ (BGI/GUV-I 850-0). Wesentliche Anforderungen daraus wurden in GisChem hinterlegt und werden bei den dort erstellbaren Betriebsanweisungen berücksichtigt. (65)(120)

8.2.3 Arbeits- und Lagerräume

Räume, in denen mit Lösemitteln umgegangen wird, müssen gut gelüftet sein. Folgende Bedingungen sind einzuhalten:

- die Arbeitsplatzgrenzwerte dürfen nicht überschritten werden, (26)(39)(40)
- das Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre muss verhindert werden (63) und
- Zugluft darf nicht auftreten (Luftgeschwindigkeit am Arbeitsplatz < 0,15 m/s). (17)

Reicht natürliche Lüftung nicht aus, so ist eine technische Lüftung erforderlich (abgesaugte Luft muss durch entsprechend konditionierte Luft ersetzt werden!). Hinweise sind in der Arbeitsstätten-Richtlinie ASR A3.6 „Lüftung“ und in der BG-Regel „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ (BGR 121) zu finden. (17)(95)

Luftetrtritts- und -austrittsöffnungen sind so zu wählen und anzuordnen, dass eine gleichbleibende Luftführung im Arbeitsbereich erreicht wird; folgende Grundregeln sind zu beachten:

- Dämpfe von nicht erwärmten Lösemitteln sind im Allgemeinen schwerer als Luft,
- Dämpfe von erwärmten Lösemitteln können leichter sein als Luft.

Abluftführungen sind so zu gestalten, dass lösemittelhaltige Luft nicht durch den Atembereich der Beschäftigten geführt wird.

Für Notsituationen muss das schnelle und sichere Verlassen der Räume durch Anzahl, Lage, Bauart und Zustand von Rettungswegen und Ausgängen gewährleistet sein. (16)

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

Auch in Arbeits- und Lagerräumen muss auf Explosionsgefahren geachtet werden.

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 giftigen oder sehr giftigen Stoffen oder CMR-Stoffen (Kategorie 1 oder 2 (nach 67/548/EWG) bzw. 1A oder 1B (nach Verordnung (EG) 1272/2008)) durchgeführt werden oder diese Stoffe gelagert werden, dürfen nur fachkundige und zuverlässige Personen Zugang haben. (26)(62)

Zur Kennzeichnung von Arbeits- und Lagerräumen siehe Abschnitt 8.3.5.

Bei der baulichen Ausführung und bei der Ausrüstung von Arbeits- und Lagerräumen sind die Verordnung über Arbeitsstätten, die jeweiligen Länderbauordnungen sowie das Wasserhaushaltsgesetz mit den zugehörigen

Länderverordnungen, die TRGS 510 und die Auflagen der zuständigen Wasserbehörde zu berücksichtigen. (13)(58)(60)(35)

8.2.4 Aufbewahren, Lagern, Transport

Lösemittel sind unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften, insbesondere der Betriebssicherheitsverordnung und der TRGS 510 so aufzubewahren und zu lagern, dass Menschen und Umwelt nicht gefährdet werden. Dabei sind auch Vorkehrungen zu treffen, um Missbrauch oder Fehlgebrauch nach Möglichkeit zu verhindern. Alle gelagerten Gefahrstoffe müssen gekennzeichnet sein. (18)(35)

An Arbeitsplätzen dürfen Lösemittel nur in Mengen vorhanden sein, die für den Fortgang der Arbeiten erforderlich sind!

In Arbeitsräumen dürfen Lösemittel nur gelagert werden, wenn die Lagerung mit dem Schutz der Beschäftigten vereinbar ist und in besonderen Einrichtungen erfolgt, die dem Stand der Technik entsprechen (z. B. Lagerung in Sicherheitsschränken). (26)

Ortsbewegliche volle und entleerte Behälter sollen konzentriert an bestimmten Plätzen und nicht verstreut im Betrieb gelagert werden. Lagerplätze sind nach ASR A1.3 zu kennzeichnen (siehe Abschnitt 8.3.5), Sicherheitshinweise sind anzubringen (z. B. durch Aushang der Betriebsanweisung) und die erforderlichen Schutzausrüstungen sind bereitzustellen. (14)

Die Behälter sind stets geschlossen zu halten. Die Verpackungen und Behälter müssen so beschaffen und geeignet sein, dass vom Inhalt nichts ungewollt nach außen gelangen kann. Offene Gefäße dürfen (auch innerbetrieblich) nicht transportiert und gelagert werden.

Lagerbehälter müssen in eine 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 des Auffangraums sind in den wasserrechtlichen Bestimmungen geregelt. Die Auffangeinrichtung bzw. der Auffangraum muss mindestens den Rauminhalt des größten Behälters fassen können oder (35)(60)

- bis 100 m³: 10 % des Rauminhalts,
- von 100 m³ bis 1000 m³: 3 % des Rauminhalts, mindestens jedoch 10 m³,
- über 1000 m³: 2 % des Rauminhalts, mindestens jedoch 30 m³.

Kann eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre nicht ausgeschlossen werden, müssen die Auffangeinrichtungen elektrostatisch ableitfähig sein.

Lösemittel sind vor Licht- und Wärmeeinwirkung und Zündquellen geschützt aufzubewahren. Die Behältermaterialien müssen gegenüber den Lösemitteln beständig sein (siehe Abschnitt 8.2.8).

Behälter, durch deren Form oder Kennzeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann, dürfen nicht zur Aufbewahrung und Lagerung verwendet werden. (26)

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. (35)

	H224 Extrem entzündbar/ R12 hochentzündlich	H225 Leicht entzündbar/ R11 leichtentzündlich	H226 Entzündbar/ R10 entzündlich	Brennbare Flüssigkeiten ohne Kennzeichnung und Flamm-
--	--	--	-------------------------------------	---

				punkt $\leq 370^\circ$ C	
1	Kleinmengen: Erleichterungen bei der Lagerung außerhalb von Lagern unter Berücksichtigung der allgemeinen Schutzmaßnahmen zulässig	≤ 10 kg	≤ 20 kg ¹	≤ 100 kg	≤ 1000 kg
1.1	zerbrechliche Behälter (außerhalb Lager)	$\leq 2,5$ l/pro Behälter			
1.2	nicht zerbrechliche Behälter (außerhalb Lager)	≤ 10 l/pro Behälter			
2	Zusätzliche und besondere Schutzmaßnahmen nach <u>TRGS 510</u>				
2.1	Maßnahmen (siehe nächste Zeile) als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung	≤ 200 kg		≤ 1000 kg	
2.2	Maßnahmen nach Nr. 5 und Nr. 12 der <u>TRGS 510</u> ²	> 200 kg		> 1000 kg	
2.3	Weitere Anforderungen an den Brandschutz und an Flucht- und Rettungswege ³	> 200 kg		> 1000 kg	
3	Keller von Wohnhäusern (Gesamtkeller) in nicht zerbrechlichen Behältern	≤ 10 kg		≤ 20 kg	
4	Verkaufs- und Vorratsräume des Einzelhandels ⁴ mit einer Grundfläche				

- 1 Insgesamt dürfen maximal 20 kg mit H224/R12 und H225/R11 gekennzeichneten Stoffen zusammengelagert werden, davon maximal 10 kg mit H225/R11
- 2 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 unter 200°C oder R12 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,
- 3 U. a.:
- Bedachungen lange widerstandsfähig gegen Brandbeanspruchung von außen; geeigneter Blitzschutz, Feuerwehru- und -umfahrten sowie Aufstellflächen
 - ausreichende und geeignete Feuerlöscheinrichtungen sowie Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen
 - Ausgang in höchstens 35 m Entfernung; jeder Lagerraum $> 200\text{ m}^2$ muss mindestens zwei, möglichst gegenüber liegende Ausgänge besitzen.
- 4 Die Lagermenge darf erhöht werden, wenn die Vorrats- und Verkaufsräume in Brandabschnitte unterteilt sind und eine automatisch wirksame Feuerlöscheinrichtung vorhanden ist oder die Lagerung in Sicherheitsschränken erfolgt.

4.1	bis 200 m ²	zerbrechliche Behälter sonstige Behälter ⁵	≤ 10 kg ≤ 60 kg	≤ 20 kg ≤ 120 kg
4.2	200 m ² bis 500 m ²	zerbrechliche Behälter sonstige Behälter ⁵	≤ 20 kg ≤ 200 kg	≤ 40 kg ≤ 400 kg
4.3	über 500 m ²	zerbrechliche Behälter sonstige Behälter ⁵	≤ 30 kg ≤ 300 kg	≤ 60 kg ≤ 600 kg

Bei der Zusammenlagerung mit anderen Gefahrstoffen können Zusammenlagerungsverbote bestehen. Diese regelt die TRGS 510. Lageranlagen mit einem Gesamtrauminhalt von mehr als 10 000 l hochentzündlicher oder leichtentzündlicher Lösemittel bedürfen der Erlaubnis nach § 13 Abs. 1 der Betriebssicherheitsverordnung. (35)(18)

Darüber hinaus sind eventuell Maßnahmen nach Störfall-Verordnung zu treffen, siehe dazu 8.3.1. (54)

Beispiele für Schutzmaßnahmen beim Umgang mit brennbaren Lösemitteln enthält Abschnitt 2.1 der Beispielsammlung zu den „Explosionsschutz-Regeln“ (BGR 104). (63)

Ausführliche Hinweise zur Lagerung von Gefahrstoffen enthalten die Merkblätter M 062 und M 063 zur sicheren Lagerung gefährlicher Stoffe. (84)(85)

Zur Kennzeichnung von Behältern und Rohrleitungen siehe Abschnitt 8.3.5.

Den Transport von Lösemitteln auf öffentlichen Verkehrswegen regeln eine Reihe nationaler und internationaler verkehrsrechtlicher Vorschriften. Einzelheiten enthalten die Merkblätter A 002 „Gefahrgutbeauftragte“ (BGI 824), A 013 „Beförderung gefährlicher Güter“ (BGI 671) und A 014 „Gefahrgutbeförderung im PKW“ (BGI 744). (51)(66)(70)(71)

8.2.5 Umfüllen, Probenahme

Lösemittel sind so umzufüllen, dass eine Gefährdung durch austretende gefährliche Stoffe und Dämpfe vorrangig durch technische Maßnahmen vermieden wird. Beim Umfüllen brennbarer Lösemittel sind z. B. ausreichende Maßnahmen nach den Abschnitten 8.2.12 und 8.2.13 zum Schutz gegen Brände und Explosionen erforderlich. Bei allen Lösemitteln sind Maßnahmen erforderlich, um eine Gesundheitsgefährdung durch Hautkontakt oder zu hohe Konzentrationen in der Atemluft (siehe Abschnitt 4) zu vermeiden.

Eine Gefährdung beim Umpumpen größerer Mengen wird z. B. durch Umpumpen des Lösemittels im geschlossenen System unter Anwendung des Gaspindelverfahrens oder Einbindung in ein Abgassystem

- 5 Sonstige Behälter bestehen nach TRGS 510 entweder aus metallischen Werkstoffen, Kunststoffen oder anderen Werkstoffen, die nach den gefahrgutrechtlichen Vorschriften bauartgeprüft, zugelassen und gekennzeichnet oder nach den gefahrgutrechtlichen Kleinmengenregelungen zulässig sind.
- 5 Sonstige Behälter bestehen nach TRGS 510 entweder aus metallischen Werkstoffen, Kunststoffen oder anderen Werkstoffen, die nach den gefahrgutrechtlichen Vorschriften bauartgeprüft, zugelassen und gekennzeichnet oder nach den gefahrgutrechtlichen Kleinmengenregelungen zulässig sind.
- 5 Sonstige Behälter bestehen nach TRGS 510 entweder aus metallischen Werkstoffen, Kunststoffen oder anderen Werkstoffen, die nach den gefahrgutrechtlichen Vorschriften bauartgeprüft, zugelassen und gekennzeichnet oder nach den gefahrgutrechtlichen Kleinmengenregelungen zulässig sind.

vermieden. Gebräuchlich ist bei offenen Systemen auch die Verwendung eines Aktivkohlefilters an der Gasaustrittsöffnung.

Stand der Technik sind heute auch Flüssigkeits-Wiegesysteme, die im geschlossenen oder im offenen System arbeiten (Abb. 2 und 3).

Abbildung 2: Flüssigkeitsvorlagenbehälter zur Verriegelung



Abbildung 3: Flüssigkeitswiegesystem mit Entlüftung



Abbildung 4: Umfüllen von Flüssigkeiten



Abbildung 5: Potentialausgleich



Zu einer Verringerung des Risikos sind grundsätzlich folgende Maßnahmen umzusetzen:

- Erden aller leitfähigen Teile: Fass oder Tank, Rohrleitungen, Pumpen, Trichter, Tauchrohr usw., siehe dazu auch [Abschnitt 8.2.11](#).
- Nichtleitfähige Behälter dürfen nur unter den in der [TRBS 2153](#) bzw. im Merkblatt [T 033](#) „Statische Elektrizität“ (BGI 5127) genannten Voraussetzungen verwendet werden: [\(25\)](#)[\(90\)](#)
 - In Behälter aus elektrostatisch nicht ableitfähigen Stoffen, beispielsweise Kunststoffbehälter, dürfen grundsätzlich keine brennbaren Flüssigkeiten eingefüllt werden. Hiervon ausgenommen sind Kunststoffbehälter mit einem Nennvolumen bis 5 l, weil das eingeschlossene Volumen vertretbar klein ist.
 - Beim Umfüllen elektrostatisch nicht ableitfähiger Flüssigkeiten sollen jeweils Geräte und Behälter kombiniert werden, die entweder nur elektrostatisch ableitfähig oder nur nichtleitfähig sind.
 - Vermeiden einer Mischbauweise aus leitfähigen und nichtleitfähigen Materialien bei ortsfesten Anlagen.
- Abdecken von Behälteröffnungen bis auf ausreichende Be- und Entlüftungsöffnungen.

- Nur mit explosionsgeschützter Pumpe und leitfähiger Schlauchverbindung umfüllen. (71)
- 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).

Abbildung 6: Umfüllen mit explosionsgeschützter Pumpe



- Versprühen der Lösemittel unbedingt vermeiden, z. B. durch bis zum Boden geführte Tauchrohre (Unterspiegelfüllung) oder geringe Füllgeschwindigkeit.
- Umfüllen bei möglichst tiefen Temperaturen.
- Verwenden von Objektabsaugungen.
- Verwenden geeigneter Vorrichtungen zur Entnahme von Lösemitteln aus Fässern, um Verspritzen oder Verschütten zu vermeiden, z. B. Heber, Dosierhähne, Kippvorrichtungen.
- Auf keinen Fall dürfen Lösemittel in Behälter ab- oder umgefüllt werden, die für Lebensmittel benutzt werden (Getränkeflaschen, Trink- und Joghurtbecher usw.) oder mit diesen zu verwechseln sind.
- Ableitfähige Schuhe tragen; die Sohlen der Schuhe müssen sauber sein.
- Ableitfähigen Fußboden sauber halten, keinesfalls mit nichtleitfähigem Material (Folien, Spanplatten, Anstriche usw.) abdecken.

Beispiele für sicheres Umfüllen von Flüssigkeiten sind in den Merkblättern T 025 „Umfüllen von Flüssigkeiten“ (BGI 623) und T 015 „Eisenbahnkesselwagen für Flüssigkeiten – Befüllen und Entleeren“ (BGI 592) zusammengestellt. (88)(87)

Zur Kennzeichnung von Entnahmestellen an Behältern siehe Abschnitt 8.3.5.

Bei der Probenahme ist darauf zu achten, dass eine Gefährdung durch Lösemittel vermieden wird. Geeignete technische Einrichtungen sind z. B. Schleusen, geschlossene Probenahmegefäße, Probenahmeventile ohne Toträume und ohne Nachlauf. Eine offene Probenahme ist nach dem heutigen Stand der Sicherheitstechnik 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.

Hinweise zur Probenahme enthält das Merkblatt T 026 „Probenahme – Flüssigkeiten“ (BGI 640).

Abbildung 7: Geschlossene Probenahme



(89)

Abbildung 8: Offene Probenahme



8.2.6 Aufarbeitung nitrocellulosehaltiger Lackreste und Lösungen

Bei der destillativen Aufarbeitung von nitrocellulosehaltigen Lackresten oder Lösungen besteht generell die Gefahr, dass es zu einer mehr oder minder heftigen Zersetzung der Nitrocellulose unter Ausstoß von Gasen kommt, die sich entzünden können; **Gefahr von Gasexplosionen unter Mitbeteiligung von Lösemitteldämpfen!**

Bei der Aufarbeitung von Lackresten, deren Zusammensetzung nicht genau bekannt ist, muss damit gerechnet werden, dass die Lösungen artfremde Stoffe, z. B. Peroxide, Amine oder ähnliche Stoffe enthalten, die eine Zersetzung der Nitrocellulose initiieren können. In solchen Fällen ist von einer Aufarbeitung dringend abzuraten.

Wenn möglich, sollte bei der destillativen Aufarbeitung nitrocellulosehaltiger Lackreste in einem vorgeschalteten Arbeitsgang die Nitrocellulose durch Ausrühren mit Wasser zumindest weitgehend abgeschieden werden. Erst danach soll das Gemisch destilliert werden.

Bei der destillativen Aufarbeitung darf auf keinen Fall bis zur Trockene eingeeengt werden. Temperaturen über 100 °C sind zu vermeiden. Das Verdampfergefäß (Blase) muss mit einem Rührwerk versehen sein, das den Inhalt zuverlässig durchmischt und örtliche Überhitzungen verhindert. Die Rührflügel dürfen nicht an der Wandung schleifen.

Die Verwendung von Abschabern aus Edelstahl, Messing oder leitfähigen Kunststoffen verhindert Krustenbildung und damit örtliche Überhitzung an den Wärmeaustauscherflächen.

Die Viskosität des Blaseninhaltes ist zu überwachen. Das kann z. B. erfolgen durch Messung der elektrischen Leistung oder des Drehmomentes des Rührwerkes.

Es wird empfohlen, Grenztemperatur und -viskosität für den Einzelfall mit Herstellern von Nitrocellulose festzulegen, sofern keine eigenen Erfahrungen vorliegen. Bei Erreichen der vorgegebenen Werte von Temperatur und Viskosität des Blaseninhaltes ist die Wärmezufuhr zu unterbrechen.

Um Störungen rechtzeitig zu erkennen, soll der Destillationsprozess ständig von einem abgeschirmten Bedienstand aus überwacht werden. Bei Unregelmäßigkeiten, z. B. Überschreiten der Grenztemperatur oder Rührwerksstillstand, sind die Wärmezufuhr sofort zu unterbrechen, der Blaseninhalt zu kühlen oder abzulassen oder die Blase mit Wasser zu fluten. Sofern das Rührwerk betriebsbereit ist, muss es dabei weiterlaufen.

Nach dem Destillationsprozess sind Blase und Rührwerk sorgfältig zu reinigen. Anhaftende Inkrustierungen können beim nächsten Arbeitsgang Zersetzungen initiieren.

Es wird empfohlen, die Blase mit einer Berstscheibe ausreichenden Durchmessers und einer anschließenden Rohrleitung ins Freie abzusichern, sodass austretende Gase nicht im Gebäude zu Raumexplosionen führen können. Weitere Möglichkeiten, die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß zu beschränken, sind in [TRBS 2152 Teil 4](#) „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken“ beschrieben. (24)

8.2.7 Reinigung

Anlagenteile, Apparaturen und Einrichtungen, in denen mit Lösemitteln umgegangen 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. Die Umgebung der Anlagenteile und Apparaturen muss ebenfalls leicht und gefahrlos zu reinigen sein.

Verschüttete und ausgelaufene Lösemittel sind unverzüglich gefahrlos zu beseitigen. Die Ausbreitung von Lösemitteln ist zu verhindern. Verschüttete und ausgelaufene Lösemittel sind mit geeigneten Absorptions-/ Bindemitteln (Blähglimmer, Kieselgur usw.) aufzunehmen. Die gebrauchten Materialien sind wie lösemittelhaltige Abfälle sachgerecht zu entsorgen.

Abbildung 9: Lösemittel mit Absorptions-/Bindemittel aufnehmen



Bei Reinigungsarbeiten ist im Allgemeinen direkter Hautkontakt nicht zu vermeiden. Daher müssen Schutzhandschuhe und gegebenenfalls weitere persönliche Schutzausrüstungen (Schutzbrille, Atemschutz) verwendet werden (siehe [Abschnitt 8.4](#)). (67)(97)

8.2.8 Werkstoffe

Werkstoffe für Anlagen und Lagerbehälter für Tätigkeiten mit Lösemitteln müssen für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet und beständig gegen die verwendeten Lösemittel sein.

Die Eignung von Werkstoffen der Behälter zur Lagerung und zum Transport von Lösemitteln muss vorab geprüft werden. Kunststoffe sind als Behältermaterial in der Regel ungeeignet, da sie bestimmte Grundanforderungen, wie z. B. Dampfdurchlässigkeit und Chemikalienbeständigkeit bei ständiger Einwirkung von Lösemitteln, meist nicht erfüllen. Darüber hinaus ist die Ableitung der beim Umfüllen auftretenden elektrostatischen Aufladung nicht gewährleistet. Nähere Informationen können bei den Lösemittel-Herstellern erfragt werden. Dies gilt auch für Schlauchleitungen und Dichtungen.

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

Als Dichtungsmaterial werden einige spezielle Kunststoffe eingesetzt, z. B. Polytetrafluorethen (PTFE), Polyfluorethenpropen (PFEP) und Fluorkautschuk (FKM). Hanf und Gummi sind als Dichtungsmaterialien ungeeignet.

Hinweise auf beständige Dichtungsmaterialien sind auch dem Sicherheitsdatenblatt zu entnehmen. (29)

8.2.9 Entsorgen von Abfällen und Rückständen

Verunreinigte Lösemittel werden häufig durch Destillation zur Wiederverwendung aufbereitet. Die Abfälle aus der Destillation und verunreinigte Leergebinde, die Lösemittel enthalten können, müssen sachgemäß als besonders überwachungsbedürftiger Abfall entsorgt werden. Dies kann durch Rückgabe an den Lieferanten oder Beauftragung eines Entsorgungsbetriebes geschehen. Dem Einsatz von Mehrwegsystemen ist der Vorzug zu geben, da nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz die Verwertung gegenüber der Beseitigung vorzuziehen ist. (57)

Informationen zur Entsorgung von Lösemitteln enthalten auch die Sicherheitsdatenblätter.

Abfälle und Rückstände, die Lösemittel enthalten können, müssen sachgerecht vernichtet oder beseitigt werden.

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 und

gefährlichem 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 8.3.5.

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

Abbildung 10: Behälter für Putzlappen



8.2.10 Abluft, Abwasser

Betriebsbedingte Emissionen von Lösemitteln sind nach dem Stand der Technik so gering wie möglich zu halten.

Der Abgabe von Lösemitteln in Oberflächengewässer und in die Umgebungsluft sind durch gesetzliche Regelungen enge Grenzen gesetzt. Insbesondere sind zu beachten

- Wasserhaushaltsgesetz (WHG), (58)
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen, (59)
- Katalog wassergefährdender Stoffe,
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAwS) (60)
- VDI-Richtlinie 2280 „Ableitbedingungen für organische Lösemittel“, (109)
- VOC-Verordnung (31. BImSchV)⁴, (55)

4 Die VOC-Verordnung gilt für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen, in denen unter Verwendung organischer Lösemittel mit einem Dampfdruck von über 0,01 kPa bei 20 °C bestimmte Tätigkeiten durchgeführt werden, soweit der Lösemittelverbrauch bei diesen Tätigkeiten festgelegte Schwellenwerte überschreitet.

und

- TA-Luft. (56)

Hinweise hierzu enthalten die Sicherheitsdatenblätter.

Abblase-, Entlüftungs- und Entspannungsleitungen dürfen weder in Räume noch an Stellen münden, an denen Personen durch austretende Gase, Dämpfe, Nebel oder Flüssigkeiten gefährdet werden können.

8.2.11 Explosionsgefährdete Bereiche

Brände oder Explosionen mit gefährlichen Auswirkungen können auftreten, wenn folgende Voraussetzungen gleichzeitig erfüllt sind:

- Lösemitteldämpfe, -nebel oder -tröpfchen liegen in einer bestimmten Konzentration vermischt mit Luft oder brandfördernden Stoffen vor,
- sie liegen in gefahrdrohender Menge vor,
- es sind wirksame Zündquellen vorhanden.

Zur Abschätzung, ob und wo gefährliche Lösemitteldampf/Luft-Gemische vorliegen, können folgende Kennzahlen herangezogen werden:

- Flammpunkt
- Explosionsgrenzen (UEG, OEG)
- Zündtemperatur
- Dampfdruck
- Dampfdichte

Mehr als 10 Liter explosionsfähiger Atmosphäre als zusammenhängende Menge müssen in geschlossenen Räumen, unabhängig von der Raumgröße, immer als gefährliche explosionsfähige Atmosphäre angesehen werden. Auch kleinere Mengen können bereits gefahrdrohend sein, wenn sie sich in unmittelbarer Nähe von Menschen befinden. Auch in Räumen von weniger als 100 m³ ist bereits eine kleinere Menge als 10 Liter als gefahrdrohend anzusehen. Eine grobe Abschätzung ist mit Hilfe der Faustregel möglich, dass in solchen Räumen explosionsfähige Atmosphäre von mehr als einem Zehntausendstel des Raumvolumens als gefahrdrohend gelten muss, also z. B. in einem Raum von 80 m³ bereits 8 Liter.

Führt die Gefährdungsbeurteilung zu dem Ergebnis, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entsteht, ist nach § 6 der Betriebssicherheitsverordnung ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. (18)

Abbildung 11: Explosion eines Benzinkanisters



Daraus muss hervorgehen,

- dass die Explosionsgefährdungen ermittelt und einer Bewertung unterzogen wurden,
- dass angemessene Vorkehrungen getroffen werden, um die Ziele des Explosionsschutzes zu erreichen,
- welche Bereiche in Zonen eingeteilt wurden (TRBS 2152 Teil 2 und Anhang 3 der BetrSichV) (22)(18) und
- für welche Bereiche die Mindestvorschriften zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten, die durch gefährliche explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können, gelten (gemäß Anhang 4 BetrSichV). (18)

Die Zoneneinteilung richtet sich nach der Dauer und Häufigkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in der Luft am Arbeitsplatz. (20)(63)

Das Explosionsschutzdokument ist vor Aufnahme der Tätigkeit zu erstellen und zu überarbeiten, wenn Veränderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes vorgenommen werden. Das Muster eines Explosionsschutzdokuments zeigt Anhang 2.

Explosionsschutzmaßnahmen sind in TRBS 2152-2 beschrieben. Ist die Explosionsgefahr beseitigt und kann eine erneute Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre während der Arbeiten ausgeschlossen werden, sind weitere Schutzmaßnahmen nicht erforderlich. Anderenfalls sind hinreichende Schutzmaßnahmen gegen die Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre durch Vermeiden bzw. sofortiges Unwirksammachen aller Zündquellen zu treffen. (22)

Bei Tätigkeiten mit brennbaren Lösemitteln kann auf die Festlegung eines explosionsgefährdeten Bereichs verzichtet werden, wenn gleichzeitig folgende Bedingungen erfüllt sind:

- der Flammpunkt des Lösemittels liegt ausreichend⁵ sicher über der Umgebungs- bzw. Verarbeitungstemperatur,
- das Volumen der explosionsfähigen Atmosphäre ist kleiner als 10 Liter,
- es wird nicht verspritzt oder versprüht.

5 Nach TRBS 2152-1 sowie nach DIN VDE 0165, DIN VDE 0166 erlaubt der Flammpunkt die Beurteilung der Explosionsgefahr. Wenn die Temperatur der Flüssigkeit sicher 15 K unterhalb des Flammpunkts liegt (genaugenommen 5 K bei Reinstoffen und 15 K bei Gemischen) und die Flüssigkeit nicht versprüht wird, ist keine Explosionsgefahr vorhanden. Bei Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt oberhalb von 45 °C sind keine besonderen Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich. Allerdings muss jeweils das Versprühen und die Erwärmung über 30 °C ausgeschlossen sein. Die Grenze von 45 °C basiert auf der Annahme, dass an heißen Sommertagen durchaus 30 °C im Betrieb erreicht werden können. (21)(107)(103)

Die erforderlichen Brandschutzmaßnahmen richten sich in diesem Fall nach den sonstigen betrieblichen Bedingungen (z. B. Schweiß- oder Schleifarbeiten) in der Nähe der Reinigungseinrichtung.

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 Ölreste, oder ungewollte Isolierung, z. B. durch abgelegte Folien oder Leergut, sind zu vermeiden. Durch Fußbodenpflegemittel darf der Widerstand nicht erhöht werden. (25)

8.2.12 Brandschutzmaßnahmen

Hinsichtlich der Anforderungen an Bau und Ausrüstung von Bereichen mit Brandgefährdung sind die örtlichen Bauvorschriften, die TRGS 800 und die ASR A2.2 zu beachten. (38)(15)

Um der Brandgefahr bei Tätigkeiten mit brennbaren Lösemitteln vorzubeugen, dürfen in brandgefährdeten Bereichen

- Gegenstände mit heißen Oberflächen (z. B. Heizlüfter),
- offene Flammen,
- sonstige wirksame Zündquellen,

nicht vorhanden sein. (106)

Brandgefahr kann auch bei nichtbrennbaren Lösemitteln durch Eintrag von Öl oder brennbaren Lösemitteln entstehen.

Brandgefährdete Räume und Bereiche sind zu kennzeichnen. In ihnen darf die Brandlast nicht durch Material, das nicht zum Produktionsverfahren gehört (z. B. Verpackungsmaterialien), erhöht werden.

In brandgefährdeten Bereichen sind Feuerlöscheinrichtungen in ausreichender Zahl bereit zu stellen und in gebrauchsfähigem Zustand zu halten. Geeignete Löschmittel sind Schaum, Kohlendioxid, Pulver, Sprühnebel (Wasser). Ungeeignet ist 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. Die Stellen, an denen sich Feuerlöscheinrichtungen befinden, sind deutlich und dauerhaft zu kennzeichnen. (13)(14)(15)

F004: Mittel und Geräte zur Brandbekämpfung



F001: Feuerlöscher



Selbsttätige ortsfeste Feuerlöscheinrichtungen, bei deren Einsatz Gefahren für die Beschäftigten auftreten können (z. B. Kohlendioxid, Stickstoff), müssen mit selbsttätig wirkenden Warneinrichtungen ausgerüstet sein. Beim Einsatz von Löschanlagen ist die BG-Regel „Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen“ (BGR 134) zu beachten. (96)

Beim Lagern großer Mengen von Lösemitteln kann es erforderlich sein, die Lagerhallen mit Löschwasserschranken auszurüsten. Die Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie ist zu beachten. (61)

Eine ausreichende Zahl von Beschäftigten ist mit der Handhabung der Feuerlöscheinrichtungen vertraut zu machen. (15)(62)

In brandgefährdeten Bereichen muss sichergestellt sein, dass Lösemittel oder Löschwasser nicht in elektrische Ausrüstungen eindringen können.

Weitere Informationen bietet u. a. die BG-Information „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“ (BGI 560). (100)

8.2.13 Schutzmaßnahmen gegen Explosionsgefahren

Aus der Einteilung in explosionsgefährdete Zonen (siehe Abschnitt 8.2.11) ergeben sich Anforderungen zur Vermeidung von Zündquellen, z. B. an die Beschaffenheit von elektrischen Betriebsmitteln und Betriebsmitteln mit eigener potentieller Zündquelle, die Vermeidung von heißen Oberflächen und offenen Flammen. Hinsichtlich der Errichtung elektrischer Betriebsmittel und Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen siehe DIN EN 60079-14. (106)(108)

Für explosionsgefährdete Bereiche gelten die Mindestanforderungen des Anhangs 4 der Betriebssicherheitsverordnung; insbesondere sind die Explosionsschutzmaßnahmen gemäß Anhang 4 Ziffer 3 zu beachten, d. h. Einrichtungen, Anlagen, Geräte und Tätigkeiten müssen den Anforderungen der jeweiligen Zonen entsprechen. (18)

Angaben über Schutzmaßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen enthalten die TRBS 1112, Teil 1, TRBS 2152, Teil 2, Teil 3 und Teil 4 und Kapitel E 4 der „Explosionsschutz-Regeln“. (19)(20)(22)(23)(24)(63)

Dazu gehören

- Konzentrationsbegrenzung, d. h. die Konzentration brennbarer Stoffe wird unterhalb der unteren oder oberhalb der oberen Explosionsgrenze gehalten
- Anwendung von Vakuum
- Objektabsaugung
- Einsatz von Gaswarngeräten

Explosionsgefährdete Bereiche müssen gekennzeichnet sein (siehe [Abschnitt 8.3.5](#)). Zusätzlich werden deutliche Fußbodenmarkierungen oder Abschränkungen empfohlen.

8.2.14 Verhalten beim Freiwerden von Lösemitteln

8.2.14.1 Allgemeines

Der Unternehmer/die Unternehmerin hat Betriebsstörungen, bei denen Beschäftigte gefährdet werden können, zu verhindern und bei Unfällen und Betriebsstörungen die Gefahren für die Beschäftigten zu begrenzen. Dafür sind Vorkehrungen nach dem Stand der Technik zu treffen. Basis hierfür ist die durchgeführte Gefährdungsbeurteilung mit der daraus abgeleiteten Betriebsanweisung. Es ist empfehlenswert, neben dem Arbeitsschutzmanagement auch das Notfallmanagement in die betrieblichen Managementsysteme zu integrieren. [\(93\)\(94\)](#)

8.2.14.2 Maßnahmen

Treten Lösemittel bzw. lösemittelhaltige Dämpfe oder Aerosole unerwartet und in möglicherweise gefährlicher Konzentration oder Menge aus, so sind Maßnahmen nach der Betriebsanweisung, ggf. dem Alarm- und Gefahrenabwehrplan durchzuführen. Es kann erforderlich sein, den gefährdeten Bereich zu räumen und die betroffene Umgebung zu warnen. Die/der zuständige Vorgesetzte ist zu verständigen. Die Beseitigung des gefährlichen Zustandes darf nur unter Anwendung geeigneter Schutzmaßnahmen erfolgen. [\(54\)](#)

Abbildung 12: Transportable Gullyabdeckung



Das Eindringen von Lösemitteln in Boden, Kanalisation und Oberflächenwasser ist zu verhindern. Zum Beispiel hat sich das Bereithalten von transportablen Gullyabdeckungen und ein absolutes Halteverbot über Gullys bewährt.

Verschüttete und ausgelaufene Lösemittel sind unverzüglich mit geeigneten Bindemitteln (z. B. Blähglimmer, Kieselgur usw.) gefahrlos aufzunehmen, in einem unbrennbaren Behälter mit Deckel zwischenzulagern und sachgerecht zu entsorgen (siehe [Abschnitt 8.2.9](#)).

Bei Freisetzung gefahrbringender Mengen (siehe [Abschnitt 8.2.13](#)) gilt:

- Betriebsanweisung, ggf. Alarm- und Gefahrenabwehrplan beachten
- Persönliche Schutzausrüstungen benutzen
- Verletzte aus dem Gefahrenbereich bringen
- Gefahrenbereich räumen
- Unbeteiligte Personen fernhalten
- Weiteres Austreten von Lösemittel verhindern
- Beim Umgang mit brennbaren Lösemitteln alle Zündquellen aus dem Gefahrenbereich entfernen
- Vor Aufhebung der Absperrung sicherstellen, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte unterschritten sind. Gegebenenfalls orientierende Messungen durchführen.

Weitere Maßnahmen können erforderlich sein. Diese sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzulegen.

8.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen

8.3.1 Allgemeines

Es ist ein **Verzeichnis der im Betrieb verwendeten Gefahrstoffe** zu führen (siehe [Abschnitt 6.2.1](#)).

Hinsichtlich der Pflicht zur Erstellung eines **Explosionsschutzdokuments** siehe [Abschnitt 8.2.11](#).

Die Vorschriften der Betriebssicherheitsverordnung zur **Prüfung von Arbeitsmitteln**, insbesondere auch der überwachungsbedürftigen Anlagen, sind zu beachten. [\(18\)](#)

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

Für den Brandfall ist ein Alarmplan aufzustellen. Dieser regelt den Ablauf der zu treffenden Maßnahmen und den Einsatz von Personen und Mitteln und berücksichtigt gegebenenfalls zusätzliche Gefahren, die bei erschwerenden Umständen von den Löschmannschaften bei der Bekämpfung von Bränden beachtet werden müssen. [\(54\)](#)

Für Betriebsbereiche und genehmigungspflichtige Anlagen, die der [Störfall-Verordnung](#) unterliegen, sind die nach Art und Ausmaß der möglichen Gefahren (abhängig von den Eigenschaften und der Menge der Stoffe) erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, um Störfälle zu verhindern und Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich zu halten. Dies beinhaltet technische, organisatorische und managementspezifische Systeme, zu deren Anforderungen in der [Störfall-Verordnung](#) nähere Angaben gemacht werden. [\(54\)](#)

Werden Arbeiten an andere Unternehmer/innen (Fremdunternehmer/innen) vergeben, müssen diese über mögliche Gefahren informiert, mit ihnen die erforderlichen Schutzmaßnahmen vereinbart und im Einzelnen schriftlich festgelegt werden. Die Unternehmerin/der Unternehmer hat darüber hinaus in Abstimmung mit den Fremdunternehmern/Fremdunternehmerinnen schriftlich eine Koordinatorin oder einen Koordinator mit Weisungsbefugnis gegenüber allen beteiligten Arbeitsgruppen zu bestellen. [\(62\)\(68\)](#)

8.3.2 Betriebsanweisung und Unterweisung

Als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung wird eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene **Betriebsanweisung** erstellt. Sie enthält genaue Angaben über die im Einzelfall für Mensch und Umwelt möglichen Gefahren sowie die zu deren Abwehr erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln. Die sachgerechte Entsorgung gefährlicher Abfälle, das Verhalten im Gefahrenfall und Erste-Hilfe-Maßnahmen sind ebenfalls enthalten. Die Betriebsanweisung ist von einer fachkundigen Person in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. Die Betriebsanweisung muss jederzeit von den Beschäftigten eingesehen werden können. Weitere Hinweise zur Gestaltung von Betriebsanweisungen gibt das [Merkblatt A 010](#) „Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“. Unter www.gischem.de können Betriebsanweisungsentwürfe für die meisten Lösemittel und gängige Lösemittelgemische heruntergeladen werden. Diese sind den Bedingungen am Arbeitsplatz anzupassen. Darüber hinaus können mit dem Modul „GisChem-Interaktiv“ Betriebsanweisungen mittels eines Frage-Antwort-Dialogs auf der Basis des Sicherheitsdatenblattes selbst erstellt werden. Eine beispielhafte Betriebsanweisung für Tätigkeiten mit Lösemitteln enthält [Anhang 3. \(69\)\(36\)\(69\)\(120\)](#)

Ausgehend von der Betriebsanweisung werden die Beschäftigten auf mögliche Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Lösemitteln aufmerksam gemacht und über die zu treffenden Schutzmaßnahmen eingehend unterrichtet. Die **Unterweisungen** haben vor Aufnahme der Beschäftigung und danach **mindestens einmal jährlich** (Jugendliche zweimal jährlich) mündlich und arbeitsplatzbezogen zu erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. [\(26\)](#)

Es kann erforderlich sein, die mündliche Unterweisung durch praktische Vorführung einzelner Maßnahmen vor Ort und durch Üben unter sachkundiger Anleitung zu ergänzen, z. B. das Anlegen von Schutzanzügen und Atemschutzgeräten und Feuerlöschübungen. Weiterhin kann eine eingehende Arbeits- und Sicherheitsabsprache vor Ort erforderlich sein. Wesentlich ist auch eine Erfolgskontrolle, z. B. durch Beantworten eines arbeitsplatzbezogenen Fragebogens.

Im Rahmen der Unterweisung ist über besondere Gesundheitsgefahren bei Tätigkeiten mit Lösemitteln eine allgemeine **arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung** durchzuführen.

Sie beinhaltet eine für den Laien verständliche Beschreibung der durch reizende, sensibilisierende Stoffe oder Feuchtarbeit hervorgerufene Hautveränderungen (insbesondere Kontaktekzeme der Hände und Unterarme). Auf tätigkeits- oder stoffbezogene Besonderheiten (Reizung oder Sensibilisierung durch Aerosole oder Gase, verschmutzte Kleidung) soll hingewiesen werden. Bei Tätigkeiten mit hautresorptiven Stoffen sind die Wirkungen dieser Stoffe zu erläutern. Inhalt der arbeitsmedizinisch-toxikologischen Beratung soll auch die Beschreibung krankhafter Zustände sein (z. B. endogenes Ekzem, Veranlagung für Hautkrankheiten, außerberufliche Sensibilisierungen), bei deren Vorliegen der/die Beschäftigte besonders gefährdet für eine Hauterkrankung sein kann. Auf mögliche Beeinträchtigungen und Nebenwirkungen durch persönliche Schutzausrüstungen (z. B. längeres Handschuhtragen) ist hinzuweisen. Zusätzlich sind die Beschäftigten über arbeitsmedizinische Angebotsvorsorge zu unterrichten (siehe auch [Abschnitt 8.3.6](#)). [\(74\)](#)

Auf eine krebserzeugende Wirkung von bestimmten Lösemitteln ist besonders hinzuweisen. Sowohl in Betriebsanweisungen als auch in Unterweisungen ist darauf einzugehen, wo sich solche Lösemittel im Produktionsgang befinden, arbeits- oder verfahrensbedingt entstehen oder freigesetzt werden können. Entsprechende Hinweise müssen auch Beschriftungen auf Behältern, Apparaten, Rohrleitungen und Zapfstellen enthalten.

8.3.3 Instandhaltung

Verschiedene Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Abbrucharbeiten in oder an Anlageteilen, Apparaturen oder Einrichtungen, in denen Lösemittel vorkommen können, dürfen nur mit Erlaubnis- oder Freigabeschein durchgeführt werden. In diesem sind die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen festzulegen, z. B.

vollständige Entleerung der Apparatur, Prüfung auf mögliche Produktreste, persönliche Schutzmaßnahmen beim Öffnen, Reinigen und Spülen mit geeigneten Mitteln, Konzentrationsmessungen.

Zu diesen Arbeiten gehören z. B.:

- Arbeiten in Behältern und engen Räumen (z. B. Tanks, Silos); (64)(122)
- Feuerarbeiten, z. B. Schweißen, Schneiden, Löten, Anwärmen;
- alle Arbeiten, bei denen krebserzeugende Stoffe vorkommen können.

Vor dem Beginn von Instandhaltungsarbeiten ist von der/vom Aufsichtsführenden 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 Betätigten Gefährdungen für das Instandhaltungspersonal auftreten können.

Im Einzelfall sind weitere Schutzmaßnahmen zu treffen.

Einzelheiten sind z. B. festgelegt in der BG-Regel „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ (BGR 117-1). (64)

Sicherheitseinrichtungen sowie Lüftungstechnische Anlagen mit Luftreinigung müssen regelmäßig gewartet und nach vom Unternehmer/von der Unternehmerin festzulegenden Fristen, mindestens jedoch jährlich, durch befähigte Personen geprüft werden. Das Ergebnis der Prüfung ist aufzuzeichnen. (18)

Weitere organisatorische Maßnahmen siehe [Abschnitt 8.3.1](#).

8.3.4 Hygiene

Technische und organisatorische Maßnahmen sollen den Kontakt zu Lösemitteln bzw. deren Aufnahme durch den Menschen verhindern. Hygienemaßnahmen sollen das unterstützen.

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 rissig und trocken. Zum Schutz der Beschäftigten vor Hautkrankheiten bei Tätigkeiten mit Lösemitteln sind geeignete Schutzhandschuhe zu tragen (siehe [Abschnitt 8.4.3](#)). 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/dem Betriebsarzt zu erarbeiten. (74)

Weitere Informationen enthält das Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“ (BGI 540). In diesem ist auch ein Muster für einen Hautschutzplan enthalten. Dieser kann auch unter downloadcenter.bgrci.de heruntergeladen werden. (74)

Arbeitskleidung, Schutzkleidung und persönliche Schutzausrüstungen, die durch Lösemittel verunreinigt sind, müssen umgehend gewechselt und gründlich gereinigt oder erforderlichenfalls vernichtet werden. Gegebenenfalls, z. B. beim Freiwerden größerer Mengen, ist dabei Atemschutz zu tragen. (28)

Beschäftigten, die mit sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden oder erbgutverändernden Lösemitteln umgehen, sind Waschräume mit Duschen sowie Räume mit getrennten Aufbewahrungsmöglichkeiten für Straßen- und Arbeitskleidung sowie für persönliche Schutzausrüstungen zur

Verfügung zu stellen. Ist es zum Ausschluss von Gesundheitsgefahren erforderlich, so sind für Straßen- und für Arbeitskleidung sowie für persönliche Schutzausrüstungen Umkleieräume zur Verfügung zu stellen, die durch einen Waschraum voneinander getrennt sind.

Rauchen, Essen und Trinken sind bei Tätigkeiten mit Lösemitteln verboten. Speisen, Getränke und Tabakerzeugnisse müssen außerhalb des Arbeitsbereiches aufbewahrt werden.

8.3.5 Kennzeichnung

Lösemittel und deren Gemische sind so zu verpacken und zu kennzeichnen, dass Gefahren für Mensch und Umwelt vermieden werden, wenn man diese Stoffe bestimmungsgemäß verwendet.

Die Verpackung ist nach CLP-Verordnung (Verordnung (EU) Nr. 1272/2008) zu kennzeichnen, wenn Lösemittel bzw. nach CLP-Verordnung oder Zubereitungsrichtlinie (1999/45/EG), wenn deren Gemische in den Verkehr gebracht oder verwendet werden. Ab 1. Juni 2015 ist auch hierfür nur noch die Kennzeichnung nach CLP-Verordnung erlaubt. (1)(3)

Weitere Hinweise enthalten die Sicherheitsdatenblätter und die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 200 und 201. (27)(28)

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, Gefahrensymbol, Gefahrenbezeichnung bzw. Name des Stoffes und 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. (13)(28)(102)

Entzündbare Lösemittel sind beim Transport auf öffentlichen Verkehrswegen mit dem Gefahrzettel 3 zu kennzeichnen – weitere Gefahrzettel können für weitere Eigenschaften hinzukommen. Für weitere Informationen zur Kennzeichnung bei Transporten auf öffentlichen Verkehrswegen siehe Merkblatt A 013. (70)



Beispiele für die Kennzeichnung eines Lösemittels

Abbildung 13a: Musteretikett Lösemittel (120)



  <p>Ethylacetat CAS Nr: 141-78-6 UN1173</p> <p>Gefahr</p>
<p>5 kg</p> <p>Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. (H225)</p> <p>Verursacht schwere Augenreizung. (H319)</p> <p>Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. (H336)</p> <p>Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen. (EUH066)</p> <p>Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen. (P210)</p> <p>Behälter dicht verschlossen halten. (P233)</p> <p>Explosionssgeschützte elektrische Betriebsmittel/Lüftungsanlagen/Beleuchtung/... verwenden. (P241)</p> <p>Vorbeugende Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen. (P243)</p> <p>BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. (P305 + P351 + P338)</p>
<p>Name, Anschrift und Telefonnummer des Herstellers</p>

Abbildung 13b: Beispiel für vereinfachte Kennzeichnung für Laboratorien



Abbildung 13c: Innerbetriebliche Kennzeichnung von Rohrleitungen gemäß ASR A1.3 und TRGS 201(83)(14) (28)



Abbildung 13d: Muster für Etikett mit integriertem Gefahrzettel (74)(83)

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. Explosionsgeschützte 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.:	56.456.41	CAS-Nr.:	108-88-3
Brutto:	191,94 kg	EINECS-Nummer:	203-625-9
Tara:	18,00 kg	Klassifizierungscode:	F1
Netto:	200 Liter	ADR/RID/IMDG/IATA:	3, II
		WGK:	2
		TBC:	(D/E)

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

GEFAHR



Arbeits- und Lagerräume sind mit dem Schild P 003 „Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten“ zu kennzeichnen. Beim Umgang mit brennbaren Lösemitteln ist zusätzlich das Warnzeichen W 021 „Warnung vor feuergefährlichen Stoffen“ im Eingangsbereich zu installieren. Weitere Gefährlichkeitsmerkmale sind entsprechend zu berücksichtigen. (14)

P 003: Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten



W 021: Warnung vor feuergefährlichen Stoffen



Explosionsgefährdete Bereiche sind an ihren Zugängen mit folgendem Warnzeichen zu kennzeichnen:

D-W 021: Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre



8.3.6 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Trotz technischer, organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen können Gesundheitsschäden durch Lösemittel nicht in allen Fällen mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Daher ist unter Umständen arbeitsmedizinische Vorsorge erforderlich, um Beeinträchtigungen der Gesundheit rechtzeitig zu erkennen und ihnen vorbeugen zu können.

Ist damit zu rechnen, dass Beschäftigte gegen bestimmte Gefahrstoffe exponiert sind, so muss für sie entsprechend der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV), im Zusammenhang mit den in deren Anhang genannten Anlässen, arbeitsmedizinische Vorsorge veranlasst werden oder es ist ihnen arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten. (11)

Zur Erleichterung der Auswahl des Personenkreises, für den die Unternehmerin/der Unternehmer arbeitsmedizinische Vorsorge zu veranlassen (Pflichtvorsorge) oder anzubieten (Angebotsvorsorge) hat, sind als Anhaltspunkte für die Gefährdungsbeurteilung so genannte Handlungsanleitungen für die arbeitsmedizinische Vorsorge entwickelt worden. z. B. (98)

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

Der Umgang mit flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen gilt wegen des Schwitzens im Handschuh als Feuchtarbeit. Werden regelmäßig mehr als vier Stunden pro Schicht Feuchtarbeit verrichtet, so ist arbeitsmedizinische Vorsorge zu veranlassen (ArbMedVV Anh. Teil 1 (1) 2). Entsprechende arbeitsmedizinische Vorsorge ist anzubieten, wenn regelmäßig mehr als zwei Stunden Feuchtarbeit pro Schicht verrichtet wird (ArbMedVV Anh. Teil 1 (2) 2).

Für Benutzer/innen von Atemschutzgeräten, bei denen arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Grundsatz G 26 „Atemschutzgeräte“ angeboten oder veranlasst werden muss, sind Tragezeitbegrenzungen gemäß Abschnitt 3.2.2 der BG-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR/GUV-R 190) zu beachten (siehe hierzu auch die „Handlungsanleitungen für die arbeitsmedizinische Vorsorge“ (BGI/GUV-I 504-26)). (110)(97)(98)

Mit der Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge ist entweder eine Fachärztin/ein Facharzt für Arbeitsmedizin oder ein Arzt/eine Ärztin mit Zusatzbezeichnung „Betriebsmedizin“ zu beauftragen. Die Ärztin/der Arzt hat die Beratung und Untersuchungen unter Beachtung der dem Stand der Arbeitsmedizin entsprechenden Regeln und Erkenntnisse durchzuführen.

Über Pflichtvorsorge ist von der Unternehmerin/vom Unternehmer eine Vorsorgekartei mit Angaben über Anlass, Tag und Ergebnis jeder Vorsorge zu führen. Bei Beendigung des Beschäftigungsverhältnisses wird dem/der Beschäftigten eine Kopie der ihn/sie betreffenden Angaben ausgehändigt und die Daten anschließend gelöscht, sofern nichts anderes bestimmt wurde.

Die ärztlichen Unterlagen zur arbeitsmedizinischen Vorsorge sind (12)

- bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder erbgutverändernden Stoffen oder Gemischen der Kategorien K 1 oder K 2 mindestens 40 Jahre,
- bei Tätigkeiten, die zu Berufskrankheiten gemäß Berufskrankheiten-Verordnung führen und eine längere Latenzzeit haben können, mindestens 40 Jahre,
- im Übrigen zehn Jahre (12)

nach der letzten Vorsorge aufzubewahren, siehe auch AMR Nr. 1 zu § 6 ArbMedVV (Behandlung im Sinne der Berufsordnung). (12)

Sofern der Zeitpunkt bekannt ist, wann die letzte Gefährdung bestanden hat, endet die Aufbewahrungspflicht spätestens am 31.12. des 40. Jahres danach oder zehn Jahre nach dem Tod der/des Beschäftigten.

8.4 Persönliche Schutzmaßnahmen

Wenn eine Gefährdung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Lösemitteln durch technische und organisatorische Maßnahmen nicht ausgeschlossen werden kann, müssen geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt und in gebrauchsfertigem und hygienisch einwandfreiem Zustand gehalten werden. Die Beschäftigten müssen die zur Verfügung gestellten persönlichen Schutzausrüstungen bestimmungsgemäß verwenden. (26)(10)(62)

Die persönlichen Schutzausrüstungen müssen die CE-Kennzeichnung tragen.

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.

Einzelheiten enthält das Merkblatt A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“. (67)

8.4.1 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) nicht eingehalten werden. Bei der Anwendung ist die BG-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR/GUV-R 190) zu beachten. (39)(40)(97)

Für Tätigkeiten mit Lösemitteln sind geeignet

- Filtergeräte mit Filter, Typ A, Kennfarbe braun und Halb- oder Vollmaske,
- gasfiltrierende Halbmasken FFAP,
- Gebläsefiltergeräte mit Filter, Typ A, Kennfarbe braun und Helm oder Haube bzw. mit Halbmaske oder
- Schlauchgeräte leichter Bauart mit Haube.

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

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

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

Zusätzlich ist zu beachten:

Liegt der Siedepunkt von Lösemitteln unter 65 °C (Niedrigsieder, z. B. Aceton), sind Gasfilter, Typ AX, Kennfarbe braun, anzuwenden. Dabei sind unbedingt die maximalen Einsatzkonzentrationen und -zeiten gemäß der BG-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR/GUV-R 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. (97)

Liegen Gemische von Niedrigsiedern oder Gemische von Niedrigsiedern und anderen organischen Verbindungen vor, sind Filtergeräte ungeeignet, da mit Desorptionsvorgängen am Filter zu rechnen ist. Für solche Stoffgemische sind Isoliergeräte zu verwenden.

Bei der Verwendung von Filtergeräten ist arbeitsmedizinische Vorsorge der Geräteträger nach dem Grundsatz G 26 „Atemschutz“ erforderlich. Die Tragezeiten gemäß BGR/GUV-R 190 sind einzuhalten. Gebläseunterstützte Gasfiltergeräte mit Helm oder Haube und Schlauchgeräte leichter Bauart mit Haube bedürfen keiner arbeitsmedizinischen Vorsorge und unterliegen keiner Tragezeitbegrenzung.

8.4.2 Augen- und Gesichtsschutz

Beim Umgang mit Lösemitteln, die die Augen schädigen können, muss ausreichender Augenschutz getragen werden. Das sind z. B. Gestellbrillen mit Seitenschutz (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 augenschädigende Dämpfe oder Aerosole in großer Menge auftreten können, z. B. beim Beseitigen von Störungen.

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

Einzelheiten enthalten die BG-Regel „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ (BGR 192) und das Merkblatt A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“. (97)(67)

8.4.3 Schutzhandschuhe und Schutzkleidung

Die Hände können gegen die Einwirkung von Lösemitteln durch Handschuhe aus beständigem Gummi oder Kunststoff geschützt werden. Geeignete Materialien sind vom Hersteller des Lösemittels im Sicherheitsdatenblatt aufzuführen. Bei der Auswahl des Handschuhmaterials sind die Dauer der Einwirkung und die Möglichkeit der Benetzung zu berücksichtigen. Die Handschuhmaterialien sind gegenüber unterschiedlichen Lösemitteln unterschiedlich durchlässig und beständig. Gemessen und angegeben wird dies in Form der Permeations- oder Durchbruchzeiten. Empfohlen wird, die Handschuhe nur die Hälfte der angegebenen Permeationszeit zu tragen. In GESTIS und GisChem sind die jeweils geeigneten Handschuhmaterialien für die einzelnen Stoffe oder Produktgruppen angegeben. (124)(120)

Bei Tätigkeiten mit CMR-Stoffen sind die Handschuhe nach dem ersten Tragen sachgerecht zu entsorgen.

Mit Lösemitteln verschmutzte Handschuhe müssen so ausgezogen werden, dass Hautkontakt mit der kontaminierten Außenfläche vermieden wird. Das richtige An- und Ausziehen von Schutzhandschuhen kann im Rahmen der Unterweisung geübt werden.

Für die Auswahl und Benutzung von Schutzhandschuhen sind die BG-Regel „Benutzung von Schutzhandschuhen“ ([BGR 195](#)) und das Merkblatt [A 023](#) „Hand- und Hautschutz“ (BGI 540) zu beachten. ([74](#)) ([97](#))

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. Arbeitskleidung, einschließlich der Unterwäsche, sollte beim Umgang mit brennbaren Lösemitteln nicht aus Kunstfasern bestehen, die im Brandfalle ein gefährliches Schmelzverhalten zeigen können.

Einzelheiten enthalten die BG-Regel „Benutzung von Schutzkleidung“ ([BGR 189](#)) sowie das Merkblatt [A 008](#) „Persönliche Schutzausrüstungen“ und die Kleinbroschüre [A 008-1](#) „Chemikalienschutzhandschuhe“. ([97](#))([67](#))

9 Erste Hilfe

9.1 Allgemeines

Alle Personen, die Tätigkeiten mit Lösemitteln ausüben, müssen über spezielle Erste-Hilfe-Maßnahmen unterrichtet sein und über das Verhalten bei Arbeitsunfällen unterwiesen werden. ([62](#))

Die von den Berufsgenossenschaften anerkannten/herausgegebenen Anleitungen zur Ersten Hilfe sind entsprechend dem jeweiligen Gefährdungsgrad an geeigneten Stellen auszuhängen.

Über jede Erste-Hilfe-Leistung sind Aufzeichnungen zu führen, z. B. elektronisch oder in einem Verbandbuch vor Ort. Diese Aufzeichnungen sind fünf Jahre lang aufzubewahren. ([62](#))

Bei Verdacht auf eine Gesundheitsschädigung durch Lösemittel hat die/der Betroffene den Gefahrenbereich zu verlassen bzw. muss aus dem Gefahrenbereich gebracht werden. Die Helfer/innen haben sich dabei vor Kontakt mit Lösemitteln zu schützen (Atemschutz, Schutzhandschuhe, usw.).

Ärztliche Hilfe ist unverzüglich zu veranlassen. Der Ärztin/dem Arzt sind Angaben zum Stoff (z. B. Sicherheitsdatenblatt) und die bereits durchgeführten Erste-Hilfe-Maßnahmen mitzuteilen.

Bei einigen Gefahrstoffen ist es empfehlenswert, ein Unfalleitblatt (Muster unter downloadcenter.bgrci.de) mit Informationen über den beteiligten Gefahrstoff und Erste Hilfe-Maßnahmen für den Notfall vorzubereiten. Dieses ist nach einem Unfall vor Ort ergänzend auszufüllen (Unfallhergang etc.) und für weiterbehandelnde Ärzte/Ärztinnen mitzugeben. ([119](#))

Um wirksame Hilfe leisten zu können, ist eine Absprache zwischen Betrieb, Betriebsärztin/-arzt, Krankenhaus oder Rettungsdienst erforderlich.

Grundsätzliche Maßnahmen, die Gegenstand der Erste-Hilfe-Ausbildung sind, wie „stabile Seitenlage“, „Herz-Lungen-Wiederbelebung“, „Schockbekämpfung“ werden in diesem Merkblatt nicht angesprochen.

9.2 Augen

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

9.3 Atmungsorgane

- Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich retten.
- Bei Atemstillstand künstliche Beatmung, nach Möglichkeit mit einer Atemhilfe (z. B. Beatmungsbeutel), auf jeden Fall Einatmen von Gefahrstoffen vermeiden.
- Bei Atemnot Sauerstoff inhalieren lassen.
- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen.
- Ärztliche Behandlung.

9.4 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.
- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen.
- Ärztliche Behandlung.

9.5 Verschlucken

- Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes.
- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen.
- Ärztliche Behandlung.

10 Hinweise für den Arzt


- Nach oraler Aufnahme von Lösemitteln möglichst umgehend Magenspülung. Dabei Aspiration unter allen Umständen vermeiden (eventuell Intubation). Anschließend Medizinalkohole 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: Gefahrstoffverzeichnis (Muster)

Unternehmen/ Betrieb:		Fingerschön GmbH		Erstellt/ überprüft von: Frau Schmidt				
Arbeitsbereich(e):		Herstellung von Nagellacken		am: 10.06.2013				
Lfd. Nr.	Bezeichnung des Stoffes/ Produktes, ggf. zusätzlich chemischer Namen	Kennzeichnung, Einstufung (Symbole, R-/S-Sätze)	GHS Kennzeichnung	Menge	Hautgefährdend	AGW	Lager-/ Verarbeitungsort	Sicherheitsdatenblatt von: (Hersteller, Datum)
1	Aceton	 F Xi R 11-36-66-67 S 9-16-26-46	 H225-H319- H336-EUH066	20 l	Ja	1200 mg/m ³ 500 ppm	Lösemittel- lager/Halle 1	ABC GmbH 26.06.2013
2	Ethylacetat	 F Xi R 11-36-66-67 S 16-26-33	 H225-H319- H336-EUH066	400 l	Ja	1500 mg/m ³ 400 ppm	Lösemittel- lager/Halle 1	ABC GmbH 01.03.2013
3	Isopropanol	 F Xi R 11-36-67 S 7-16-24/25- 26	 H225-H319- H336	1 l	Ja	500 mg/m ³ 200 ppm	Lösemittel- lager/Halle 1	XYZ GmbH 30.03.2012
4	n-Butanol	 Xn R 10-22-7/ 38-41-67 S 7/9-13-26- 37/39-46	 H226-H302- H315-H318- H335-H336	200 l	Ja	310 mg/m ³ 100 ppm	Lösemittel- lager/Halle 2	DEF GmbH 15.05.2012

Anhang 2: Explosionsschutz-Dokument (Muster)

Explosionsschutz-Dokument nach § 6 BetrSichV			Datum:
Anlage: Lösemittelager im Raum mit Umfüllen		Notfall-Telefon:	112
Gebäude/Raum: Lösemittelager			
(z. B. Verweis auf Lageplan, Gebäudeplan, Aufstellungsplan, Flucht- und Rettungsplan)			
Arbeitsschritte bzw. Tätigkeiten			
Kurze Verfahrensbeschreibung: Ein- und Auslagern von Fässern, Hobbocks, Kannen und Kanistern mittels Gabelstapler, Abfüllen von größeren in kleinere Behälter, Raumlüftung vorhanden			
(Parameter wie Druck, Temperatur, Durchsatz sollten enthalten sein, ggf. Verweis auf Verfahrensfließbild, R/I-Schema)			
Besondere Betriebszustände: Da im Lager immer Personal anwesend ist, werden eventuell auftretende Leckagen sofort bemerkt und umgehend beseitigt.			
(z. B. An- und Abfahrprozesse, Reinigungsarbeiten, Störungsbeseitigung)			
Stoffe, durch die explosionsfähige Atmosphäre ⁽¹⁾ entstehen kann, deren sicherheitstechnische Kenndaten ⁽²⁾			
Flüssigkeit: hoch- und leichtentzündliche Flüssigkeiten	Flammpunkt: untere/obere Ex-Grenze: Dampfdruck (bei 20 °C): Zündtemperatur:	< 21 °C 1–15 Vol% 250–560 °C	Explosionsgruppe: IIA/ IIB
Beurteilung der Explosionsgefahr ⁽³⁾ 			
Nr.	Anlagenbereich/Anlagenteil	Ex-Zonen (Ausdehnung / Höhe)	
1	Inneres der Fässer und Behälter	Zone 0 <input checked="" type="checkbox"/>	
		Zone 1 <input type="checkbox"/>	
		Zone 2 <input type="checkbox"/>	
2	Bereich, in dem abgefüllt wird	Zone 0 <input type="checkbox"/>	1 m um Abfüllstelle
		Zone 1 <input checked="" type="checkbox"/>	
		Zone 2 <input type="checkbox"/>	
3	Bereich, in dem abgefüllt wird	Zone 0 <input type="checkbox"/>	übriger Bereich
		Zone 1 <input type="checkbox"/>	
		Zone 2 <input checked="" type="checkbox"/>	
Ex-Zonenplan⁽⁴⁾: (als Anlage zum Ex-Schutz-Dokument oder Verweis auf den Ex-Zonenplan)			

Explosionsschutz-Maßnahmen ⁽⁵⁾			
Nr.	Anlagenbereich / Anlagenteil	gewähltes Schutzprinzip ⁽⁶⁾	
1	Fassinneres	<input type="checkbox"/> Verhindern explosionsfähiger Atmosphäre (keine Zone) <input checked="" type="checkbox"/> Vermeiden wirksamer Zündquellen <input type="checkbox"/> Konstruktiver Explosionsschutz	
	Zone Maßnahmen		
	0	Verwendung von ex-geschützten Fasspumpen	
2	Bereich, in dem abgefüllt wird	<input type="checkbox"/> Verhindern explosionsfähiger Atmosphäre (keine Zone) <input checked="" type="checkbox"/> Vermeiden wirksamer Zündquellen <input type="checkbox"/> Konstruktiver Explosionsschutz	
	Zone Maßnahmen		
	1	› Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten › Einsatz eines ex-geschützten Gabelstaplers › Erdung der Anlage über Erdungskabel (Verbindung mittels Erdungsklemme) › technische Lüftung wird automatisch beim Betreten des Lagers aktiviert › temporäres Nachlaufen der Lüftung nach Beendigung der Arbeiten ist gegeben › Tragen elektrostatisch ableitfähiger Schutzschuhe › leitfähiger Fußboden nach TRBS 2153/T 033	
2	› Betrieb von elektrischen und nichtelektrischen Betriebsmitteln nach EXVO Kategorie 3G		
Organisatorische Maßnahmen		Erläuterung/Dokument	zuständig
Kennzeichnung Ex-Bereiche:		Kennzeichnung des Lagers	Meister: Ludwig
Betriebsanweisung:		Betriebsanleitung für das Ein- und Auslagern sowie Abfüllen	Meister: Ludwig
Unterweisung:		Mindestens jährlich nach Betriebsanweisung	Meister: Ludwig
Kontrollgänge:		Taglich zum Schichtbeginn	Vorarbeiter/ Schicht
Festlegung/Überwachung von Prüfungen:		Beauftragung von Fachbetrieben	Meister: Ludwig
Freigaben für gefährliche Tätigkeiten:		Freigabebeschein für Feuerarbeiten im Lager, nur wenn die erforderlichen Maßnahmen getroffen sind	Meister: Ludwig
Aktuell halten des Ex-Schutz Dokuments ⁽⁷⁾ :		z. B. bei Veränderung der eingesetzten Lösemittel oder bei Änderungen an der Anlage (Überprüfung nach 3 Jahren)	Meister: Ludwig
Anlagen zum Ex-Schutz-Dokument			
<input type="checkbox"/> Pläne (z. B. Lageplan, Aufstellungsplan): <input type="checkbox"/> Verfahrensfließbild, R/I-Schema: <input checked="" type="checkbox"/> Sicherheitsdatenblätter/Gefahrstoff-Verzeichnis: vom 14.02.2014/ Stand 27.03.2014 Meisterbüro <input type="checkbox"/> Ex-Zonen-Plan: siehe Zeichnung oben <input type="checkbox"/> EG-Baumusterprüfbescheinigungen (Geräte, Arbeitsmittel): siehe Geräteunterlagen/Meisterbüro <input type="checkbox"/> Sonstiges:			
Betriebsverantwortlicher: Meister Ludwig		Unterschrift:	

Weitere Informationen siehe exinfo.de

Erläuterungen zum Explosionsschutz-Dokument

- Explosionsfähige Atmosphäre ist ein Gemisch aus Luft mit brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben unter atmosphärischen Bedingungen, in dem sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Zündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt.
- Je nach Fall sind nicht alle der aufgeführten Kenndaten zur Beurteilung erforderlich. Die sicherheitstechnischen Kenndaten können entnommen werden aus:
 - Sicherheitsdatenblättern/Angaben des Herstellers

- Datenbanken (z. B. GESTIS, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung)
 - Tabellenwerken (z. B. „Sicherheitstechnische Kenngrößen, Band 1, Brennbare Flüssigkeiten und Gase“, Wirtschaftsverlag NW, Verlag für Wissenschaft)
3. Als Grundlage für die Zoneneinteilung können die „Explosionsschutz-Regeln“ (EX-RL, BGR 104) mit deren Beispielsammlung herangezogen werden. Es sind der Normalbetrieb, aber auch An- und Abfahrprozesse, Reinigungsarbeiten, Betriebsstörungen usw. zu betrachten. Im Ex-Schutz-Dokument sollte die Grundlage für die gewählte Zoneneinteilung erwähnt werden (z. B. Beispielsammlung EX-RL Nr. ...).
 4. Aus dem Ex-Zonenplan sollen die für die einzelnen Bereiche (z. B. Inneres von Behältern, Umgebung) festgelegten Zonen hervorgehen. Eine grafische Darstellung, z. B. in einem Gebäude- oder Apparateplan, ist sinnvoll.
 5. Die Explosionsschutz-Maßnahmen sind in der TRBS 2152 Teil 2 und den Kapiteln E2 bis E5 der EX-RL beschrieben.
 6. Beispiele für Maßnahmen zum gewählten Schutzprinzip:
 - a. Verhindern explosionsfähiger Atmosphäre, z. B.
 - Menge so begrenzen, dass untere Ex-Grenze stets sicher unterschritten ist
 - Brennbare Flüssigkeiten/Gemische dauerhaft sicher 15 Grad unter deren Flammpunkt
 - ausreichende Lüftung, ggf. mit Konzentrationsüberwachung (z. B. Gaswarngerät)
 - technisch überwachte Inertisierung
 - b. Vermeiden aller denkbaren wirksamen Zündquellen entsprechend der Zone, z. B.
 - Auswahl geeigneter elektrischer Geräte mit einer für die Zone geeigneten Kategorie
 - Vermeidung heißer Oberflächen, offener Flammen und mechanischer Funken
 - Erdung
 - c. Konstruktiver Explosionsschutz, z. B.
 - Explosionsfeste Bauweise
 - Druckentlastung
 - Explosionsunterdrückung
(jeweils kombiniert mit explosionstechnischer Entkoppelung)
 7. Um das Ex-Schutz-Dokument aktuell zu halten, sollten sinnvoller Weise die Anlässe zur Bearbeitung festgeschrieben werden. Wichtig ist die Beurteilung, welche Veränderungen eine Neubewertung des dokumentierten Schutzkonzepts erforderlich machen.

Anhang 3: Betriebsanweisung (Muster)

Fingerschön GmbH	BETRIEBSANWEISUNGSENTWURF	Nr.: 024 Stand: 19.03.2014 Unterschrift:
gilt für: Herstellung von Nagellack		
GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG		
Ethylacetat		
GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT		
  Gefahr	<p>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)</p> <p>– Einatmen, Verschlucken oder Hautkontakt kann zu Gesundheitsschäden führen. Reizt Augen, Atemwege, Haut und Magen-Darm-Trakt. Bei häufigem Hautkontakt sind Hautentzündungen möglich. Vorübergehend Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Magen-Darm-Beschwerden, Konzentrationsstörungen möglich. Kann Augenschaden, Störung des Zentralnervensystems verursachen. – Gefahr durch Ansammlung explosionsfähiger Atmosphäre in Bodennähe! Bei Vorhandensein von Zündquellen erhöhte Explosionsgefahr! Erhöhte Entzündungsgefahr bei durchtränktem Material (z. B. Kleidung, Putzlappen). – Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation vermeiden!</p>	
SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN		
  	<p>– Absaugung einschalten und in ihrem Wirkungsbereich arbeiten. Gefäße nicht offen stehen lassen! Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen und Nachlauf vermeiden. – Zündquellen vermeiden (nicht Rauchen, keine offenen Flammen, Erden!) – Elektrostatisch ableitfähige Behälter verwenden. Verbindungen zur Erde auch bei Schlauchleitungen und Armaturen nicht unterbrechen. Erdungszangen an Geräten und Hilfsmitteln anbringen. – Zur Abdeckung des Fußbodens nur ableitfähige Folien verwenden, Lackreste auf dem Boden vermeiden. Behälter für Putztücher am Arbeitsplatz täglich vor Arbeitsschluss leeren. – Strömungsgeschwindigkeit beim Einfüllen des Lösemittels begrenzen. – Feuerarbeiten nur mit schriftlicher Erlaubnis. – Nicht Essen, Trinken, Rauchen oder Schnupfen. Einatmen von Dämpfen und Aerosolen vermeiden! Berührung mit Augen und Haut vermeiden! Nach Arbeitssende und vor jeder Pause Hände und andere verschmutzte Körperstellen gründlich reinigen. Hautpflegemittel verwenden! Produktreste sofort von der Haut entfernen, Haut schonend reinigen und sorgfältig abtrocknen. Keinen Arm- oder Handschmuck tragen.</p> <p>Vorratsmenge am Arbeitsplatz: Nur die für den Ansatz erforderliche Menge bereitstellen Augenschutz: Bei Überwachungstätigkeit: Gestellbrille mit Seitenschutz tragen! Bei Spritzgefahr: Korbbrille Handschutz: Handschuhe aus Butylkautschuk verwenden (Durchbruchzeit bei dauerndem Kontakt \geq 1h, bei 0,5mm Dicke). Baumwolltrikothandschuhe unter dem Schutzhandschuh tragen! Bei längerfristigem Tragen von Schutzhandschuhen spezielle Hautschutzmittel vor der Arbeit verwenden. Atemschutz: Gasfilter A, (braun), falls große Menge ausgetreten ist. Körperschutz: Beim Ansatz oder Abfällen: Antistatische Schutzkleidung, z. B. Kleidung aus Baumwolle tragen! Arbeitskleidung im Herstellungsbereich (EX-Bereich) nicht wechseln, nicht aus- und nicht anziehen. Ableitfähige Schutzhandschuhe tragen.</p>	
VERHALTEN IM GEFAHRFALL		Ruf Feuerwehr 112
<p>– Bei Austritt größerer Mengen an Ethylacetat Gefahrenbereich räumen und absperren, Vorgesetzten informieren. – Bei der Beseitigung von ausgelaufenem/verschüttetem Produkt immer Schutzbrille, Handschuhe sowie bei größeren Mengen Atemschutz tragen. Mit saugfähigem unbrennbarem Material (Kieselgur) aufnehmen und in einem geschlossenen und gekennzeichneten Behälter sammeln! Raum anschließend gründlich lüften. – Produkt ist brennbar. Entstehungsbrand: Tragbaren Feuerlöscher einsetzen. Nicht verwenden: Wasser im Vollstrahl! Bei Brand entstehen gefährliche Dämpfe (z. B. Kohlenmonoxid)! Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen! Berst- und Explosionsgefahr bei Erwärmung! – Alarm-, Flucht- und Rettungspläne beachten. Feuerwehr alarmieren.</p>		
ERSTE HILFE		Notruf 112
	<p>Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Auf Selbstschutz achten, ärztliche Behandlung veranlassen. Lebensrettende Sofortmaßnahmen, wie „Stabile Seitenlage“, „Herz-Lungen-Wiederbelebung“, „Schockbekämpfung“ müssen situationsabhängig durchgeführt werden. Wunden keimfrei bedecken. Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen. Nach Augenkontakt: Sofort unter Schutz des unverletzten Auges ausgiebig (ca. 10 Minuten) bei geöffneten Lidern mit Wasser spülen. Nach Hautkontakt: Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen. Haut mit viel Wasser spülen. Nach Einatmen: Verletzten 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! Nach Verschlucken: Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes. Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen. Ersthelfer: Herr Helfer Tel.: 2420, Frau Gänge Tel.: 2421</p>	
SACHGERECHTE ENTSORGUNG		
<p>Nicht in Abfluss oder Mülltonne schütten! Durchtränkte Putztücher nur im speziellen widerstandsfähigen Behälter, der dicht verschlossen ist, sammeln. Behälter kennzeichnen. Stoff-/Produkt-Abfälle sowie verunreinigtes Aufsaugmaterial/Putzlappen sammeln und zur Entsorgung an den Bereich Lager/Logistik abgeben, Tel.: 2450</p>		

Anhang 4: 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 Ausnahme ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

Keine verbindlichen Rechtsnormen sind Technische Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften, BG-Regeln, BG-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 Merkblattreihen der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften- und Regelwerkes (rund 1 750 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.

Zahlreiche aktuelle Informationen bietet die Homepage der BG RCI unter www.bgrci.de/praevention.

Detailinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI sowie Bestellung siehe medienshop.bgrci.de.

Ausgewählte Anhänge und Vordrucke aus Merkblättern und BG-Regeln sowie ergänzende Arbeitshilfen werden im Downloadcenter Prävention unter downloadcenter.bgrci.de zur Verfügung gestellt.

Aktuelle Unfallverhütungsvorschriften, BG-Regeln, BG-Grundsätze und viele BG-Informationen sind auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter publikationen.dguv.de zu finden.

Nachstehend sind die in diesem Zusammenhang insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften, Regeln und andere Schriften zusammengestellt.

1. Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften

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

- (1) Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 944/2013
- (2) Richtlinie 67/548/EWG des Rates vom 27. Juni 1967 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/21/EU
- (3) Richtlinie 1999/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. Mai 1999 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Zubereitungen, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/21/EU
- (4) 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) Nr. 317/2014

- (5) Richtlinie 96/82/EG des Rates vom 9. Dezember 1996 zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen, zuletzt geändert durch Richtlinie 2012/18/EU
- (6) Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates
- (7) Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2014/33/EU
- (8) Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 1025/2012
- (9) Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, zuletzt geändert durch Richtlinie 2014/34/EU
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

2. Gesetze, Verordnungen, technische Regeln

Bezugsquelle: Buchhandel

Freier Download unter www.gesetze-im-internet.de (Gesetze und Verordnungen), www.baua.de (Technische Regeln) oder auf den Seiten des jeweiligen Bundeslandes

- (10) Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- (11) Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) mit Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR), insbesondere
- (12) Arbeitsmedizinische Regel Nr. 6.1 „Fristen für die Aufbewahrung ärztlicher Unterlagen“
- (13) Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR):
- (14) ASR A1.3: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
- (15) ASR A2.2: Maßnahmen gegen Brände
- (16) ASR A2.3: Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan
- (17) ASR A3.6: Lüftung

- (18) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
- (19) TRBS 1112 Teil 1: Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten – Beurteilungen und Schutzmaßnahmen
- (20) TRBS 2152/TRGS 720: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines
- (21) TRBS 2152 Teil 1/TRGS 721: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
- (22) TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- (23) TRBS 2152 Teil 3: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- (24) TRBS 2152 Teil 4: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken
- (25) TRBS 2153: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
- (26) Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere
- (27) TRGS 200: Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen
- (28) TRGS 201: Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- (29) Bekanntmachung 220: Sicherheitsdatenblatt
- (30) TRGS 400: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- (31) TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
- (32) TRGS 402: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
- (33) TRGS 420: Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Gefährdungsbeurteilung
- (34) TRGS 500: Schutzmaßnahmen
- (35) TRGS 510: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
- (36) TRGS 555: Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten
- (37) TRGS 600: Substitution

- (38) TRGS 800: Brandschutzmaßnahmen
- (39) TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte
- (40) TRGS 903: Biologische Grenzwerte
- (41) TRGS 905: Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe
- (42) Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG)
- (43) Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien- Verbotsverordnung – ChemVerbotsV)
- (44) Verordnung über Stoffe, die die Ozonschicht schädigen (Chemikalien-Ozonschichtverordnung – ChemOzonSchichtV)
- (45) Gesetz zum Schutz der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz – JArbSchG)
- (46) Gesetz zum Schutze der erwerbstätigen Mutter (Mutterschutzgesetz – MuSchG)
- (47) Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz (MuSchArbV)
- (48) Berufskrankheiten-Verordnung (BKV)
- (49) Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG)
- (50) Achte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Verordnung über die Bereitstellung von persönlichen Schutzausrüstungen auf dem Markt – 8. ProdSV)
- (51) Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt – GGVSEB)
- (52) Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG)
- (53) Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV)
- (54) Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung – 12. BImSchV)
- (55) 31. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen – 31. BImSchV)
- (56) Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft)

- (57) Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG)
- (58) Wasserhaushaltsgesetz (WHG) mit zugehörigen Verordnungen
- (59) Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe (VwVwS), www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/wassergefaehrdende-stoffe)
- (60) Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (Anlagenverordnung wassergefährdende Stoffe – VAwS)
- (61) Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie – LÖRÜRI)

3. Berufsgenossenschaftliche Unfallverhütungsvorschriften, Regeln, Grundsätze, Informationen und Merkblätter

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

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

- (62) Unfallverhütungsvorschrift: Grundsätze der Prävention (BGV A1)

Bezugsquellen: E & B engelhardt und bauer Druck und Verlag GmbH, Niederlassung Rhein-Neckar, Roßlauer Weg 5, 68309 Mannheim und Max Dorn Presse GmbH & Co. KG, Georg-Kerschensteiner-Straße 6, 63179 Obertshausen, www.maxdornpresse.de
Freier Download unter publikationen.dguv.de.

- (63) BG-Regel: Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) (BGR 104)

Bezugsquellen: Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de
Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) bei der BG RCI in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.

- (64) BG-Regel: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen (BGR 117-1)
- (65) Sicheres Arbeiten in Laboratorien (BGI/GUV-I 850-0)/Working Safely in Laboratories (BGI/GUV-I 850-0e), www.laborrichtlinien.de
- (66) Merkblatt A 002: Gefahrgutbeauftragte (BGI 824)
- (67) Merkblatt A 008: Persönliche Schutzausrüstungen
Kleinbroschüre A 008-1: Chemikalien-Schutzhandschuhe

- (68) Merkblatt A 009: Zusammenarbeit im Betrieb, Sicherheitstechnisches Koordinieren
- (69) Merkblatt A 010: Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- (70) Merkblatt A 013: Beförderung gefährlicher Güter (BGI 671)
- (71) Merkblatt A 014: Gefahrgutbeförderung im Pkw (BGI 744)
- (72) Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel (BGI 570)
- (73) Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog (BGI 571)
- (74) Merkblatt A 023: Hand- und Hautschutz (BGI 540)
- (75) Merkblatt A 026: Unterweisung: Gefährdungsorientierte Handlungshilfe (BGI/GUV-I 8697)
- (76) Merkblatt M 004: Reizende Stoffe, Ätzende Stoffe (BGI 595)
- (77) Merkblatt M 037: Nitrocellulose, Collodiumwolle, Cellulosenitrat (BGI 642)
- (78) Merkblatt M 039: Fruchtschädigungen – Schutz am Arbeitsplatz (BGI 537)
- (79) Merkblatt M 040: Chlorkohlenwasserstoffe (BGI 767)
- (80) Merkblatt M 043: Kaltreiniger (BGI 880)
- (81) Merkblatt M 053: Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (BGI 660)
- (82) Merkblatt M 054: Styrol, Polyesterharze und andere styrolhaltige Gemische (BGI 613)
- (83) Merkblatt M 060: Gefahrstoffe mit GHS-Kennzeichnung – Was ist zu tun? (BGI 5150)
- (84) Merkblatt M 062: Lagerung von Gefahrstoffen
- (85) Merkblatt M 063: Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen
- (86) Merkblatt T 005: Fassmerkblatt – Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden (BGI 535)
- (87) Merkblatt T 015: Eisenbahnkesselwagen für Flüssigkeiten – Befüllen und Entleeren (BGI 592)
- (88) Merkblatt T 025: Umfüllen von Flüssigkeiten – vom Kleingebinde bis zum Container (BGI 623)
- (89) Merkblatt T 026: Probenahme – Flüssigkeiten (BGI 640)

- (90) Merkblatt T 033: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (TRBS 2153/BGI 5127)
- (91) Merkblatt T 034: Gefährdungsbeurteilung im Labor (BGI 850-1)
- (92) Ordner: Gefährdungsbeurteilung – Arbeitshilfen
- (93) Praxishilfe-Ordner: Arbeitsschutz mit System
- (94) Praxishilfe-Ordner: Gerüstet für den Notfall (zur Zeit in Vorbereitung)

Bezugsquelle: Max Dorn Presse GmbH & Co. KG, Georg-Kerschensteiner-Straße 6, 63179 Obertshausen, www.maxdornpresse.de
Freier Download unter publikationen.dguv.de

- (95) BG-Regel: Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen (BGR 121)
- (96) BG-Regel: Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen (BGR 134)
- (97) BG-Regel: Benutzung von Schutzkleidung (BGR 189)
BG-Regel: Benutzung von Atemschutzgeräten (BGR/GUV-R 190)
BG-Regel: Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz (BGR 192)
BG-Regel: Benutzung von Schutzhandschuhen (BGR 195)
- (98) BG-Information: Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem DGUV Grundsatz G 26 „Atemschutzgeräte“ (BGI 504-26)
- (99) BG-Information: Von den Berufsgenossenschaften anerkannte Analysenverfahren zur Feststellung der Konzentrationen krebserzeugender Arbeitsstoffe in der Luft in Arbeitsbereichen (BGI 505-0)
BG-Information: Verfahren zur Bestimmung von Benzol (BGI 505-4)
BG-Information: Verfahren zur Bestimmung von 2-Nitropropan (BGI 505-11)
BG-Information: Verfahren zur Bestimmung von 1,2-Dichlorethan (BGI 505-48)
- (100) BG-Information: Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz (BGI 560)
- (101) BG-Information Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG) – Vorschlag für die geplanten Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung (BGI/GUV-I 790-026)

4. Normen

Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, www.beuth.de

- (102) DIN 2403: Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflusstoff
- (103) DIN V VDE V 0166/VDE V 0166: Errichten elektrischer Anlagen in Bereichen, die durch Stoffe mit explosiven Eigenschaften gefährdet sind

- (104) DIN EN 14470-1: Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke – Teil 1: Sicherheitsschränke für brennbare Flüssigkeiten
- (105) DIN 15154-1: Sicherheitsnotduschen – Teil 1: Körperduschen mit Wasseranschluss für Laboratorien
DIN 15154-2: Sicherheitsnotduschen – Teil 2: Augenduschen mit Wasseranschluss
- (106) DIN EN 1127-1: Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik
- (107) DIN EN 60079/VDE 0165: Explosionsfähige Atmosphäre
- (108) DIN EN 60079-14/VDE 0165-1: Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen
- (109) VDI 2280: Ableitbedingungen für organische Lösemittel

5. Andere Schriften und Medien

Bezugsquelle: Buchhandel oder Herausgeber

- (110) DGUV-Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, Gentner Verlag, ISBN: 978-3-87247-733-0, insbesondere
G 24: Hauterkrankungen (mit Ausnahme von Hautkrebs)
G 26: Atemschutzgeräte
- (111) G. Hommel: Handbuch der gefährlichen Güter, Springer Verlag, ISBN 978-3-642- 25428-4
- (112) 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
- (113) Brandes, Möller: „Sicherheitstechnische Kenngrößen, Band 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase“, Wirtschaftsverlag NW, ISBN 3-89701-745-8
- (114) Kühn, Birett: Merkblätter „Gefährliche Arbeitsstoffe“, Ecomed, ISBN 978-3-609-73000-4
- (115) Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley, ISBN 978-3-527-32943-4
- (116) IFA-Arbeitsmappe: Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, ISBN 978-3-503-13089-4, www.ifa-arbeitsmappedigital.de
- (117) A. Hartwig (Hrsg): Analytische Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe – Luftanalysen. Wiley-VCH, Weinheim, ISBN 978-3-527-31600-7
- (118) R. Hebisch, U. Poppek: Empfohlene Analysenverfahren für Arbeitsplatzmessungen. Dokumentation, (Herausgeber BAuA) Wirtschaftsverlag NW, 2008, ISBN 978-3-86509-771-2

6. Online-Datenbanken und Informationen im Internet

- (119) Fachwissen und Praxishilfen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz auf der Homepage der BG RCI: www.bgrci.de/praevention, www.bgrci.de/fachwissen-portal/start/ und downloadcenter.bgrci.de
- (120) Gefahrstoffinformationssystem GisChem der BG RCI: www.gischem.de
- (121) Laborportal der BG RCI: sicheres-arbeiten-im-labor.de
- (122) Informationssystem der BG RCI zum Sicheren Befahren von Behältern: sicheres-befahren.de
- (123) Gefahrstofflernportal der BG RCI: www.gefährstoffwissen.de
- (124) GESTIS-Stoffdatenbank: Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank/
- (125) Toxikologische Bewertungen der ehemaligen BG Chemie im Rahmen ihres „Programms zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen durch Arbeitsstoffe“ (auch in englischer Sprache), www.bgrci.de Seiten-ID: #AB06
- (126) GISBAU: Gefahrstoff-Informationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG Bau) www.gisbau.de, www.wingis-online.de
- (127) CHEMSAFE: Datenbank für bewertete sicherheitstechnische Kenngrößen, www.dechema.de/chemsafe.html
- (128) Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, www.baua.de
- (129) Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), www.dguv.de/ifa
- (130) Spaltenmodell zur Suche nach Ersatzstoffen des Instituts für Arbeitsschutz (IFA) der DGUV www.dguv.de/ifa → Praxishilfen
- (131) ISi – Informationssystem für Sicherheitsdatenblätter des Instituts für Arbeitsschutz (IFA) der DGUV und dem Verband der chemischen Industrie (VCI) www.dguv.de/ifa/isi
- (132) Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik: LASI-Veröffentlichung LV 45 „Leitlinien zur Gefahrstoffverordnung“ lasi.osha.de
- (133) Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS), www.dakks.de
- (134) Bundesverband der Messstellen für Umwelt- und Arbeitsschutz e.V., www.bua-verband.de/gefährstoffmessstellen.html

Bildnachweis

Die im Merkblatt verwendeten Bilder dienen nur der Veranschaulichung. Eine Produktempfehlung seitens der BG RCI wird damit ausdrücklich nicht beabsichtigt.

Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Titelbild:

Kee Klamp GmbH
Voltenseestraße 22
60388 Frankfurt/M.

Abbildung 8:

Bayer HealthCare Pharmaceuticals
Müllerstr. 178
13353 Berlin

Abbildungen 2 und 3:

AZO GmbH & Co. KG
Rosenberger Straße 28
74706 Osterburken

Abbildung 10:

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

Abbildungen 4 und 5:

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Universitätsplatz 2
39106 Magdeburg

Abbildung 11:

Dr. Peter Krommes
Dr.-Ried-Straße 5
92318 Neumarkt/Opf.

Abbildung 6:

FLUX-GERÄTE GMBH
Talweg 12
75433 Maulbronn

Abbildung 12:

BASF Coatings GmbH
Glasuritstraße 1
48165 Münster

Abbildung 7:

Atotech Deutschland GmbH
Ahornallee 4
16818 Werder/b. Neuruppin

Ausgabe 4/2014

Dieses Merkblatt können Sie über den Medienshop unter medienshop.bgrci.de beziehen.

Haben Sie zu diesem Merkblatt Fragen, Anregungen, Kritik?

Dann nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf.

- Schriftlich:
Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie,
Prävention, Wissens- und Informationsmanagement
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg
- Kontaktformular im Internet: www.bgrci.de/kontakt-schriften
- E-Mail: praevention@bgrci.de