

Gefahrstoffe

Chlorkohlenwasserstoffe



M 040

Stand: April 2019 (Vollständige Überarbeitung der Ausgabe 2/2000)

Inhaltsverzeichnis dieses Ausdrucks

| | |
|--|----|
| Titel | 4 |
| 1 Anwendungsbereich des Merkblattes | 4 |
| 2 Eigenschaften und Nachweis | 5 |
| 2.1 Physikalische und chemische Eigenschaften | 6 |
| 2.1.1 Zustand, Aussehen, Geruch, Mischbarkeit | 6 |
| 2.1.2 Brennbarkeit, Explosionsfähigkeit | 6 |
| 2.1.3 Reaktivität | 7 |
| 2.1.3.1 Stabilisatoren | 7 |
| 2.1.3.2 Leichtmetalle, leichtmetallhaltige Werkstoffe | 7 |
| 2.1.3.3 Alkali- und Erdalkalimetalle sowie deren Oxide und Hydroxide | 8 |
| 2.1.3.4 Heiße Oberflächen, Flammen, Licht | 8 |
| 2.2 Nachweis von CKW in der Luft in Arbeitsbereichen | 8 |
| 2.2.1 Orientierende Nachweisverfahren | 8 |
| 2.2.2 Anerkannte Analysenverfahren | 8 |
| 3 Verwendung, Verwendungsbeschränkungen und Ersatzstoffe/-verfahren | 9 |
| 3.1 Verwendungs- und Umgangsbeschränkungen | 9 |
| 3.1.1 Chlormethan | 10 |
| 3.1.2 Dichlormethan | 10 |
| 3.1.3 Trichlormethan (Chloroform) | 10 |
| 3.1.4 Tetrachlormethan | 11 |
| 3.1.5 Chlorethan | 11 |
| 3.1.6 1,1,1-Trichlorethan | 11 |
| 3.1.7 Trichlorethen (TRI) | 11 |
| 3.1.8 Tetrachlorethen (PER) | 11 |
| 3.2 Verwendung | 12 |
| 3.2.1 Verwendung in der Metallreinigung | 12 |
| 3.2.2 Verwendung in Textilreinigungsanlagen | 13 |
| 3.2.3 Verwendung in Klebstoffen | 13 |
| 3.2.4 Verwendung in der Kunststoffverarbeitung | 13 |
| 3.2.5 Verwendung in technischen Aerosolen | 13 |
| 3.2.6 Verwendung in Abbeizern | 13 |
| 3.2.7 Verwendung für Extraktionen | 13 |
| 3.2.8 Verwendung in Laboratorien | 14 |
| 3.2.9 Verwendung in chemischen Reaktionen | 14 |
| 4 Gesundheitsgefahren | 14 |
| 4.1 Aufnahme und Wirkungsweise | 14 |
| 4.2 Akute Gesundheitsgefahren | 15 |
| 4.3 Chronische Gesundheitsgefahren | 15 |
| 5 Gefährdungsbeurteilung | 17 |
| 5.1 Allgemeines | 17 |
| 5.2 Informationsermittlung | 18 |
| 5.2.1 Erfassung der verwendeten Stoffe und Gemische – Gefahrstoffverzeichnis | 18 |
| 5.2.2 Handlungshilfen | 19 |
| 5.3 Prüfen auf Substitution und Auswahl von Schutzmaßnahmen | 20 |
| 5.4 Arbeitsbereichsüberwachung | 20 |
| 5.5 Dokumentation und Wirksamkeitskontrolle | 21 |
| 6 Substitution | 21 |
| 7 Technische Schutzmaßnahmen | 22 |
| 7.1 Anlagen und Verfahren | 22 |
| 7.2 Laboratorien | 23 |
| 7.3 Arbeits- und Lagerräume | 25 |
| 7.4 Umfüllen | 25 |
| 7.5 Aufbewahren, Lagern, Transport | 26 |
| 7.6 Werkstoffe | 29 |
| 7.7 Wiederaufbereitung und Entsorgung | 30 |

| | |
|---|----|
| 7.8 Abluft, Abwasser | 30 |
| 7.9 Explosionsschutz | 31 |
| 8 Organisatorische Schutzmaßnahmen | 32 |
| 8.1 Betriebsanweisung | 32 |
| 8.2 Unterweisung der Beschäftigten | 32 |
| 8.3 Informationspflichten nach Störfall-Verordnung | 33 |
| 8.4 Instandhaltung | 33 |
| 8.5 Schweißarbeiten | 33 |
| 8.6 Arbeiten in Behältern und engen Räumen | 34 |
| 8.7 Einsatz von Fremdfirmen | 34 |
| 8.8 Beschäftigungsbeschränkungen und -verbote | 34 |
| 8.9 Hygiene | 34 |
| 8.10 Arbeitsmedizinische Vorsorge | 35 |
| 8.10.1 Pflichtvorsorge | 35 |
| 8.10.2 Angebotsvorsorge | 36 |
| 8.10.2.1 Nachgehende Vorsorge | 37 |
| 8.10.3 Wunschvorsorge | 37 |
| 8.10.4 Übersichtstabelle Vorsorgen bei Tätigkeiten mit CKW | 37 |
| 9 Personenbezogene Schutzmaßnahmen | 38 |
| 9.1 Atemschutz | 38 |
| 9.1.1 Filtergeräte | 39 |
| 9.1.2 Isoliergeräte | 40 |
| 9.2 Augen- und Gesichtsschutz | 40 |
| 9.3 Hand- und Hautschutz | 40 |
| 9.4 Schutzkleidung und Fußschutz | 41 |
| 10 Verhalten bei der Freisetzung von Chlorkohlenwasserstoffen | 41 |
| 10.1 Maßnahmen | 42 |
| 11 Erste Hilfe | 42 |
| 11.1 Allgemeines | 42 |
| 11.2 Generell | 43 |
| 11.3 Augen | 43 |
| 11.4 Atmungsorgane | 43 |
| 11.5 Haut | 43 |
| 11.6 Verschlucken | 44 |
| 11.7 Hinweise für den Arzt | 44 |
| Anhang 1: - Kenndaten von Chlorkohlenwasserstoffen | 44 |
| Anhang 2: Musterbetriebsanweisung | 49 |
| Anhang 3: Literaturverzeichnis | 50 |
| Bildnachweis | 61 |
| Sonstiges | 62 |

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

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

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

VISION ZERO.

NULL UNFÄLLE – GESUND ARBEITEN!

**7 VISION ZERO-
Erfolgsfaktoren**

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

Nähere Informationen zur VISION ZERO-Präventionsstrategie finden Sie unter www.bgrci.de/praevention/vision-zero.

In diesem Merkblatt besonders angesprochener Erfolgsfaktor:
„Gefahr erkannt – Gefahr gebannt“

1 Anwendungsbereich des Merkblattes

Das Merkblatt behandelt den Umgang mit Chlorkohlenwasserstoffen und deren Gemischen sowie Tätigkeiten in deren Gefahrenbereich. Nicht betrachtet werden Besonderheiten aromatischer Chlorkohlenwasserstoffe wie Polychlorierte Biphenyle (PCB) oder Vinylchlorid.

Das Merkblatt wendet sich in erster Linie an Unternehmerinnen, Unternehmer und weitere Führungskräfte, aber auch an Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Betriebsärztinnen und -ärzte und Betriebsratsmitglieder, die mit Fragen der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit befasst sind. Die Beschäftigten kann es, als Ergänzung der Betriebsanweisung, über Gefährdungen und Schutzmaßnahmen informieren.

Die beschriebenen Schutzmaßnahmen sind nicht nur bei Tätigkeiten mit reinen Chlorkohlenwasserstoffen (CKW), sondern sind in der Regel auch bei Tätigkeiten mit CKW in Gemischen erforderlich.

Dieses Merkblatt findet Anwendung auf

- **Chlormethan** (Methylchlorid),
- **Dichlormethan** (Methylenchlorid, DCM),
- **Trichlormethan** (Chloroform),
- **Tetrachlormethan** (Tetrachlorkohlenstoff),
- **Chlorethan** (Ethylchlorid),
- **1,1,1-Trichlorethan** (Methylchloroform),
- **Trichlorethen** (Trichlorethylen, TRI),
- **Tetrachlorethen** (Perchlorethylen, PER).

Von diesen Stoffen unterliegen Tetrachlormethan, Trichlormethan und 1,1,1-Trichlorethan Herstellungs- und Verwendungsverböten (siehe auch Abschnitt 3.1). Sie werden in diesem Merkblatt trotzdem betrachtet, da sie im Labormaßstab zu Forschungs-, Analyse- und wissenschaftlichen Zwecken sowie zu Lehr- und Ausbildungszwecken verwendet werden dürfen. Die genannten Verbindungen werden im Folgenden als CKW bezeichnet.

Die in diesem Merkblatt getroffenen Aussagen können sinngemäß auch auf andere, hier nicht genannte CKW und deren Gemische angewendet werden, sofern nicht andere, direkt zutreffende Informationen dem entgegenstehen.

Das Merkblatt soll die Führungskräfte unterstützen bei der

- Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen, einschließlich der Prüfung, ob Ersatzstoffe oder -verfahren vorhanden sind und angewendet werden können,
- Festlegung der zum Schutz der Menschen erforderlichen Maßnahmen und Verhaltensregeln,
- Festlegung des Verhaltens im Gefahrenfall,
- Festlegung der Erste-Hilfe-Maßnahmen,
- Ausarbeitung von Betriebsanweisungen und
- Durchführung der mündlichen Unterweisungen.

2 Eigenschaften und Nachweis

Physikalische und chemische Kenndaten sowie Kenndaten aus Regelwerken, z. B. die Kennzeichnung, sind in den Tabellen des Anhangs 1 wiedergegeben.

2.1 Physikalische und chemische Eigenschaften

2.1.1 Zustand, Aussehen, Geruch, Mischbarkeit

CKW sind in reinem Zustand klare, farblose Flüssigkeiten. Sie sind schwerer als Wasser, mit Wasser nur wenig mischbar und bilden azeotrope Gemische, die einen deutlich niedrigeren Siedepunkt aufweisen. CKW weisen zum Teil einen charakteristischen, leicht süßlichen Geruch auf.

CKW lösen zahlreiche organische Stoffe, unter anderem Öle, Fette, Harze, Lacke, Bitumen, Teere, Gummi und viele Kunststoffe.

2.1.2 Brennbarkeit, Explosionsfähigkeit

Zur Bestimmung, ob bei Flüssigkeiten eine Explosionsgefahr vorliegt, wird häufig zunächst der Flammpunkt betrachtet. Dieser gibt die niedrigste Temperatur einer Flüssigkeit an, bei der unter festgelegten Versuchsbedingungen eine Flüssigkeit brennbares Gas oder brennbaren Dampf in solcher Menge abgibt, dass bei Kontakt mit einer wirksamen Zündquelle sofort eine Flamme auftritt. Wenn die Konzentration dieses Gases oder Dampfes in Luft zwischen der unteren und der oberen Explosionsgrenze (UEG, OEG) liegt, befindet sie sich im Explosionsbereich. Dies ist der Bereich der Konzentration eines brennbaren Stoffes in Luft, in dem eine Explosion auftreten kann. (42) (125)

Eine Reihe von CKW haben unter den den Normen entsprechenden Versuchsbedingungen keinen Flammpunkt, können sich aber an stärkeren Zündquellen entzünden. Es können folgende drei Gruppen von CKW eingeteilt werden:

- Gruppe 1:** CKW mit Flammpunkt und Explosionsbereich,
- Gruppe 2:** CKW ohne Flammpunkt, aber mit Explosionsbereich,
- Gruppe 3:** CKW ohne Flammpunkt und ohne Explosionsbereich.

Bei der Festlegung der Maßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz sind diese Unterschiede zu beachten und es genügt nicht, nur den Flammpunkt als Kenngröße heranzuziehen. In Tabelle 1 sind Werte für reine Stoffe angegeben. Zu beachten ist, dass einige technische Produkte durch Zusätze von brennbaren Lösemitteln stabilisiert sind. Diese beeinflussen die genannten Kenngrößen sowie die erforderliche Zündenergie und müssen bei der Gefährdungsbeurteilung ebenfalls berücksichtigt werden.

Zu Schutzmaßnahmen vor Brand- und Explosionsgefahren siehe Abschnitt 7.9.

Tabelle 1: Brennbarkeit und Explosionsfähigkeit von CKW

| Gruppe | Lösemittel | Flammpunkt (°C) | UEG (%) | OEG (%) |
|--------|---------------------|-----------------|---------|---------|
| 1 | Chlorethan | -43 | 3,6 | 14,8 |
| | Chlormethan | -46 (berechnet) | 7,6 | 19 |
| 2 | Dichlormethan | -* | 13 | 22 |
| | 1,1,1-Trichlorethan | - | 8 | 15,5 |
| | Trichlorethen | - | 7,9 | (100)** |
| 3 | Tetrachlorethen | - | - | - |
| | Trichlormethan | - | - | - |
| | Tetrachlormethan | - | - | - |

2.1.3 Reaktivität

2.1.3.1 Stabilisatoren

Viele CKW sind chemisch unbeständig und einige zersetzen sich schon bei Raumtemperatur langsam unter Abspaltung von insbesondere Chlorwasserstoff. Die Zersetzung wird oft durch Einwirkung von Metall und Metallsalzen beschleunigt. Aus diesem Grund werden Dichlormethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen und 1,1,1-Trichlorethan für die technische Anwendung durch Zusätze stabilisiert.

Als Stabilisatoren finden Alkohole, Amine, Epoxide und zyklische Ether Anwendung. Häufig werden Mischungen verschiedener Stabilisatoren eingesetzt.

CKW, die als krebserzeugend¹ eingestufte Stabilisatoren enthalten, dürfen in Anlagen, die der 2. BImSchV unterliegen (Chemischreinigungsanlagen, Extraktionsanlagen und Oberflächenbehandlungsanlagen), nicht eingesetzt werden. (63)

2.1.3.2 Leichtmetalle, leichtmetallhaltige Werkstoffe

Mit fein verteilten Leichtmetallen (z. B. Aluminium, Titan) oder deren Legierungen reagieren manche CKW, zum Teil explosionsartig. Aus diesem Grund dürfen für die Reinigung von Werkstücken aus solchen Metallen

* Unter den Versuchsbedingungen nach DIN 51755 hat Dichlormethan keinen Flammpunkt. Unter Einsatz stärkerer Zündquellen wurde ein Flammpunkt von 5 °C ermittelt. (145)

** Sättigung. Bei hohen Volumenanteilen geht die Explosion in eine Zersetzungsreaktion über.

1 Gekennzeichnet mit den H-Sätzen H340, H350, H350i, H360D oder H360F nach CLP-Verordnung.

Dichlormethan und Trichlorethen nur verwendet werden, wenn sie hierfür besonders stabilisiert (sonderstabilisiert) sind.

Bei Fragen bezüglich sonderstabilisierter CKW sollten die Hersteller kontaktiert werden.

Die Stabilisierung kann im Laufe der Zeit oder aufgrund der Verwendung (z. B. durch Reaktion mit eingeschleppten Verunreinigungen, Destillation, Adsorption und nachfolgende Desorption) verloren gehen. Eine Kontrolle und gegebenenfalls sachkundige Nachstabilisierung sind unerlässlich.

2.1.3.3 Alkali- und Erdalkalimetalle sowie deren Oxide und Hydroxide

CKW können mit Alkali- oder Erdalkalimetallen (z. B. Lithium, Magnesium, Beryllium, Natrium) explosionsartig reagieren. Sie dürfen vor allem mit Alkalimetallen nicht in Kontakt kommen. Deren Oxide oder Hydroxide beschleunigen die Zersetzung.

2.1.3.4 Heiße Oberflächen, Flammen, Licht

CKW neigen zu thermischer Zersetzung, z. B. an heißen Oberflächen, offenen Flammen (Schweißbrenner) sowie in der Zigaretteglut. Dabei bilden sich gefährliche Zersetzungsprodukte, z. B. Chlorwasserstoff, Kohlenmonoxid, Phosgen und Chlor.

Auch Feuchtigkeit, Säuren, Laugen, Licht (UV-Anteile) oder Beimengungen aus der Anwendung können eine Zersetzung der CKW auslösen.

2.2 Nachweis von CKW in der Luft in Arbeitsbereichen

2.2.1 Orientierende Nachweisverfahren

Bei den orientierenden Verfahren wird direkt der Anteil von Halogenkohlenwasserstoffen in der Luft angezeigt. Eine Bestimmung z. B. der exakten Luftkonzentration bleibt den anerkannten Analysenverfahren vorbehalten (siehe Abschnitt 2.2.2).

Es gibt direktanzeigende Prüfröhrchen für CKW allgemein und auch speziell für Trichlorethen. Mit diesen Verfahren lassen sich CKW qualitativ und semiquantitativ nachweisen. Die verfügbaren Prüfröhrchen zeigen durch Farbanzeigen an, ob ein Stoff vorhanden ist und in welchem Konzentrationsbereich er vorliegt. Besonders zu beachten sind Querempfindlichkeiten, insbesondere gegenüber sonstigen Kohlenwasserstoffen.

2.2.2 Anerkannte Analysenverfahren

Durch Gefahrstoffmessungen in der Luft am Arbeitsplatz kann die inhalative Exposition der Beschäftigten ermittelt werden. Bei anerkannten Messverfahren werden die Gefahrstoffe über einen definierten Zeitraum gesammelt. Anschließend wird in einem analytischen Labor die gesammelte Menge des Stoffes bestimmt und daraus die Luftkonzentration errechnet.

Von den Berufsgenossenschaften anerkannte Analysenverfahren zur Feststellung der Konzentration krebserzeugender Arbeitsstoffe in der Luft am Arbeitsplatz finden sich in der DGUV Information 213-565 „Verfahren zur Bestimmung von chlorierten Kohlenwasserstoffen“. (135)

Die Gefahrstoffmessungen müssen nach TRGS 402 von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Wenn die Betriebe nicht über die notwendige Fachkunde und die notwendigen Voraussetzungen für Gefahrstoffmessungen verfügen, müssen fachkundige Stellen mit der Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition beauftragt werden. (25)

Wird eine akkreditierte Messstelle für Messungen von Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen beauftragt, kann davon ausgegangen werden, dass die von dieser Messstelle gewonnenen Erkenntnisse zutreffend sind. Akkreditierte Messstellen können über die Homepage der Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) gesucht werden. Eine Liste steht auf den Internetseiten des Instituts für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) zum Download bereit: www.dguv.de, Webcode: d4706. (25) (182) (167)

3 Verwendung, Verwendungsbeschränkungen und Ersatzstoffe/-verfahren

In Deutschland werden jährlich ca. 3,5 Mio Tonnen CKW produziert.

3.1 Verwendungs- und Umgangsbeschränkungen

Der Umgang mit aliphatischen CKW, die in Abschnitt 1 genannt sind, wird in folgenden Verordnungen geregelt:

- Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemikalienVerbotsV): u. a. Inverkehrbringen, (57)
- Chemikalien-Ozonschichtverordnung (ChemOzonSchichtV): Anzeige und Rückgewinnung der Stoffe aus Verordnung (EG) 1005/2009, (58)
- Verordnung (EG) 1005/2009 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen: Verbot der Produktion – mit bestimmten Ausnahmen für Labore, Ausgangsstoffe und Produktionshilfsstoffe –, Inverkehrbringen und Verwendung „geregelter Stoffe“ (viele FCKW, BrCKW, Tetrachlormethan und Trichlorethan); Berichtspflicht für u. a. Chlormethan (3)
- Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH): Zulassungspflichtige Stoffe, z. B. Trichlorethan, Trichlorethen, 1,2-Dichlorethan; Beschränkungen der Herstellung, des Inverkehrbringens und der Verwendung, z. B. Chlorethen, Chloroform, 1,1,2-Trichlorethan, 1,1,2,2-Tetrachlorethan, 1,1,1,2-Tetrachlorethan, Pentachlorethan, 1,1-Dichlorethen, Hexachlorethen, Dichlormethan – siehe auch Tabelle 2 (1)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV): Verwendung und Schutzmaßnahmen (21)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV): u. a. Prüfungen (17)
- Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (2. BImSchV): Einsatz von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen; Verwendung von Tetrachlorethen, Trichlorethen oder Dichlormethan in Oberflächenbehandlungsanlagen, in Chemischreinigungen und Textilausrüstungsanlagen sowie in Extraktionsanlagen. (63)

Tabelle 2: Übersicht der Verwendungsbeschränkungen nach REACH Verordnung (1)

| REACH ANHANG XVII | |
|-------------------|---|
| Trichlormethan | Darf in Stoffen und Gemischen, die zum Verkauf an die Öffentlichkeit oder zur |

| | |
|-------------------------|--|
| 1,1-Dichlorethen | Anwendung in Formen in den Verkehr gebracht werden, bei denen eine Freisetzung nicht ausgeschlossen ist, nicht in Konzentrationen von $\geq 0,1$ Gewichtsprozent enthalten sein. |
| 1,1,1-Trichlorethan | |
| Tetrachlormethan | |
| 1,1,2-Trichlorethan | |
| 1,1,2,2-Tetrachlorethan | |
| 1,1,1,2-Tetrachlorethan | |
| Pentachlorethan | |

3.1.1 Chlormethan

Chlormethan wird hauptsächlich als Methylierungsmittel, als Polymerisationsmedium für Butylkautschuk (verflüssigt bei ca. $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$), zur Veretherung von Alkoholen und Phenolen sowie bei der Silikonherstellung eingesetzt. Seine hohe Verdampfungswärme ermöglicht auch einen Einsatz als Kältemittel. Der Einsatz von Chlormethan in Anlagen, die der 2. BImSchV unterliegen, ist verboten. (63)

3.1.2 Dichlormethan

Dichlormethan wird als Lösemittel für Kunststoffe, Bitumen, Schädlingsbekämpfungsmittel, zur Metallreinigung sowie zur Extraktion von Naturstoffen, Fetten, Ölen, Harzen und Wachsen eingesetzt. Im Lebensmittelbereich darf es nach Extraktionslösungsmittelverordnung (ElmV) nur noch zur Extraktion von Koffein, Reizstoffen und Bitterstoffen aus Kaffee und Tee eingesetzt werden. (59)

In Laboratorien ist Dichlormethan ein gängiges Lösemittel bei Synthesen und Extraktionen und dient oft als Ersatz für das teurere und bereits an Luft und Licht zu Phosgenbildung neigende Trichlormethan.

Klebstoffe für spezielle Anwendungsgebiete, wie den Einsatz im Bergbau, enthalten schwer brennbare Lösemittel wie Dichlormethan. Schaumstoffkleber können ebenfalls Dichlormethan enthalten.

Gemäß 2. BImSchV darf Dichlormethan nicht beim Betrieb von Chemischreinigungs- und Textilausrüstungsanlagen eingesetzt werden. (63)

Dichlormethan wird noch in geringem Umfang, insbesondere in geschlossenen Anlagen, zum Entlacken oder zur Pelzentfettung verwendet.

3.1.3 Trichlormethan (Chloroform)

Trichlormethan wird in erster Linie als Extraktions- und Lösemittel sowie als Zwischenprodukt zur Herstellung von Chlordifluormethan, Farbstoffen, Arzneimitteln und Pestiziden verwendet. Die Verwendung in Anlagen der 2. BImSchV ist ebenfalls untersagt. (63)

In der chemischen Synthese wird es zur Herstellung von Dichlorcarben verwendet. Durch Friedel-Crafts-Alkylierung mit Benzol erhält man Triphenylmethan. Deuteriertes Trichlormethan (CDCl_3) findet in der Kernresonanzspektroskopie (NMR) als Lösemittel Verwendung.

Trichlormethan darf nur in geschlossenen Industrieanlagen oder zu Forschungs-, Analyse- sowie wissenschaftlichen Lehr- und Ausbildungszwecken verwendet werden. Das technische Produkt wird meist mit etwa 0,5–1 % Ethanol stabilisiert. Andere mögliche Stabilisatoren sind Ethylacetat oder 2-Methyl-2-buten. Fehlen Stabilisatoren, wird es durch Licht, Luft und Wärme zersetzt.

3.1.4 Tetrachlormethan

Tetrachlormethan ist ein sehr gutes Löse-, Extraktions- und Verdünnungsmittel für Fette, Öle, Harze, Kautschuk, Wachse und Lacke. Es wurde deshalb in großen Mengen in der Industrie und zur chemischen Reinigung eingesetzt. Aufgrund seiner toxischen Eigenschaften ist dies seit 1981 in Deutschland nicht mehr erlaubt. Wegen der Vergiftungsgefahr durch Phosgenbildung ist auch die Verwendung als Feuerlöschmittel nicht mehr zulässig.

Es wird noch für Sonderanwendungen in Laboratorien eingesetzt.

3.1.5 Chlorethan

Chlorethan wird als Ethylierungs-, Löse- und Extraktionsmittel eingesetzt. In der Medizin dient es zur Lokalanästhesie (Vereisung). In der Zahnmedizin dient es zur Sensibilitätsprüfung der Zähne („Vitalitätsprüfung“).

3.1.6 1,1,1-Trichlorethan

1,1,1-Trichlorethan gehört nach Verordnung (EG) 1005/2009 zu den geregelten Stoffen. Produktion, Inverkehrbringen und Verwendung sind verboten. (3)

Ausnahmeregelungen gelten für Anwendungen in Laboratorien.

3.1.7 Trichlorethen (TRI)

Aufgrund seiner guten fettlösenden Eigenschaft, Flüchtigkeit und Nichtbrennbarkeit war Trichlorethen eines der gebräuchlichsten Reinigungs-, Entfettungs- und Extraktionsmittel. Es wurde in der Metall- und Glasindustrie, bei der chemischen Reinigung und in der Textilbearbeitung eingesetzt. Noch heute ist es von Bedeutung als Zwischenprodukt bei chemischen Synthesen.

Außerdem wird es ausschließlich in Laboratorien als Lösemittel sowie bei der Asphaltanalytik zum Extrahieren von Bitumen aus Asphalt verwendet.

Für technische Anwendungen werden handelsübliche Produkte durch Zusätze (meist Amine, Alkohole oder Epoxide) stabilisiert, da TRI sich schon bei Raumtemperatur langsam unter Bildung von Chlorwasserstoff zersetzen kann.

Gemäß 2. BImSchV darf Trichlorethen nicht beim Betrieb von Chemischreinigungs-, Textilausrüstungs- sowie Extraktionsanlagen eingesetzt werden. Der Stoff ist in Anhang XIV der REACH-Verordnung im Verzeichnis der zulassungspflichtigen Stoffe aufgeführt. (63) (1)

3.1.8 Tetrachlorethen (PER)

Tetrachlorethen, auch Perchlorethen genannt, löst wie viele andere CKW auch Öle, Fette, Harze, Lacke, Bitumen, Teere, Gummi und viele Kunststoffe. Tetrachlorethen zersetzt sich schon bei Raumtemperatur unter Bildung von Chlorwasserstoff. Daher wird es für die technische Anwendung mit speziellen Stabilisatoren (Aminen, Epoxiden) versetzt. Klebstoffe für spezielle Anwendungsgebiete, wie den Einsatz im Bergbau, enthalten aufgrund seiner schweren Brennbarkeit Tetrachlorethen.

Die Verwendungen von Tetrachlorethen in Oberflächenbehandlungsanlagen, Extraktionsanlagen, Chemischreinigungs- und Textilausrüstungsanlagen sind durch die 2. BImSchV geregelt. Ein „P“ auf dem Pflegesymbol von Textiletiketten steht für die professionelle chemische Reinigung mit Perchlorethen. (63)

3.2 Verwendung

Für den Einsatz von CKW gelten heute umfangreiche gesetzliche Reglementierungen. Im Folgenden werden typische aktuelle Verwendungen aufgezeigt.

3.2.1 Verwendung in der Metallreinigung

Für die Metallreinigung in Anlagen sind laut 2. BImSchV nur noch Dichlormethan, Trichlorethen und Tetrachlorethen zulässig. An die Dichtheit der Anlagen, auch beim Befüllen und Entleeren, werden hohe Anforderungen gestellt. Das berufsgenossenschaftliche Vorschriftenwerk zur Oberflächenbehandlung kennt außer Reinigungsanlagen auch Reinigungstische und Reinigungsgeräte (siehe DGUV Information 209-088 „Reinigen von Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten“). So dürfen z. B. CKW oder deren Gemische mit brennbaren Lösemitteln in Reinigungstischen und Reinigungsgeräten nicht verwendet werden. Für Werkstücke, die sich aufgrund ihrer Form, ihrer Abmessungen oder ihres Gewichtes nicht in Reinigungsanlagen einbringen lassen und die mit CKW gereinigt werden müssen, gelten nach der 2. BImSchV besondere Ausnahmegenehmigungen. (63) (134) (63)

Werkstücke aus Leichtmetallen und deren Legierungen, die spanabhebend bearbeitet worden sind, dürfen nur mit Tetrachlorethen, sonderstabilisiertem Trichlorethen und Dichlormethan ausschließlich in geschlossenen Anlagen gereinigt werden (siehe Abschnitt 2.1.3.2).

Abbildungen 1 und 2: Metallreinigungsanlagen für kleine und große Werkstücke



3.2.2 Verwendung in Textilreinigungsanlagen

An CKW darf in Textilreinigungsanlagen nach 2. BImSchV nur Tetrachlorethen eingesetzt werden. Der Einsatz von leicht flüchtigen CKW außerhalb geschlossener Textilreinigungsanlagen zum Detachieren und zu anderen Arbeiten ist verboten. (63)

Zum Entfetten von Pelzen vor der Veredlung werden CKW in Deutschland nur noch in geringem Umfang in geschlossenen Anlagen eingesetzt.

3.2.3 Verwendung in Klebstoffen

In Klebstoffen beschränkt sich die Verwendung der CKW heute weitgehend auf den Einsatz von Tetrachlorethen zum Kleben und zum Beschichten von Transportbandrollen und Oberflächen zur Lärmdämmung. Dichlormethan wird in Spezialklebstoffen für explosionsgefährdete Bereiche im Silobau, in der Wehrtechnik und der Schaumstoffproduktion sowie zu Sonderanwendungen im Raumausstatter-Handwerk eingesetzt. Klebstoffe für den Einsatz im Bergbau enthalten schwer brennbare Lösemittel wie Dichlormethan oder Tetrachlorethen. Zur Reparatur von Gummitransportbändern wurden bis ca. 2010 trichlorethenhaltige Klebstoffe und Primer eingesetzt. Diese werden heute ebenfalls nur noch unter Tage verwendet.

3.2.4 Verwendung in der Kunststoffverarbeitung

In der Kunststoffverarbeitung findet Dichlormethan als Lösemittel in Trennmitteln, in Klebstoffen und zum Spülen und Reinigen von Prozessleitungen und Düsen Verwendung, vor allem in der Polyurethan-Herstellung und bei der Verarbeitung ungesättigter Polyesterharze.

3.2.5 Verwendung in technischen Aerosolen

Der Einsatz von CKW als Bestandteil von Gemischen in Aerosolpackungen (Spraydosen) ist stark rückläufig. Lediglich Dichlormethan findet wegen seines hervorragenden Lösevermögens bei gleichzeitig guter Vernebelbarkeit auch heute noch Verwendung, z. B. in Schmierstoff- oder Pyrethrum-Sprays und Spezialklebstoffen (siehe Abschnitt 3.1.2).

3.2.6 Verwendung in Abbeizern

Nach Anhang XVII, Nr. 59 der REACH-Verordnung darf Dichlormethan in Konzentrationen über 0,1 % nicht mehr als Farbabweizer in Verkehr gebracht und verwendet werden. Die Verwendung durch gewerbliche Verwender ist seit 2012 verboten. (1)

3.2.7 Verwendung für Extraktionen

Zur Extraktion von Fetten, Ölen, Wachsen und Harzen aus Tier- bzw. Pflanzenteilen dürfen nach der 2. BImSchV nur noch Tetrachlorethen oder Dichlormethan verwendet werden. (63)

Dichlormethan wird zur Extraktion empfindlicher Naturstoffe, z. B. bei der Herstellung von Wurzelextrakten für spezielle Pharmarohstoffe eingesetzt. Teilweise wird es heute durch alkoholische Extraktionslösungen ersetzt.

Benzol und Dichlormethan werden in diesem Bereich nicht mehr als Extraktionsmittel eingesetzt. Ethylacetat hat Dichlormethan (obwohl noch erlaubt – siehe Abschnitt 3.1.2) als Extraktionsmittel zur Entkoffeinierung ersetzt. Montanwachs wird heute durch Extraktion mittels Toluol gewonnen.

3.2.8 Verwendung in Laboratorien

CKW werden in chemischen Laboratorien vielfältig eingesetzt. Dabei dürfen auch die in der Verordnung (EG) Nr. 1005/2009 geregelten CKW (Tetrachlormethan und 1,1,1-Trichlorethan) zu Forschungs-, Entwicklungs- und Analysezwecken verwendet werden. (3)

Abbildung 3: Extraktionsanlage für Asphalt in einem Straßenbaulabor



Trichlorethen wird bei der Asphaltanalytik in Laboratorien zum Extrahieren von Bitumen aus Asphalt verwendet. Dazu können die DGUV Information 213-710 „Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) – Verwendung von Trichlorethylen bei der Prüfung von Asphalt – Waschtrommelverfahren“ und das Praxisbeispiel „Extraktion von Bitumen aus Asphaltmischgut zur Bestimmung der Rohdichte des Asphalts“ zur TRGS 460 „Vorgehensweise zur Ermittlung des Standes der Technik“, das das empfohlene Vorgehen durch betriebliche Anwendungsbeispiele verdeutlicht, herangezogen werden. (138) (30)

CKW finden als Standard in Analysenverfahren Anwendung.

3.2.9 Verwendung in chemischen Reaktionen

CKW finden als Reaktionskomponenten (z. B. in Methylierungsreaktionen) und als Lösemittel für chemische Reaktionen Verwendung.

4 Gesundheitsgefahren

4.1 Aufnahme und Wirkungsweise

CKW werden vor allem über die Atemwege in den Körper aufgenommen.

Die meisten CKW werden auch über die Haut resorbiert. Ein möglicher Hautkontakt muss daher bei der Betrachtung der Gesamtexposition am Arbeitsplatz berücksichtigt werden.

Gemeinsam ist allen eine narkotische Wirkung, ihre Giftigkeit ist aber sehr unterschiedlich. Sie können das zentrale und das periphere Nervensystem, Leber, Niere, Herz und Kreislauf, Blut, Atemwege und die Haut schädigen. Die Ausscheidung der CKW erfolgt vor allem über die Lunge, aber auch über Urin und Stuhl.

In Abhängigkeit des jeweiligen CKW, der Höhe und der Dauer der Exposition können gesundheitliche Folgen sofort oder verzögert auftreten und verschiedene Organe unterschiedlich stark betroffen sein. Die spezielle Wirkung einzelner CKW kann im Rahmen dieses Merkblattes daher nur begrenzt berücksichtigt werden. Erste Hinweise zu den Gesundheitsgefahren geben die H-Sätze, die für die hier dargestellten CKW in Anhang 1 „Kenndaten aus Regelwerken“ zu finden sind.

Weitergehende stoffbezogene Hinweise zu einzelnen Arbeitsstoffen können beispielsweise aus den Sicherheitsdatenblättern der jeweiligen Hersteller oder Gefahrstoffinformationssystemen wie GisChem oder GESTIS entnommen werden. (161) (169)

4.2 Akute Gesundheitsgefahren

Das Einatmen der Dämpfe kann akut zu Übelkeit, Kopfschmerzen, Schwindel und rauschähnlichen Zuständen führen. Sehr hohe Konzentrationen bewirken schon nach sehr kurzer Einwirkungsdauer Bewusstlosigkeit, die ohne schnelle Hilfe tödlich enden kann. Diese Gefahr besteht besonders bei Arbeiten in Behältern, Gruben, Schächten, Kellern sowie in geschlossenen Räumen bei unzureichender Be- und Entlüftung.

Das Einatmen einiger CKW kann zu Krämpfen führen, bei denen es zum Atem- und Herzstillstand kommen kann oder bei denen sich der Vergiftete verletzen kann.

Reizungen der Schleimhäute (Augen und Atemwege) können auftreten.

Expositionen gegenüber CKW können die Reizschwelle des Herzens vermindern und so zu verschiedenen Formen von Herzrhythmusstörungen führen, die auch mit Blutdruckabfall einhergehen können.

Alkoholkonsum verstärkt die Giftwirkung der meisten CKW.

Es ist zu beachten, dass bei einigen CKW Vergiftungssymptome erst zeitlich verzögert auftreten können. Charakteristisch für den Vergiftungsverlauf ist eine anfänglich kurzzeitige Phase mit Symptomen wie Kopfschmerz, Schwindel und Bewusstseinsstörung sowie Übelkeit und Erbrechen. Nach einem beschwerdefreien Intervall, kann es mit zeitlicher Verzögerung von Stunden bis zu zwei Tagen (möglicherweise auch ohne vorherige Vergiftungserscheinungen), zur Manifestation von schweren Organschäden (innere Organe, zentrales Nervensystem) kommen.

Das Verschlucken von CKW hat unter anderem schwere Magenschäden zur Folge. Bereits geringe Mengen können zum Tode führen.

Beim Rauchen in CKW-haltiger Atmosphäre oder bei Kontakt von CKW mit heißen Oberflächen, offenen Flammen (Schweißbrenner) sowie UV-Licht können giftige und ätzende Zersetzungsprodukte entstehen, z. B. Phosgen, Chlorwasserstoff, Chlor und Kohlenmonoxid (siehe Abschnitt 2.1.3.4). (99)

4.3 Chronische Gesundheitsgefahren

Die chronische Inhalation von CKW kann zu Kopfschmerzen, Nachlassen der Konzentrationsfähigkeit, Abgeschlagenheit, Schlafstörungen und Alkoholintoleranz sowie Schädigungen von Leber und Niere führen. Zusätzlich ist die Ausbildung eines psychoorganischen Syndroms (organisch bedingte Hirnleistungsschwäche mit Nachlassen der geistigen und psychischen Leistungsfähigkeit) möglich.

Vereinzelt werden Polyneuropathien (Erkrankungen des peripheren Nervensystems) nach chronischer Exposition gegenüber bestimmten CKW (Trichlorethen, Tetrachlorethen) beschrieben, die unter bestimmten Bedingungen als Berufskrankheit BK-Nr. 1317 „Polyneuropathie oder Enzephalopathie durch organische Lösungsmittel oder deren Gemische“ anerkannt werden können. (55)

Chronische Exposition gegenüber CKW kann plötzlich, z. B. nach starker körperlicher Belastung oder am vorgeschädigten Herzen, zu Herzrhythmusstörungen führen, ohne das Auftreten anderer Vergiftungssymptome.

Nach längerem Hautkontakt mit CKW können Rötungen bis hin zur Blasenbildung auftreten. Zudem wird der Haut Fett entzogen, sie wird trocken und rissig und daher anfällig für Hautkrankheiten.

Chlormethan, Chlorethan, Tetrachlormethan, Tetrachlorethen, Trichlormethan und Dichlormethan sind durch die Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-Verordnung) offiziell als krebserzeugend in die Kategorie 2² eingestuft worden. (2)

Trichlorethen ist nach der CLP-Verordnung als krebserzeugend in die Kategorie 1B³ sowie als keimzellmutagen der Kategorie 2⁴ eingestuft. Eine hohe Exposition gegenüber Trichlorethen kann Nierenkrebs verursachen, der unter bestimmten Voraussetzungen als Berufskrankheit BK-Nr. 1302 „Erkrankungen durch Halogenkohlenwasserstoffe“ anerkannt werden kann.

Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) hat folgende Einstufung vorgeschlagen, welche durch das BMAS in der TRGS 905 veröffentlicht wurden: Trichlormethan, krebserzeugend der Kategorie 1B, reproduktionstoxisch: entwicklungsschädigend (Kann das Kind im Mutterleib schädigen) der Kategorie 2 (RD 2). Tetrachlorethen, krebserzeugend der Kategorie 2, reproduktionstoxisch: entwicklungsschädigend (Kann das Kind im Mutterleib schädigen) der Kategorie 2 (RD 2). (173) (174) (51)

Tabelle 3: Übersicht KMR Einstufungen nach CLP-Verordnung (Abweichende und ergänzende Einstufungen laut TRGS 905 in Klammern) (2) (51)

| Stoff | Krebserzeugend | Mutagen | Reproduktionstoxisch: entwicklungsschädigend |
|------------------|-------------------------------|---------------|--|
| Chlormethan | Kategorie 2 | – | – |
| Dichlormethan | Kategorie 2 | – | – |
| Trichlormethan | Kategorie 2 (Kategorie 1B) | (Kategorie 2) | (Kategorie 2) |
| Tetrachlormethan | Kategorie 2 | – | – |

2 Verdacht auf karzinogene Wirkung beim Menschen.

3 Stoffe, die wahrscheinlich beim Menschen karzinogen sind. Die Einstufung erfolgt überwiegend aufgrund von Nachweisen bei Tieren.

4 Stoffe, die für den Menschen bedenklich sind, weil sie möglicherweise vererbare Mutationen in Keimzellen von Menschen auslösen können.

| | | | |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|
| Chlorethen | Kategorie 2 | – | – |
| 1,1,1-Trichlorethan | – | – | – |
| Trichlorethen | Kategorie 1 | Kategorie 2 | – |
| Tetrachlorethen | Kategorie 2 | – | (Kategorie 2) |

CKW können Berufskrankheiten nach der Anlage 1 zur Berufskrankheitenverordnung verursachen: (55)

- Berufskrankheit Nr. 1302 „Erkrankungen durch Halogenkohlenwasserstoffe“,
- Berufskrankheit Nr. 1317 „Polyneuropathie oder Enzephalopathie durch organische Lösungsmittel oder deren Gemische“,
- Berufskrankheit Nr. 5101 „Schwere oder wiederholt rückfällige Hauterkrankungen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“.

5 Gefährdungsbeurteilung (7) (12) (17) (21) (23) (78)

5.1 Allgemeines

Die Gefährdungsbeurteilung

- 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, dies können insbesondere die Fachkraft für Arbeitssicherheit oder der Betriebsarzt oder die Betriebsärztin sein, (142) (175)
- ist zu dokumentieren und auf aktuellem Stand zu halten.

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

Die mit den Tätigkeiten verbundenen inhalativen, dermalen und physikalisch-chemischen Gefährdungen sind nach Gefahrstoffverordnung unabhängig voneinander zu beurteilen und in der Gefährdungsbeurteilung zusammenzuführen. Treten bei einer Tätigkeit mehrere Gefahrstoffe gleichzeitig auf, sind Wechsel- oder Kombinationswirkungen der Gefahrstoffe – soweit bekannt – zu berücksichtigen. (21)

Über den normalen Betrieb hinaus müssen auch das An- und Abfahren von Anlagen, Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten sowie Störungen des Normalbetriebes betrachtet werden. (21)

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

- Die Merkblätter A 016 „Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel“ und A 017 „Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog“ sowie den Ordner „Gefährdungsbeurteilung – Arbeitshilfen“. (85) (86)

- Die dort enthaltenen Arbeitsblätter sind Teil des Programms GefDok light und stehen unter downloadcenter.bgrci.de zur Verfügung. (160)
- GefDok KMU, eine Software zur Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung in kleinen und mittelgroßen Betrieben. (162)
- Arbeitshilfen aus dem Praxishilfe-Ordner „Arbeitsschutz mit System“ (Word- und Excel-Dateien). (116)
- Gefahrstoffbezogene Merkblätter der M-Reihe und Merkblätter zur Sicherer Technik der T-Reihe. (96) ff. (107) ff.
- Die Schriftenreihe „Sicheres Arbeiten“, z. B. „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“ (DGUV Information 213-850). (79)
- Das Portal www.sicheres-arbeiten-im-labor.de. (164)
- Das Informationssystem sicheres-befahren.de zum Sicherem Befahren von Behältern. (165)
- Das Fachwissen-Portal Prävention auf fachwissen.bgrci.de. (159)

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

- 400er Reihe zur Gefährdungsbeurteilung, (23) ff.
- 500er Reihe zu Schutzmaßnahmen, (31) ff.
- 600er Reihe zur Substitution, (39) ff.
- 700er Reihe zum Explosionsschutz, (42) ff.
- 800er Reihe zu Brandschutzmaßnahmen, (48)
- 900er Reihe zu Grenzwerten und Beurteilungsmaßstäben. (49) ff.

5.2 Informationsermittlung

5.2.1 Erfassung der verwendeten Stoffe und Gemische – Gefahrstoffverzeichnis

Sicherheitsdatenblätter enthalten Angaben zu den Eigenschaften von CKW. Spätestens bei der ersten Lieferung sind diese vom Hersteller/Lieferanten kostenlos zu übermitteln. (1)

Oft ist es hilfreich, Informationen aus mehreren Sicherheitsdatenblättern zu vergleichen. Viele Firmen stellen auf ihrer Homepage Sicherheitsdatenblätter zum Download bereit.

Im Gefahrstoffinformationssystem GisChem der BG RCI und BGHM sind für alle wesentlichen CKW ausführliche Stoffdatenblätter zu finden. (161)

Darüber hinaus unterstützen die Berufsgenossenschaften und die DGUV ihre Mitgliedsbetriebe durch Beratungen und durch Veröffentlichungen, z. B. von Merkblättern wie diesem, toxikologischen Bewertungen und den Internetangeboten GisChem, GISBAU der BG BAU und GESTIS der DGUV. (159) (161) (171) (169)

Können die Eigenschaften der Stoffe oder Gemische nicht ermittelt werden, so sind diese bei der Gefährdungsbeurteilung (in Hinblick auf die Festlegung von Schutzmaßnahmen) so zu behandeln, als ob sie mindestens die folgenden Eigenschaften haben: (23)

- Akute Toxizität, Kategorie 3 (H331, H311, H301),
- Hautreizung, Kategorie 2 (H315),
- Keimzellmutagenität, Kategorie 2 (H341),

- Hautsensibilisierend, Kategorie 1 (H317) und
- Spezifische Zielorgantoxizität bei wiederholter Exposition, Kategorie 2 (H373).

CKW, wie auch alle anderen verwendeten Gefahrstoffe, sind in einem Gefahrstoffverzeichnis aufzulisten, welches auf aktuellem Stand zu halten ist. Folgende Angaben müssen mindestens in diesem Verzeichnis enthalten sein: (21)

- Bezeichnung der Gefahrstoffe,
- Einstufung oder Angabe der gefährlichen Eigenschaften,
- verwendete Mengen im Betrieb (Größenordnung),
- Arbeitsbereiche, in denen Beschäftigte dem Gefahrstoff ausgesetzt sein können,
- Verweis auf das Sicherheitsdatenblatt.

Informationen hinsichtlich der Bezeichnung, der Einstufung, der gefährlichen Eigenschaften, sowie Arbeitsbereiche in denen es zu einem Kontakt kommen kann sind allen betroffenen Beschäftigten, sowie ihrer Vertretung, zugänglich zu machen.

Das GisChem-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. (161)

Für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen der Gefahrenklassen Karzinogenität oder Keimzellmutagenität, Kategorie 1A oder 1B, bei denen die Gefährdungsbeurteilung eine Gefährdung der Gesundheit oder der Sicherheit der Beschäftigten ergibt, ist ein aktualisiertes Verzeichnis über die Beschäftigten zu führen, die diese Tätigkeiten ausüben. In dem Verzeichnis sind auch die Höhe und die Dauer der Exposition anzugeben, der die Beschäftigten ausgesetzt waren. Weiterhin besteht die Pflicht, das Verzeichnis 40 Jahre aufzubewahren und den Beschäftigten bei Ausscheiden einen ihre Person betreffenden Auszug auszuhändigen. Die Details dazu sind in der TRGS 410 „Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B“ konkretisiert. Die Datenbank zur zentralen Erfassung gegenüber krebserzeugenden Stoffen exponierter Beschäftigter – Zentrale Expositionsdatenbank (ZED) – ist ein freiwilliges Angebot der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) zur Erfüllung dieser Verpflichtung nach der Gefahrstoffverordnung. (28) (170)

5.2.2 Handlungshilfen

Bei der Gefährdungsbeurteilung können entsprechende Handlungshilfen staatlicher Gremien, der Unfallversicherungsträger, der Länder und Sozialpartner herangezogen werden. Hinsichtlich der Tätigkeit mit CKW wären dies beispielsweise: (23)

- VSK⁵ „Exposition von Beschäftigten gegenüber Lösemitteln bei der Metallreinigung“, (29) (174)
- VSK „Befüllen von Kanistern, Fässern und IBC mit organischen Flüssigkeiten“, (29) (177)
- TRGS 507 „Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern“, (32)
- TRGS 526 „Laboratorien“ und DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, (36) (79)
- Expositionsszenario nach REACH, (2)
- branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung,

- mitgelieferte Gefährdungsbeurteilung vom Lieferanten,
- Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU), z. B.
 - DGUV Information 213-710 „Verwendung von Trichlorethylen bei der Prüfung von Asphalt – Waschtrommelverfahren“, (138)
 - DGUV Information 213-726 „Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG)“. (139)

Die Anwendbarkeit solcher Handlungshilfen ist jeweils anhand der Fragen aus Anhang 2 TRGS 400 zu überprüfen. Gegebenenfalls müssen fehlende einzelne Angaben eigenständig ermittelt und bei der Festlegung berücksichtigt werden und die Gefährdungsbeurteilung um nicht beschriebene Betriebszustände ergänzt werden. Des Weiteren ist deren Gültigkeit regelmäßig, mindestens jedoch einmal jährlich, zu überprüfen. (23)

5.3 Prüfen auf Substitution und Auswahl von Schutzmaßnahmen (21) (39) (31)

Der Unternehmer bzw. die Unternehmerin hat Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen auszuschließen. Ist dies nicht möglich, sind sie auf ein Minimum zu reduzieren. Dazu werden geeignete Schutzmaßnahmen mit folgender Rangfolge festgelegt und angewendet:

- Substitution (siehe Kapitel 6),
- Technische Schutzmaßnahmen (siehe Kapitel 7),
- Organisatorische Schutzmaßnahmen (siehe Kapitel 8),
- Personenbezogene Schutzmaßnahmen (siehe Kapitel 9).

Es muss geprüft werden, ob Gefahrstoffe oder Verfahren durch Stoffe, Gemische, Erzeugnisse oder Verfahren ersetzt werden können, die unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht oder weniger gefährlich sind. Diese Substitutionen sind vorrangig vor anderen Schutzmaßnahmen durchzuführen.

Sind Ersatz oder Verfahrensänderungen nicht möglich, so sind geeignete technische und organisatorische Schutzmaßnahmen festzulegen. Kann auch beim Einsatz technisch und organisatorisch hochwertiger Schutzmaßnahmen eine Gefährdung der Beschäftigten nicht ausgeschlossen werden, sind persönliche Schutzausrüstungen bereitzustellen, zu verwenden und in ordnungsgemäßem Zustand zu halten.

Die Schutzmaßnahmen sind nach den geltenden Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften, nach den Technischen Regeln (TRGS, TRBS, ASR,) und sonstiger als gesichert erscheinender Erkenntnisse zu treffen und am Stand der Technik zu orientieren. u. a. (12) (17) (21) u. a. (78) (22) ff. (18) ff. (13) ff.

5.4 Arbeitsbereichsüberwachung

Ist das Auftreten von CKW in der Luft am Arbeitsplatz nicht sicher auszuschließen, ist zu ermitteln, ob die Schutzmaßnahmen ausreichend sind, bzw. die risikobasierten Beurteilungsmaßstäbe eingehalten werden. Die Arbeitsplatzgrenzwerte und ihre Überschreitungsfaktoren sind in der TRGS 900 und die Akzeptanz-, bzw. Toleranzkonzentrationen in der TRGS 910 aufgelistet. (49) (54)

Auf Nachweisverfahren wird in Abschnitt 2.2 eingegangen.

Planung, organisatorische Durchführung und Beurteilung von Konzentrationsmessungen sind in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 402 beschrieben. Ergebnisse der Ermittlungen und Messungen sind zu

dokumentieren. Bei krebserzeugenden und keimzellmutagenen Stoffen ist die Dokumentation mindestens 40 Jahre aufzubewahren. (25) (21)

5.5 Dokumentation und Wirksamkeitskontrolle (21) (23)

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

1. die Gefährdungen,
2. das Ergebnis der Prüfung auf Möglichkeiten einer Substitution,
3. eine Begründung für einen Verzicht auf eine technisch mögliche Substitution, sofern Schutzmaßnahmen nach § 9 oder § 10 der Gefahrstoffverordnung zu ergreifen sind,
4. die durchzuführenden Schutzmaßnahmen, einschließlich derer,
 - a. die wegen der Überschreitung eines Arbeitsplatzgrenzwertes (AGW) zusätzlich ergriffen wurden, sowie der geplanten Schutzmaßnahmen, die zukünftig ergriffen werden sollen, um den AGW einzuhalten, oder (49)
 - b. die unter Berücksichtigung eines Beurteilungsmaßstabs für krebserzeugende Gefahrstoffe, der nach § 20 Absatz 4 bekannt gegeben worden ist, zusätzlich getroffen worden sind oder zukünftig getroffen werden sollen (Maßnahmenplan), (54)
5. eine Begründung, wenn von VSK oder TRGS abgewichen wird, und (29)
6. die Ermittlungsergebnisse, die belegen, dass der AGW eingehalten wird oder, bei Stoffen ohne AGW, die ergriffenen technischen Schutzmaßnahmen wirksam sind (Wirksamkeitskontrolle).

Hinweise auf Arbeitshilfen für die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung siehe Abschnitt 5.1.

Die Wirksamkeit der zu treffenden oder bereits getroffenen Schutzmaßnahmen muss überprüft werden. Dazu zählt u. a.:

- Die Berücksichtigung der Ergebnisse der Arbeitsbereichsüberwachung,
- die regelmäßige Überprüfung von Funktion und Wirksamkeit technischer Schutzmaßnahmen spätestens alle drei Jahre – es können kürzere Fristen notwendig sein,
- die Überprüfung der Einhaltung organisatorischer und personenbezogener Schutzmaßnahmen.

Je nach Gefährdung der Beschäftigten sollten die Wirksamkeitskontrollen auch Biomonitoring beinhalten. Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge sind in die Wirksamkeitskontrollen einzubeziehen. (50) (8)

6 Substitution (21) (39)

Der Unternehmer bzw. die Unternehmerin hat die Pflicht zur Substitutionsermittlung, -prüfung, -entscheidung und zur Dokumentation. Sie ist für alle Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchzuführen. Sie hat Vorrang gegenüber anderen Schutzmaßnahmen. Ziel ist immer die Reduktion der Gefährdung der Beschäftigten durch die gesundheitsgefährlichen Eigenschaften des Stoffes. So ist beispielsweise die Substitution entlang einer der folgenden Zeilen anzustreben:

Akut toxisch Kat. 1 → Akut toxisch Kat. 2 → Akut toxisch Kat. 3 → Akut toxisch Kat. 4

Krebserzeugend, Keimzellmutagen, Reproduktionstoxisch (KMR) → nicht KMR

Lösemittelhaltige Systeme → wässrige Systeme

Die Überlegungen zur Substitution sind in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn sich der Unternehmer oder die Unternehmerin gegen eine technisch mögliche Substitution entscheidet.

Sollten aus der Literatur, wie z. B. den Substitutions-TRGS der 600er Reihe oder den Schriften der Unfallversicherungsträger und der Länder, mögliche Ersatzstoffe bekannt sein, so sind diese zu berücksichtigen. Sollte es aber keine Empfehlung geben, so müssen andere Möglichkeiten zur Substitutionsprüfung und Entscheidungsfindung herangezogen werden. Eine ausführlichere Beschreibung solcher Vorgehensweisen findet sich im Merkblatt M 053 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (DGUV Information 213-080). Wichtig ist, dass immer alle Eigenschaften eines Stoffes oder Gemisches berücksichtigt werden. Im Nachfolgenden sind einige Möglichkeiten der Substitutionsprüfung kurz beschrieben: (39) ff. (103)

- **Gefährdungszahl**

Sie ist der Quotient zwischen der Sättigungskonzentration eines Stoffs (Konzentration in der Gasphase über einer Flüssigkeit) und dem dazugehörigen Grenzwert. Je größer dieser Quotient ist, als je gefährlicher kann der einzelne Stoff betrachtet werden. Anhand der Gefährdungszahl lässt sich beispielsweise leicht die zu überwachende oder bei Messungen zu ermittelnde Leitkomponente innerhalb eines Bereichs herausarbeiten.

- **Spaltenmodell (168) (39)**

Dieses Modell ermöglicht, Stoffe oder Gemische anhand ihrer Eigenschaften zu vergleichen. Ein direkter Vergleich ist immer nur hinsichtlich einer Gefährdung möglich. Dafür werden Informationen benötigt, die weitgehend dem Sicherheitsdatenblatt oder dem Kennzeichnungsschild auf der Verpackung entnommen werden können.

Stoffe und ihre Ersatzstoffe werden dabei anhand ihrer H-Sätze, EUH-Sätze oder Wassergefährdungsklassen systematisch miteinander verglichen hinsichtlich ihrer

- akuten und chronischen Gesundheitsgefahren,
- Umweltgefahren und
- physikalisch-chemischen Einwirkungen (Brand, Explosion, Korrosion u. a.).

Bewertet werden weiterhin das Freisetzungsverhalten (z. B. Aggregatzustand oder Dampfdruck) und das beabsichtigte Verarbeitungsverfahren (z. B. offene, abgesaugte, geschlossene Verfahren, Möglichkeit des Hautkontakts).

- **Gefahrzahlssystem (155)**

Dieses System stellt eine Abwandlung des Spaltenmodells dar, das auch Überlegungen des einfachen Maßnahmenkonzepts der BAuA, der TRGS 401 und des Explosionsschutzes berücksichtigt. Es verwendet zudem nur noch 3 Gefahrenstufen, denen jeweils eine Gefahrzahl (GZ) 1–3 zugeordnet wird. Aus diesen GZ lässt sich dann wie folgt eine übergreifende Gefahrzahl GZ_{tot} berechnen:

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

Hiermit kann für jeden Stoff oder jedes Gemisch eine übergreifende Gefahrzahl abgeleitet werden, die den direkten Vergleich der Stoffe, Gemische oder Verfahren erlaubt.

7 Technische Schutzmaßnahmen

7.1 Anlagen und Verfahren

Beim Umgang mit CKW sind Anlagen und Arbeitsverfahren so zu gestalten, dass CKW-haltige Dämpfe nicht frei werden, und dass Beschäftigte nicht mit CKW in Hautkontakt kommen. Ist das nicht möglich, sind die Dämpfe an der Austritts- oder Entstehungsstelle vollständig zu erfassen („abzusaugen“) und anschließend ohne Gefahr für Mensch und Umwelt zu entsorgen. Bei der Gestaltung der Absaugung ist zu berücksichtigen, dass (21)

- CKW-Dämpfe schwerer sind als Luft,
- erwärmte CKW-Dämpfe zunächst leichter sein können als Luft, beim Abkühlen jedoch wieder absinken.

Das Arbeitsverfahren ist nach dem Stand der Technik zu gestalten.

Für die Probenahme müssen geeignete technische Einrichtungen genutzt werden, z. B. Schleusen, geschlossene Probenahmegefäße, Probenahmeventile ohne Toträume und ohne Nachlauf. Hinweise zur Probenahme von Flüssigkeiten gibt das Merkblatt T 026 „Probenahme – Flüssigkeiten“. (113)

Behälter sind entsprechend der Inhaltsstoffe eindeutig, deutlich erkennbar und dauerhaft zu kennzeichnen. (22)

Sichtbar verlegte Rohrleitungen sind in ausreichender Häufigkeit und gut sichtbar in unmittelbarer Nähe der gefahrträchtigen Stellen, z. B. Schieber, Anschlussstellen, zu kennzeichnen. Dies gilt auch für die Anschluss- und Entnahmestellen, um Verwechslungen zu vermeiden. (22)

Abblase-, Entlüftungs- und Entspannungsleitungen dürfen weder in Räume noch an Stellen münden, an denen Personen durch austretende Gase, Aerosole oder Flüssigkeiten gefährdet werden können. (31)

Sollten die Anlagen in einem explosionsgefährdeten Bereich stehen unterliegen sie der Prüfverpflichtung gemäß Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5 Betriebssicherheitsverordnung. Dies beinhaltet u. a. die Prüfung des Gesamtkonzepts zum Explosionsschutz alle 6 Jahre, die Prüfung von Geräten und Schutzsystemen alle 3 Jahre, sowie die jährliche Prüfung von z. B. Lüftungsanlagen und Gaswarneinrichtungen. (17)

7.2 Laboratorien (36) (79)

Arbeiten, bei denen CKW-Dämpfe oder -Gase auftreten können, dürfen grundsätzlich nur in Abzügen durchgeführt werden. Außerhalb der Abzüge dürfen 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,
- Apparaturen, die über Kühlfallen oder geeignete Absorptionsmittel geführt werden,
- wirksamen Objektabsaugungen.

Abbildung 4: Abfüllstelle in einem Abzug



Abbildung 5: Bereitstellung der CKW in einem Sicherheitsschrank neben dem Abzug



In bestimmten Fällen reicht die Verwendung einer geschlossenen Apparatur nicht aus, z. B. bei der Bitumenextraktion. Der Analysator muss entweder unter einem Abzug platziert sein, in einem Abzugschrank oder in einem separierten, belüfteten und begehbaren Raum mit Absaugung, der durch Glastüren o. Ä. einsehbar ist.

Technische Maßnahmen zur Bereitstellung und zum Umfüllen von CKW in Laboratorien siehe Abschnitt 7.5. Weiterführende Informationen über sicheres Arbeiten im Labor sind der DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen“ zu entnehmen. Informationen zu Abzügen gibt das Merkblatt T 032 „Laborabzüge – Bauarten und sicherer Betrieb“ (DGUV Information 213-857). (79) (114)

7.3 Arbeits- und Lagerräume

Räume, in denen CKW verwendet oder gelagert werden, müssen ausreichend belüftet sein.

Beim Absaugen ist zu beachten, dass CKW-haltige Luft nicht in den Atembereich der Beschäftigten gelangt. Bei der Gestaltung einer technischen Lüftung ist darauf zu achten, dass es zu keinem Lüftungstechnischen Kurzschluss kommt. Die Zuluft- und die Abluftöffnung im und die Fort- und die Außenluftöffnung außerhalb des Raumes müssen ausreichend weit auseinander liegen. Abgesaugte Luft muss ersetzt werden. (16) (119) (133)

Das schnelle und sichere Verlassen der Räume muss durch Anzahl, Lage, Bauart und Zustand von Rettungswegen und Ausgängen gewährleistet sein. Bei Tätigkeiten mit CKW, für die es Explosionsgrenzen gibt, sind die „Regeln zum Explosionsschutz“ zu beachten. Siehe auch Abschnitt 2.1.2. (15) (125)

Fußböden müssen gegen CKW beständig, dicht und fugenlos sein.

Arbeits- und Lagerräume, in denen brennbaren CKW vorhanden sind, werden mit dem Schild P 003 „Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten“ im Eingangsbereich gekennzeichnet.

Orte, Räume oder umschlossene Bereiche, die für die Lagerung erheblicher Mengen gefährlicher Stoffe oder Gemische verwendet werden, sind nach ASR A1.3 mit einem geeigneten Warnzeichen zu versehen oder gemäß TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ zu kennzeichnen. Für brennbare CKW ist das Warnzeichen W021 „Warnung vor feuergefährlichen Stoffen“. Je nach Eigenschaft können weitere Kennzeichnungen notwendig sein, z. B. das Warnzeichen W016 „Warnung vor giftigen Stoffen“. Alternativ können auch die GHS-Piktogramme verwendet werden. (13) (22)

7.4 Umfüllen

CKW sind so umzufüllen, dass eine Gefährdung der Beschäftigten durch die CKW und deren Dämpfe vermieden wird. Hinweise zum sicheren Umfüllen von Flüssigkeiten gibt das Merkblatt T 025 „Umfüllen von Flüssigkeiten“. (112)

Für CKW sind spezielle, nach dem Stand der Technik ausgerüstete Sicherheitsgebinde auf dem Markt erhältlich (siehe Abbildung 6).

Abbildung 6: Transportables Sicherheitsgebinde für CKW



Beim Befüllen und Entleeren von Anlageteilen oder Apparaturen sind technische Maßnahmen zu treffen, die ein Austreten von CKW verhindern. Eine Gefährdung der Beschäftigten wird z. B. durch Umpumpen im geschlossenen System unter Anwendung des Gaspindelverfahrens vermieden.

Für die Abfüllung von CKW mit einem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) > 9 ppm (ml/m³) und einem Siedepunkt > 50 ° C (1,1-Dichlorethan, Tetrachlorethylen, 1,1,2-Trichlorethan, 1,1,1-Trichlorethan) in Gebinden bis 250 Litern Inhalt sind in der TRGS 420 „Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien“ Bedingungen festgelegt, bei deren Erfüllung die Einhaltung von Luftgrenzwerten dauerhaft gesichert ist. Werden diese eingehalten, kann beim Umfüllen dieser CKW auf Kontrollmessungen verzichtet werden. (29)

Auf den Seiten der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin gibt es Filme, die das richtige Abfüllen von organischen Flüssigkeiten demonstrieren. (174)

7.5 Aufbewahren, Lagern, Transport

Wie alle Gefahrstoffe sind auch CKW unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften und Technischen Regeln, insbesondere der Gefahrstoffverordnung, TRGS 509 und der TRGS 510, so aufzubewahren und zu lagern, dass Mensch und Umwelt nicht gefährdet werden. Dabei sind auch Vorkehrungen zu treffen, um Missbrauch oder Fehlgebrauch zu verhindern. Behälter, durch deren Form oder Kennzeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann, dürfen nicht zur Aufbewahrung und Lagerung von Gefahrstoffen verwendet werden. Für CKW sind spezielle verschließbare Sicherheitssysteme erhältlich. (33) (34) (21)

Alle gelagerten Gefahrstoffe müssen gekennzeichnet sein. An Arbeitsplätzen dürfen Gefahrstoffe nur in Mengen vorhanden sein, die für den Fortgang der Arbeit erforderlich sind. (22) (21)

In Arbeitsräumen dürfen Gefahrstoffe nur gelagert werden, wenn die Lagerung mit dem Schutz der Beschäftigten vereinbar ist, z. B. durch die Verwendung geeigneter Sicherheitsschränke. (34)

CKW sind vor Licht- und Wärmeeinwirkung zu schützen, um eine Zersetzung zu verhindern.

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

Fässer vor physischen Beschädigungen schützen und gleichzeitig eine Zulassung als Auffangwanne zum Rückhalt eventueller Leckagemengen dienen.

Ortsbewegliche volle und entleerte Behälter sollen konzentriert an bestimmten Plätzen gelagert werden. Lagerbehälter müssen in eine Auffangeinrichtung eingestellt werden bzw. es muss ein Auffangraum vorhanden sein. Diese müssen gegenüber dem Lagergut beständig und undurchlässig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. (34)

Die Auffangeinrichtung bzw. der Auffangraum bei Fass- oder Gebindelagern muss mindestens den Rauminhalt des größten Behälters fassen können oder (34)

- 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 und geerdet sein. (34)

Für die Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten in ortsbeweglichen Behältern fordert die TRGS 510 Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit von der gelagerten Menge und der Einstufung der Stoffe. Eine Übersicht bietet Tabelle 4.

Tabelle 4: Lagerung brennbarer Gefahrstoffe (34)

| | | H224 Extrem entzündbar | H225 Leicht entzündbar | H226 Entzündbar | Brennbare Flüssigkeiten ohne Kennzeich- nung und Flamm- punkt ≤ 370 °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) | ≤ 2,5 l/pro Behälter | | | |
| 1.2 | nicht zerbrechliche Behälter (außerhalb Lager) | ≤ 10 l/pro Behälter | | | |
| 2 | Zusätzliche und besondere Schutzmaßnahmen nach TRGS 510 | | | | |
| 2.1 | Maßnahmen (siehe nächste Zeile) als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung | ≤ 200 kg | | ≤ 1000 kg | |
| 2.2 | Maßnahmen nach Nr. 5 und Nr. 12 der TRGS 510 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 | | | | |
| 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 | |

- 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 m² 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.
- 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.

Bei der Zusammenlagerung mit anderen Gefahrstoffen können Zusammenlagerungsverbote bestehen. Diese sind in der TRGS 510 geregelt. (34)

Lageranlagen mit einem Gesamtrauminhalt von mehr als 10 000 Litern entzündbaren Flüssigkeiten bedürfen der Erlaubnis nach § 18 Abs. 1 der Betriebssicherheitsverordnung. Darüber hinaus sind eventuell Maßnahmen nach Störfall-Verordnung zu treffen. (17) (65)

Ausführliche Hinweise zur Lagerung von Gefahrstoffen enthalten die Merkblätter M 062 „Lagerung von Gefahrstoffen“ (DGUV Information 213-084) und M 063 „Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ (DGUV Information 213-085). (105) (106)

Den Transport von Gefahrstoffen auf öffentlichen Verkehrswegen regeln eine Reihe nationaler und internationaler verkehrsrechtlicher Vorschriften. Einzelheiten enthalten die Merkblätter A 013 „Beförderung gefährlicher Güter“ (DGUV Information 213-052), A 014 „Gefahrgutbeförderung in Pkw und in Kleintransportern“ (DGUV Information 213-012) und die kurz & bündig-Schrift 008 „Gefahrgut im Pkw und Kleintransporter – Kleinmengen“. (83) (84) (93)

7.6 Werkstoffe

Um eine unkontrollierte Freisetzung von CKW auszuschließen, müssen die verwendeten Werkstoffe der Anlagen, Lagerbehälter, Schlauchleitungen, Dichtungen und Schutzeinrichtungen für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sein und den zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen genügen. (63) (141)

Generell geeignete Werkstoffe für den Einsatz mit CKW sind Kohlenstoffstähle, Edelmehle oder auch Glas. Geschweißter Kohlenstoffstahl ist ein gängiger Werkstoff für Tanks zur Aufbewahrung größerer Mengen CKW. Falls Rostbildung ausgeschlossen werden muss, kann rostfreier Stahl in der jeweiligen geeigneten Güte verwendet werden. Auch die Verwendung von heiß verzinktem oder beschichtetem Stahl ist möglich. Aluminium, Magnesium und deren Legierungen weisen gegenüber CKW eine ungenügende Beständigkeit auf. (184)

Als Material für Rohrleitungen, die mit CKW beaufschlagt werden, eignet sich ebenfalls Edelstahl. Die Verbindungen zwischen einzelnen Rohren werden meistens als Schweiß- oder Flanschverbindungen ausgeführt. Steckmuffen- und Lötverbindungen sind für CKW nicht geeignet.

Für die Auskleidung von Rohrleitungen und als Dichtungsmaterial werden spezielle Kunststoffe eingesetzt, z. B. Polytetrafluorethen (PTFE), Polyfluorethenpropen (PFEP), Furanharze und Fluorkautschuk (FKM). Gute Ergebnisse erzielen auch Zink-Silikat-Beschichtungen oder eine Beschichtung aus bei hoher Temperatur getrockneten Phenolharzen. Bei der Wahl der Beschichtung sollte auf die einfache Durchführbarkeit der Reparaturen geachtet werden. (184)

Starre Rohrleitungen sind gegenüber flexiblen Schlauchleitungen zu bevorzugen, da sie die sichereren Verbindungen darstellen. Kupplungen und Anschlüsse sind bei flexiblen Schlauchverbindungen oft Schwachstellen und müssen daher einer regelmäßigen Kontrolle und Wartung unterliegen. Bei Einsatz von flexiblen Schlauchverbindungen sind nahtlose flexible Edelstahlschläuche oder mit PTFE ausgekleidete Verbundschläuche zu verwenden. Alternativ sind Auskleidungen mit Vinyl-Hexafluorpropylen, Tetrafluorethylen-Fluormethylen-Vinylether oder Fluorkautschuk möglich. Zusätzliche Hinweise zur sicheren Verwendung von Schlauchleitungen sind auch dem Merkblatt T 002 „Schlauchleitungen-Sicherer Einsatz“ (DGUV Information 213-053) zu entnehmen. (107)

Kunststoffe sind als Material für Behälter und Rohrleitungen in der Regel ungeeignet, da sie bestimmte Grundanforderungen wie z. B. Dampfdurchlässigkeit sowie mechanische und chemische Beständigkeit bei ständiger Einwirkung von CKW meist nicht erfüllen. (184) (97)

Informationen zur Beständigkeit unterschiedlicher Werkstoffe können u. a. den DECHEMA-Werkstofftabellen entnommen werden. Auch Anfragen bei den CKW-Produzenten können benötigte Angaben zu beständigen Werkstoffen liefern. (181)

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

- DIN 6601: Liste geeigneter Werkstoffe zur Herstellung von Tanks zur Lagerung von Flüssigkeiten inkl. CKW. (144)
- BAM-Liste: Liste, die von der BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und -Prüfung) erstellt und veröffentlicht wird über Anforderungen an Tanks zur Beförderung gefährlicher Güter. (180)

7.7 Wiederaufbereitung und Entsorgung

Da die Stabilisierung von Tetrachlorethen und anderen sonderstabilisierten CKW durch Reaktion mit eingeschleppten Verunreinigungen sowie durch Destillation und Abluftreinigung (Adsorption und nachfolgende Desorption) verloren gehen kann, dürfen derart behandelte CKW ohne sachkundige Kontrollen nicht mehr für die Behandlung von Metallen, insbesondere von Leichtmetallen und deren Legierungen, eingesetzt werden (siehe Abschnitte 2.1.3.1 und 2.1.3.2). Gegebenenfalls ist der Hersteller oder Lieferant zu Rate zu ziehen.

Durch die Stabilisatorverarmung und Zersetzung der CKW (siehe auch Abschnitte 2.1.3.1 und 2.1.3.2) sinkt meistens der pH-Wert. Daher wird empfohlen, die Stabilität der CKW durch Messen des pH-Wertes im wässrigen Auszug zu kontrollieren. Dazu eignen sich z. B. pH-Messgeräte oder Farbindikatoren. Bei den meisten sonderstabilisierten CKW empfiehlt es sich zusätzlich, die Säureaufnahmefähigkeit mit einem Testkit des Herstellers bzw. Lieferanten zu prüfen. Wenn der Test eine Versäuerung der Anlage anzeigt, ist diese zu entleeren und zu reinigen. Zur Neutralisation eignet sich z. B. eine 5%ige wässrige Natriumcarbonatlösung.

Nach Kreislaufwirtschaftsgesetz hat die Verwertung von Abfällen Vorrang vor deren Beseitigung, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Abfälle, Rückstände und verunreinigte Leergebinde, die CKW enthalten können, müssen sachgemäß als gefährlicher Abfall entsorgt werden. Dies kann durch Rückgabe an den Lieferanten oder Beauftragung eines Entsorgungsfachbetriebes geschehen. (70)

Die Bestimmungen der „Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel“ sind zu beachten. Nach dieser dürfen die in den dort genannten Anlagen als Lösemittel eingesetzten CKW nach Gebrauch nicht miteinander vermischt werden. (71)

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

7.8 Abluft, Abwasser

CKW sind typischerweise deutlich wassergefährdend (WGK 2) oder stark wassergefährdend (WGK 3). Aus der Einstufung ergeben sich technische und organisatorische Anforderungen an Anlagen (z. B. Rückhalteflächen und Rückhaltevolumen oder Prüfpflichten) aber auch Anforderungen an Sachverständige und Fachbetriebe.

Der Abgabe von CKW in Abwasser, Oberflächengewässer und in die Umgebungsluft sind gesetzlich enge Grenzen gesetzt. Hierfür gibt es Grenzwerte aus gesetzlichen Regelungen und Auflagen wie z. B.

- Wasserhaushaltsgesetz (WHG), Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV), (72) (73)
- Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (AbwV), (74)
- Indirekteinleiterverordnung der jeweiligen Bundesländer sowie kommunale Vorgaben, (77)
- Bundesimmissionsschutzgesetz und TA Luft. (62) (66)

Für Oberflächenbehandlungsanlagen, Chemischreinigungs- und Textilausrüstungsanlagen sowie Extraktionsanlagen legt die „Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen

Halogenkohlenwasserstoffen“ (2. BImSchV) fest, dass die Abluft einem Abscheider zugeleitet wird, der die Einhaltung des Emissionsgrenzwertes sicherstellt. (63)

7.9 Explosionsschutz

CKW, die einen Explosionsbereich aufweisen, bilden Dampf-Luft-Gemische, die bei Anwesenheit von hinreichend starken Zündquellen zur Explosion gebracht werden können. Gemäß § 11 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung haben der Unternehmer oder die Unternehmerin zur Vermeidung von Brand- und Explosionsgefährdungen Maßnahmen nach folgender Rangfolge zu ergreifen: (21)

1. Gefährliche Mengen oder Konzentrationen von Gefahrstoffen, die zu Brand- oder Explosionsgefährdungen führen können, sind zu vermeiden.
2. Zündquellen oder Bedingungen, die Brände oder Explosionen auslösen können, sind zu vermeiden.
3. Schädliche Auswirkungen von Bränden oder Explosionen auf die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten und anderer Personen sind so weit wie möglich zu verringern.

Sind Schutzmaßnahmen nach Punkt 2 erforderlich, empfiehlt es sich, die verbleibenden Bereiche je nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen zu unterteilen. Werden keine Zonen eingeteilt, sind Schutzmaßnahmen entsprechend der größtmöglichen Gefährdung zu treffen. Hiervon kann grundsätzlich abgewichen werden, jedoch muss dies in der Gefährdungsbeurteilung begründet und das gleiche Schutzniveau nachgewiesen werden. Die Zoneneinteilung dient als Arbeitshilfe für die Unternehmerin oder den Unternehmer, da sie die Auswahl von Geräten und Schutzsystemen entsprechend ihrer Eignung⁶ für die jeweilige Zone erlaubt. (42) (45) (47) (21)

Bei Arbeiten in Zone 1 müssen neben der erforderlichen Erdung von Apparaten, Geräten und Leitungen auch Kleidung und persönliche Schutzausrüstungen sowie der Fußboden ausreichend ableitfähig sein. Zu Einzelheiten hierzu siehe TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“. (47)

Bei CKW, die einen Explosionsbereich, jedoch keinen Flammpunkt aufweisen (siehe auch Abschnitt 2.1.2), dürfen auch Geräte und Schutzsysteme verwendet werden, die für die jeweils um eine Stufe weniger gefährdeten Zonen geeignet sind, sofern nicht besondere Umstände des Einzelfalls dies verbieten. In Zone 2 müssen jedoch elektrische Arbeitsmittel mit der Schutzart mindestens IP 5X, bei Motoren IP 4X, eingesetzt werden. Weiterhin müssen auch hier entsprechende Oberflächentemperaturen eingehalten und offene Flammen vermieden werden. (43)

| Explosionsgefährdeter Bereich/Zone | Gerätegruppe II Kategorie | |
|------------------------------------|---|--|
| | Nach Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) zulässig | Bei CKW mit EX-Bereich, aber ohne Flammpunkt ebenfalls zulässig ⁷ (125) |
| 0 | 1 | 2 |

6 Entsprechend der 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 („ATEX 114-Richtlinie“), umgesetzt durch die 11. ProdSV (Explosionsschutzprodukteverordnung). (5) (68)

7 Falls nicht besondere Gründe im Einzelfall dagegen sprechen.

| | | |
|---|---------|----------------------------|
| 1 | 1, 2 | 3 |
| 2 | 1, 2, 3 | (feuergefährdeter Bereich) |

8 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Da es sich bei CKW um Gefahrstoffe im Sinne der Gefahrstoffverordnung handelt, müssen auch die in dieser beschriebenen allgemeinen organisatorischen Schutzmaßnahmen angewandt werden. Dies betrifft neben der Informationspflicht an die Beschäftigten in Form von Betriebsanweisungen und regelmäßiger Unterweisung auch andere allgemein gültige Pflichten, wie beispielsweise die Kennzeichnungspflicht, gegebenenfalls notwendige Maßnahmen gemäß Störfallverordnung sowie Schutzmaßnahmen bei Arbeiten in Behälter, Silos und engen Räumen. (21) (65) (126)

8.1 Betriebsanweisung (21) (37)

Nach § 14 Gefahrstoffverordnung ist eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisung zu erstellen. Sie muss genaue Angaben über die im Einzelfall für Mensch und Umwelt möglichen Gefahren sowie die zu deren Abwehr erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln enthalten. Auf die sachgerechte Entsorgung gefährlicher Abfälle, das Verhalten im Gefahrenfall und Erste-Hilfe-Maßnahmen ist ebenfalls einzugehen. Die Betriebsanweisung ist in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekanntzumachen. Die Betriebsanweisung muss jederzeit von den Beschäftigten eingesehen werden können.

Hinweise zur Gestaltung von Betriebsanweisungen gibt das Merkblatt A 010 „Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (DGUV Information 213-051). Eine Musterbetriebsanweisung für eine Bitumenextraktionsanlage mit Trichlorethen ist in Anhang 2 abgedruckt. (82)

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

8.2 Unterweisung der Beschäftigten (21) (37) (88) (117)

Unterweisungen anhand der Betriebsanweisung müssen vor der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

Es kann erforderlich sein, die Unterweisung durch die praktische Vorführung einzelner Maßnahmen vor Ort und durch Einüben seitens der Beschäftigten zu ergänzen, z. B. durch Übungen für den Schadensfall, wie Feuerlöschübungen. Die Verwendung von persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) gegen tödliche Gefahren oder bleibende Gesundheitsschäden sind unter sachkundiger Anleitung zu üben, z. B. die Verwendung von Atemschutzgeräten oder PSA gegen Absturz. (78)

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

Teil der Unterweisung ist ferner eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung. Diese dient auch zur Information der Beschäftigten über die Voraussetzungen, unter denen sie Anspruch auf arbeitsmedizinische Vorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge haben, und über deren Zweck. (8)

8.3 Informationspflichten nach Störfall-Verordnung (65)

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

8.4 Instandhaltung

Verschiedene Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Abbrucharbeiten in oder an Anlageteilen, Apparaturen oder Einrichtungen, in denen CKW vorkommen können, bedürfen einer schriftlichen Erlaubnis.

Instandsetzungs- und Abbrucharbeiten dürfen nur von Fachbetrieben durchgeführt werden.

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

- Arbeiten in Behältern und engen Räumen, (126)
- Feuerarbeiten, wenn Feuer- und Explosionsgefahren nicht sicher auszuschließen sind, z. B. Schweißen, Schneiden, Löten, Anwärmen. (118)

In der Erlaubnis sind die notwendigen Schutzmaßnahmen festzulegen, z. B. vollständige Entleerung der Apparatur, sichere Unterbrechung der zuführenden Leitungen, Prüfung auf mögliche Produktreste, personenbezogene Schutzmaßnahmen beim Öffnen, Reinigen mit geeigneten Mitteln, Konzentrationsmessungen. Sollten die Anlagen in einem explosionsgefährdeten Bereich stehen, unterliegen sie bei Instandhaltungsarbeiten der Prüfverpflichtung gemäß Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 4 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). Hierzu kann auch die TRBS 1201 Teil 3 „Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU“ zu Rate gezogen werden. (17) (20)

Messgeräte für CKW können auch als Halogenlecksuchgeräte eingesetzt werden.

8.5 Schweißarbeiten

Kann auf die Verwendung von CKW bei der Reinigung und Entfettung von zu schweißenden Werkstücken nicht verzichtet werden, müssen weitere Schutzmaßnahmen getroffen werden. Dies sind z. B.:

- sicherstellen, dass die zu schweißenden Teile frei von CKW sind,
- räumliche Trennung von Schweißbereichen und Entfettungsanlagen,
- keine CKW im Bereich der Schweißplätze offen aufbewahren oder verwenden,
- beim Schweißen Absaugeinrichtungen verwenden,
- gegebenenfalls zeitliche Trennung der beiden Arbeitsschritte.

Siehe hierzu auch Abschnitt 2.1.3.4.

8.6 Arbeiten in Behältern und engen Räumen

Arbeiten in Behältern und engen Räumen dürfen nur mit schriftlicher Erlaubnis (Erlaubnisschein oder Freigabeschein genannt), nach Festlegung der entsprechenden Schutzmaßnahmen und nach mündlicher Unterweisung der Beschäftigten ausgeführt werden. Mit den Arbeiten darf erst begonnen werden, nachdem der oder die Aufsichtführende festgestellt hat, dass die schriftlich festgelegten Maßnahmen getroffen sind.

Einzelheiten sind festgelegt in der DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“. (126)

8.7 Einsatz von Fremdfirmen (21) (78) (140)

Werden Arbeiten an andere Unternehmen (Fremdunternehmen) vergeben, müssen diese über mögliche Gefahren informiert, die erforderlichen Schutzmaßnahmen vereinbart und im Einzelnen schriftlich festgelegt werden. Darüber hinaus wird in Abstimmung mit den Fremdunternehmen schriftlich ein Koordinator oder eine Koordinatorin mit Weisungsbefugnis in Fragen der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes gegenüber allen beteiligten Arbeitsgruppen bestellt.

8.8 Beschäftigungsbeschränkungen und -verbote

Beschäftigungsbeschränkungen und -verbote sind z. B. zu beachten, wenn Jugendliche, werdende oder stillende Mütter besonders gefährliche Tätigkeiten oder mit bestimmten Gefahrstoffen Tätigkeiten ausüben sollen.

Jugendliche ab 15 Jahren dürfen nach Jugendarbeitsschutzverordnung nur dann Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausführen, wenn diese zum Erreichen des Ausbildungszieles erforderlich, ein eventueller Arbeitsplatzgrenzwert unterschritten ist und die Aufsicht durch einen Fachkundigen sowie betriebsärztliche und sicherheitstechnische Betreuung gewährleistet ist. (60)

Bei werdenden oder stillenden Müttern muss die Gefährdung durch Gefahrstoffe separat beurteilt werden. Eine unverantwortbare Gefährdung muss ausgeschlossen sein. Das Mutterschutzgesetz nennt in § 11 bestimmte Einstufungen, bei denen in jedem Fall von einer unverantwortbaren Gefährdung ausgegangen werden muss, z. B. akute Toxizität Kategorie 1–3, und Ausnahmetatbestände. (61)

8.9 Hygiene (21)

Technische und organisatorische Maßnahmen sollen den Kontakt zu CKW, bzw. deren Aufnahme durch den Menschen verhindern. Hygienemaßnahmen unterstützen dies.

Der Arbeitsplatz und die Arbeitsmittel sind sauber zu halten, Verunreinigungen sind unverzüglich mit geeigneten Mitteln zu beseitigen.

CKW haben eine entfettende Wirkung auf die Haut. Der Hydrolipidfilm (Wasser-Fett-Film) der Haut wird geschädigt und die Haut rissig und trocken. CKW dürfen deshalb nicht zur Hautreinigung verwendet werden! (87)

Zum Schutz vor Hautkrankheiten sind vor Pausen und nach der Arbeit angemessene Hautreinigungs- und Hautschutzmaßnahmen durchzuführen (siehe dazu Abschnitt 9.3).

Für Tätigkeiten, bei denen die Gefahr einer Kontamination besteht, sind getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für die Arbeits- oder Schutzkleidung einerseits und die Straßenkleidung andererseits zur Verfügung zu stellen.

Arbeitskleidung, Schutzkleidung und persönliche Schutzausrüstungen, die durch CKW verunreinigt sind, müssen umgehend gewechselt und gründlich gereinigt oder erforderlichenfalls sachgerecht entsorgt werden.

Rauchen ist bei Arbeiten mit CKW verboten.

Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer hat sicherzustellen, dass die Beschäftigten in Bereichen, in denen sie Gefahrstoffen ausgesetzt sind, weder essen, trinken oder sonstige Genussmittel zu sich nehmen. Es sind stattdessen Möglichkeiten zu schaffen, Nahrungsmittel und Getränke gefahrlos aufbewahren und konsumieren zu können. In Laboratorien, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausgeübt werden, dürfen Lebens- und Genussmittel generell nicht hineingebracht werden. (36) (79)

8.10 Arbeitsmedizinische Vorsorge (8)

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

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

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

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

In den folgenden Abschnitten ist beispielhaft aufgeführt, bei welchen der genannten CKW eine gesundheitliche Gefährdung möglich sein kann und arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten oder zu veranlassen ist. Arbeitsmedizinische Vorsorge kann auch aufgrund mit der Tätigkeit verbundenen zusätzlichen Gefährdungen notwendig sein. Hier ist beispielsweise das Tragen von persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) zu nennen. Um konkret zu überprüfen, in welchen Fällen und in welchen Zeitabständen arbeitsmedizinische Vorsorge zu veranlassen ist, sind die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge und die arbeitsmedizinische Regel (AMR) 2.1 „Fristen für die Veranlassung/das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge“ heranzuziehen. (9)

Aufgrund weiterer Gefährdungen im Arbeitsbereich, auch bei Änderungen im Arbeitsumfeld, kann das Veranlassen oder Anbieten weiterer arbeitsmedizinischer Vorsorgen notwendig werden. Weitere Informationen dazu bietet z. B. die kurz & bündig-Schrift KB 011-2 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 2: Ermittlung der Vorsorgeanlässe“. (95)

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

Einen Überblick über die arbeitsmedizinische Vorsorge gibt die kurz & bündig-Schrift KB 011-1 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 1: Grundlagen und Hinweise zur Durchführung“. (94)

8.10.1 Pflichtvorsorge

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

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

Eine Pflichtvorsorge ist notwendig, wenn bei denen im Anhang Teil 1 Absatz 1 der ArbMedVV genannten Gefahrstoffe

- a. der Arbeitsplatzgrenzwert für den Gefahrstoff nicht eingehalten wird oder
- b. der Gefahrstoff oder ein Gemisch als krebserzeugend oder keimzellmutagen der Kategorie 1A oder 1B eingestuft ist oder die Tätigkeiten mit dem Gefahrstoff oder dem Gemisch als krebserzeugende Tätigkeiten oder Verfahren Kategorie 1A oder 1B bezeichnet werden **und** eine wiederholte Exposition nicht ausgeschlossen werden kann oder
- c. der Gefahrstoff hautresorptiv ist und eine Gesundheitsgefährdung durch Hautkontakt nicht ausgeschlossen werden kann.

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

- Tetrachlorethen,
- Trichlorethen.

Werden regelmäßig mehr als vier Stunden Feuchtarbeit pro Schicht verrichtet, ist eine Pflichtvorsorge zu veranlassen. Das Tragen flüssigkeitsdichter Handschuhe gilt aufgrund des Schwitzens im Handschuh als Feuchtarbeit. (24)

Für Trägerinnen und Träger von Atemschutzgeräten der Gruppen 2 und 3 nach AMR 14.2 ist ebenfalls eine Pflichtvorsorge zu veranlassen. (10)

8.10.2 Angebotsvorsorge

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

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

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

CKW, bei denen, abhängig von der Tätigkeit und der Exposition, eine Angebotsvorsorge anzubieten ist, sind beispielsweise:

- Dichlormethan,
- Tetrachlormethan,
- 1,1,1-Trichlorethan,
- Trichlorethen,

- Trichlormethan,
- Tetrachlorethen.

Eine Vorsorge ist zudem bei Feuchtarbeit (z. B. Tragen flüssigkeitsdichter Handschuhe) von mehr als 2 Stunden pro Schicht oder für Trägerinnen und Träger von Atemschutzgeräten der Gruppe 1 nach AMR 14.2 anzubieten. (10)

8.10.2.1 Nachgehende Vorsorge

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

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

Für folgende, in diesem Merkblatt genannte CKW, ist nachgehende Vorsorge anzubieten:

- Trichlorethen,
- Trichlormethan.

8.10.3 Wunschvorsorge

Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat den Beschäftigten auf ihren Wunsch hin arbeitsmedizinische Vorsorge zu ermöglichen. Der Anspruch besteht nur dann nicht, wenn aufgrund der Beurteilung der Arbeitsbedingungen und der getroffenen Schutzmaßnahmen nicht mit einem Gesundheitsschaden zu rechnen ist. Siehe Arbeitsmedizinische Empfehlung (AME) „Wunschvorsorge“. (11)

8.10.4 Übersichtstabelle Vorsorgen bei Tätigkeiten mit CKW

Tabelle 6 zeigt bei welchen der in Kapitel 1 genannten Stoffe ein Anlass für arbeitsmedizinische Vorsorge bestehen kann:

Tabelle 6: Arbeitsmedizinische Vorsorgen bei Tätigkeiten mit Chlorkohlenwasserstoffen nach ArbMedVV

| | Pflichtvorsorge | Angebotsvorsorge | Nachgehende Vorsorge |
|----------------|-----------------|------------------|----------------------|
| Chlormethan | | | |
| Dichlormethan | | • | |
| Trichlormethan | | • | • |

| | | | |
|---------------------|---|---|---|
| Tetrachlormethan | | • | |
| Chlorethan | | | |
| 1,1,1-Trichlorethan | | • | |
| Trichlorethen | • | • | • |
| Tetrachlorethen | • | • | |

Gegebenenfalls ist eine Wunschvorsorge zu ermöglichen.

Diese Tabelle entbindet die Unternehmerin bzw. den Unternehmer jedoch nicht von der Verpflichtung anhand einer betriebsspezifischen Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, welche Form der arbeitsmedizinischen Vorsorge angemessen ist.

Zusätzliche Informationen, insbesondere zur Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge gemäß der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV), sind auch in den DGUV Grundsätzen für arbeitsmedizinische Untersuchungen unter G 14 „Trichlorethen und andere Chlorkohlenwasserstoff-Lösungsmittel“ enthalten. DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen stellen Handlungsempfehlungen für Betriebsärztinnen und -ärzte dar. (154) (141)

9 Personenbezogene Schutzmaßnahmen

Wenn eine Gefährdung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit CKW durch technische und organisatorische Maßnahmen allein nicht ausgeschlossen werden kann, muss vom Unternehmer oder von der Unternehmerin sichergestellt werden, dass geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt, in gebrauchsfertigem, hygienisch einwandfreiem Zustand gehalten und gemäß Betriebsanweisung benutzt werden.

Persönliche Schutzausrüstungen (PSA) benötigen eine CE-Kennzeichnung. Diese zeigt, dass die PSA den Anforderungen der europäischen Richtlinien entspricht (Konformitätserklärung). (6)

9.1 Atemschutz

Besteht die Gefahr des Einatmens von CKW, z. B. bei Reparaturarbeiten, bei Arbeiten in Behältern und engen Räumen oder bei unkontrollierten Betriebszuständen (z. B. Betriebsstörungen), sind geeignete Atemschutzgeräte bereitzustellen und zu benutzen. Die Bereitstellung und Benutzung muss erfolgen, wenn der AGW oder die Toleranzkonzentration nicht eingehalten wird. Bei Einhalten der Toleranzkonzentration aber Überschreiten der Akzeptanzkonzentration ist Atemschutz zur Verfügung zu stellen und es wird dringend empfohlen, ihn während der Dauer einer erhöhten Exposition zu tragen.

Das Tragen von belastenden Atemschutz und Vollschutzanzügen darf keine ständige Maßnahme sein. Die DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ gibt entsprechende Tragezeitbegrenzungen vor. (121)

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

Die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) gibt vor, ob beim Tragen von Atemschutzgeräten Pflicht- oder Angebotsvorsorgen zu veranlassen oder anzubieten sind, siehe Abschnitt 8.10. (8)

Die in den folgenden Abschnitten genannten Atemschutzgeräte sind für den Einsatz bei Tätigkeiten mit CKW geeignet.

9.1.1 Filtergeräte

Geeignete Filtergeräte (abhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkend) für Tetrachlormethan, 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen und Tetrachlorethen sind Filtergeräte mit Gasfilter, Filtertyp A gemäß DIN EN 14387, Kennfarbe braun. Sie dürfen nur dann verwendet werden, wenn die gesamte Schadstoffkonzentration einschließlich dieser Stoffe in der Umgebungsatmosphäre bei (152)

- 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.

Bei Dichlormethan, Trichlormethan und Chlorethan sind Gasfilter, Filtertyp AX gemäß DIN EN 14387, Kennfarbe braun, zu verwenden. Dabei gelten die folgenden maximalen Einsatzkonzentrationen und -zeiten: (152)

Tabelle 7: Einsatzkonzentrationen und -zeiten für Filtertyp AX gemäß DIN EN 14387

| | Einsatzkonzentration [ml/m ³] | Maximale Einsatzzeit [min] |
|----------------|--|-------------------------------|
| Dichlormethan | 100 | 40 |
| | 500 (Maximal) | 20 |
| Trichlormethan | 100 | 40 |
| | 500 (Maximal) | 20 |
| Chlorethan | 1000 | 60 |
| | 5000 (Maximal) | 20 |

Unbedingt beachten:

Es dürfen nur AX-Filter 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.

Die Verwendung von AX-Filtern gegen

- Chlormethan,
- Gemische aus Dichlormethan, Trichlormethan oder Chlorethan mit anderen Niedrigsiedern oder
- Gemische von Dichlormethan, Trichlormethan oder Chlorethan mit anderen organischen Verbindungen

ist unzulässig. Für diese Stoffe sind Isoliergeräte zu verwenden, da diese Stoffe als Niedrigsieder nicht ausreichend auf dem Filter absorbiert werden und Desorptionsvorgänge möglich sind, wodurch eine Exposition in der Maske möglich ist.

Die bei der Benutzung zu beachtenden Einsatzgrenzen hängen auch vom verwendeten Atemanschluss ab. Ein Gasfilter in Verbindung mit einer Halbmaske kann z. B. bis zum 30-fachen des Grenzwertes, in Verbindung mit einer Vollmaske bis zum 400-fachen des Grenzwertes eingesetzt werden.

9.1.2 Isoliergeräte

Isoliergeräte (unabhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkend), z. B. Schlauchgeräte und Pressluftatmer, müssen verwendet werden

- bei Sauerstoffkonzentrationen unter 17 %,
- bei höherer CKW-Konzentration in der Umgebungsatmosphäre als für Filtergeräte zugelassen,
- bei Anteilen von Niedrigsiedern (Siedepunkt ≤ 65 °C) im Gasgemisch oder
- wenn keine Kenntnisse über die Gefahrstoff- und Sauerstoffkonzentration vorliegen.

9.2 Augen- und Gesichtsschutz

Beim Umgang mit CKW muss ausreichender Augenschutz benutzt werden. Das sind z. B.

- Gestellbrillen mit Seitenschutz, eventuell mit Korrekturgläsern für Brillenträger (bei Überwachungstätigkeiten in Betrieb und Labor),
- Korbbrillen (wenn mit verspritzenden CKW zu rechnen ist, z. B. beim Beseitigen von Störungen),
- Vollmasken, wenn augenschädigende/augenreizende 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) benutzt werden.

Einzelheiten enthalten die DGUV-Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ und das Merkblatt A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“. (123) (81)

9.3 Hand- und Hautschutz

CKW haben eine stark entfettende Wirkung auf die Haut. Deshalb müssen die Hände gegen den Kontakt mit CKW durch geeignete Chemikalienschutzhandschuhe geschützt werden.

Schutzhandschuhe müssen den Spezifikationen der Verordnung (EU) 2016/425 und den harmonisierten Normen genügen. (6) (146)–(151)

Bei der Auswahl der Schutzhandschuhe sind die Dauer der Einwirkung und die Möglichkeit der Benetzung zu berücksichtigen. Die Durchbruchzeit (Permeationszeit) in Minuten ist dem Datenblatt der Hersteller der Schutzhandschuhe zu entnehmen. Empfohlen wird, die Handschuhe nur für ein Drittel der angegebenen Durchbruchzeit zu tragen. Die TRGS 401 merkt dazu an: Wenn die Durchbruchzeit entsprechend der Norm DIN EN 374 Teil 3 bei 23 °C ermittelt worden ist, so ist die maximale Tragedauer unter Praxisbedingungen (bei 33 °C) auf ein Drittel zu kürzen. (24)

Nur wenige Handschuhmaterialien sind für den Einsatz bei Tätigkeiten mit CKW geeignet. Geeignet sind Schutzhandschuhe mit einer Durchbruchzeit > 480 Minuten. Das sind in den meisten Fällen Handschuhe aus Fluorkautschuk (FKM) mit einer Materialstärke von mindestens 0,4 mm (für Dichlormethan nur als Spritzschutz, d. h. kurzzeitiger Kontakt!).

Für CKW ungeeignet sind Handschuhe aus Textilien und Leder.

Der Einsatz von Schutzhandschuhen aus Neopren und anderen Materialien mit einer Durchbruchzeit von mehr als 10 Minuten ist nur möglich, wenn sie als Spritzschutz fungieren und nach jeder Kontamination sofort ausgetauscht werden, z. B. bei Laborarbeiten.

Benetzte Chemikalienschutzhandschuhe müssen so ausgezogen werden, dass Hautkontakt mit der kontaminierten Außenfläche vermieden wird. Das richtige An- und Ausziehen von Schutzhandschuhen (siehe dazu auch KB 002) ist im Rahmen der Unterweisung zu üben (siehe Abschnitt 8.2). (91) (87) (117)

Für die Auswahl und Benutzung von Schutzhandschuhen sind die Angaben der Hersteller von CKW und Schutzhandschuhen und die DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“ zu beachten. Unter Berücksichtigung der Informationen der Schutzhandschuh-Hersteller hat die Unternehmerin oder der Unternehmer eine Betriebsanweisung (und einen Hand- und Hautschutzplan) zu erstellen. Die kurz & bündig-Schrift KB 002 „Hand- und Hautschutz“ der BG RCI kann den Beschäftigten zur zusätzlichen Information dienen. (124) (91)

Ein umfassender Hautschutz erfordert vor, während und nach Beendigung von Tätigkeiten mit CKW die Verwendung geeigneter Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel. Das Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“ enthält ausführliche Angaben zum Schutz und zur Pflege der Haut. (87)

9.4 Schutzkleidung und Fußschutz

In Abhängigkeit von dem Ausmaß der möglichen Gefährdung sind zusätzlich zu den Chemikalienschutzhandschuhen, Fußschutz und Chemikalienschutzanzüge oder Chemikalienteilkörperschutz aus geeigneten Materialien zu benutzen. Dazu gehören z. B. Schutzschürzen. Geeignete Materialien sind bei den Herstellern der Schutzausrüstungen bzw. der CKW und deren Gemischen zu erfragen. In der Benutzerinformation des Herstellers hat dieser zu bestätigen, dass die Materialbeständigkeit der Schutzkleidung gegenüber den genannten Stoffen gemäß der entsprechenden Norm geprüft wurde.

Unternehmer und Unternehmerinnen haben unter Berücksichtigung der Informationen des Herstellers der Schutzkleidung eine Betriebsanweisung zu erstellen. Hinweise können der DGUV Regel 112-189 „Benutzung von Schutzkleidung“ entnommen werden. (120)

Beim Umgang mit größeren Mengen ist darauf zu achten, dass keine CKW von oben in das Schuhwerk gelangen können. Das ist z. B. durch Verwenden einer ausreichend langen Chemikalienschutzschürze sicherzustellen.

Die Schutzkleidung ist nach jeder Verwendung bzw. vor jeder Wiederverwendung auf einwandfreie Beschaffenheit zu prüfen. Besonderes Augenmerk ist dabei auf Materialveränderungen zu richten.

10 Verhalten bei der Freisetzung von Chlorkohlenwasserstoffen

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung müssen alle Maßnahmen nach dem Stand der Technik ausgeschöpft werden, um ein Freiwerden von CKW und eine damit verbundene Gefährdung für die Beschäftigten zu verhindern. Für den Fall, dass es bei Unfällen oder unvorhergesehenen Betriebsstörungen trotz aller im Vorfeld getroffenen Maßnahmen dennoch zur Freisetzung von CKW kommt, muss der Unternehmer bzw. die Unternehmerin einen auf die örtlichen Verhältnisse abgestimmten Alarm- und Gefahrenabwehrplan aufstellen.

Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer hat für die Arbeitsstätte einen Flucht- und Rettungsplan aufzustellen, wenn Lage, Ausdehnung und Art der Nutzung der Arbeitsstätte dies erfordern. Der Flucht- und Rettungsplan ist an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. In angemessenen Zeitabständen ist nach diesem Plan zu üben, wie sich die Beschäftigten im Gefahr- oder Katastrophenfall in Sicherheit bringen oder gerettet werden können. (15)

Als Brandfolge können toxische und ätzende Zersetzungsprodukte entstehen, u. a. Phosgen und Salzsäure. Hierüber sollte im Vorfeld auch die zuständige Feuerwehr informiert werden. Die Einsatzkräfte benötigen zudem aktuelle Sicherheitsdatenblätter zur Erstellung eines Feuerwehrplans.

Idealerweise sollten vorab Szenarien zum Auftreten unerwarteter Ereignisse überlegt und das Zusammenspiel interner und externer Notfallkräfte regelmäßig trainiert werden.

Es ist empfehlenswert, neben dem Arbeitsschutzmanagement auch das Notfallmanagement in die betrieblichen Managementsysteme systematisch zu integrieren. (116)

10.1 Maßnahmen

Treten CKW-Dämpfe oder Aerosole unerwartet aus, ist der gefährdete Bereich zu räumen und Personen in der betroffenen Umgebung zu warnen. Gegebenenfalls ist der Warnbereich in Windrichtung zu erweitern. Der betriebliche Alarm- und Gefahrenabwehrplan ist zu beachten.

Die Beseitigung des gefährlichen Zustandes darf nur unter geeigneten Schutzmaßnahmen, vorzugsweise mit Isoliergeräten (umgebungsluftunabhängiger Atemschutz – siehe Abschnitt 9.1.2) bzw. bei geringen Konzentrationen geeigneten Filtermasken erfolgen. Die Betriebsanweisung ist zu beachten. Bei Bränden ist in jedem Fall ein umgebungsluftunabhängiger Atemschutz (Bildung von Phosgen und Salzsäure möglich!) und zusätzlich ein säurefester Chemikalienschutzanzug zu tragen.

CKW-Behälter mit viel Wasser kühlen und, wenn möglich, aus der Brandzone bringen.

Die Ausbreitung von flüssigen CKW sowie das Eindringen in Boden, Kanalisation und Oberflächenwasser ist zu verhindern. Hierfür sind Systeme zur Abdeckung von Bodenlöchern vorzuhalten.

Verschüttete und ausgelaufene CKW sind unverzüglich mit geeigneten mineralischen Bindemitteln (z. B. Blähtonbinder) gefahrlos aufzunehmen und anschließend zu entsorgen.

Beim Freiwerden brennbarer CKW sind alle Zündquellen im Gefahrenbereich nach Möglichkeit abzuschalten bzw. zu entfernen. Anlagen sind gemäß den Notabstellvorschriften in einen sicheren Zustand zu fahren.

Vor Aufhebung der Absperrung ist sicherzustellen, dass die Luftgrenzwerte unterschritten sind. Gegebenenfalls müssen orientierende Messungen durchgeführt werden.

11 Erste Hilfe

11.1 Allgemeines

Alle Personen, die mit CKW umgehen, müssen über die Erste-Hilfe-Maßnahmen und das Verhalten bei Arbeitsunfällen unterwiesen werden.

Die von den Berufsgenossenschaften anerkannten Anleitungen zur Ersten Hilfe sind entsprechend dem jeweiligen Gefährdungsgrad an geeigneten Stellen auszuhängen. (127)–(131)

Über jede Erste-Hilfe-Leistung sind Aufzeichnungen zu führen, z. B. in einem Verbandbuch, und 5 Jahre lang aufzubewahren. (130)

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

Ärztliche Hilfe ist unverzüglich in Anspruch zu nehmen. Hierbei sind der Gefahrstoff und die bereits durchgeführten Erste-Hilfe-Maßnahmen anzugeben.

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

Grundsätzliche Fragen, die Gegenstand der Erste-Hilfe-Ausbildung sind, wie „Stabile Seitenlage“, „Herz-Lungen-Wiederbelebung“, „Schockbekämpfung“ werden in diesem Merkblatt nicht näher erläutert.

11.2 Generell

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

11.3 Augen

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

11.4 Atmungsorgane

- Verletzte Person unter Beachtung des Selbstschutzes aus dem Gefahrenbereich in frische Luft bringen.
- Bei Atemstillstand Beatmung nach Möglichkeit mit einer Atemhilfe (z. B. Beatmungsbeutel), auf jeden Fall Einatmen von Gefahrstoffen vermeiden (Selbstschutz).
- Achtung: Bei Bränden ist unter anderem die Entstehung von Phosgen, Chlorwasserstoff und Chlor möglich! Hier können spezielle Erste-Hilfe-Maßnahmen notwendig sein, die durch die Betriebsärztin bzw. den Betriebsarzt festgelegt und geschult werden.

11.5 Haut

- Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen, auf Selbstschutz achten.

- Haut mit viel Wasser, gegebenenfalls mit Polyethylenglykol 300 oder Polyethylenglykol 400 spülen.
- Wunden keimfrei bedecken.

11.6 Verschlucken

- Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes.
- Reichlich Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen.

11.7 Hinweise für den Arzt

- Nach oraler Aufnahme von Chlorkohlenwasserstoffen möglichst umgehend Magenspülung. Dabei Aspiration unter allen Umständen vermeiden (eventuell Intubation).
- Anschließend Medizinalkohole in Wasser und Natriumsulfat (2 gestrichene Esslöffel in ½ Liter Wasser gelöst) verabreichen.
- Bei Erregungszuständen z. B. Benzodiazepine i.v.
- Keine Gabe von Adrenalin oder Katecholaminen (Rhythmusstörungen möglich!).
- Bei Bränden ist die Entstehung von Phosgen, Salzsäure und Chlor möglich. Nach Inhalation von diesen kann ein toxisches Lungenödem noch nach vielen Stunden auftreten!

Anhang 1: Kenndaten von Chlorkohlenwasserstoffen

A: Physikalische und chemische Kenndaten (156) (169)

| | Chlormethan (Methylchlorid) | Dichlormethan (Methylenchlorid) | Trichlormethan (Chloroform) | Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff) |
|---|--|---|--|---|
| CAS-Nr. | 74-87-3 | 75-09-2 | 67-66-3 | 56-23-5 |
| Chemische Formel | CH ₃ Cl | CH ₂ Cl ₂ | CHCl ₃ | CCl ₄ |
| Struktur | $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{H} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{H} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$ |
| Molekulargewicht | 50,5 | 84,9 | 119,3 | 153,8 |
| Siedepunkt bei 1013 hPa ¹ [°C] | -23,8 | 39,7 | 61,3 | 76,7 |

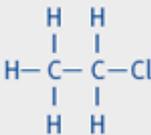
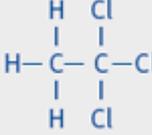
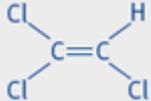
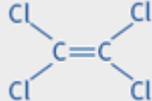
| | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Schmelztemperatur [°C] | -97,4 | -97 | -63 | -23 |
| Dichte bei 20 °C [g/ml] | 2,151 g/l (15 °C) | 1,33 | 1,489 | 1,594 |
| Dampfdruck [hPa] | | | | |
| bei 20 °C | 4890 | 470 | 209 | 119 |
| bei 30 °C | 6600 | 701 | 321 | 186 |
| bei 50 °C | 10900 | k. A. | 477 (40 °C) | 412 |
| Sättigungskonzentration (berechnet*) | | | | |
| bei 20 °C in Vol.-% bzw. g/m ³ | Gas/483 (Dampfgewicht) | 3,4/1534 | 21,0/1043 | 11,7/752 |
| bei 30 °C in Vol.-% bzw. g/m ³ | k. A. | k. A. | 32,4/1554 | k. A. |
| bei 50 °C in Vol.-% bzw. g/m ³ | k. A. | k. A. | k. A. | 40,7/2360 |
| Dampfdichte (Luft = 1) | 1,78 | 2,93 | 4,1* | 5,3* |
| Zersetzungsbeginn [°C] | k. A. | 120 | k. A. | Siehe Fußnote 2 ² |
| Zündtemperatur [°C] | 625 | 605 | keine | keine |
| Flammpunkt [°C] | -46 (berechnet*) | nicht entflammbar | keiner | keiner |
| Wasserlöslichkeit [g/l] bei 20 °C | 5 | 20 | 8 | 0,8 |
| Mindestzündenergie [mJ] | k. A. | 9300 | k. A. | k. A. |
| Explosionsgrenzen (Zündgrenzen) in Luft bei 20 °C, 1013 hPa | | | | |
| - untere [Vol.-%] | 7,6 | 13 | keine explosive Gemische in Luft | keine explosive Gemische in Luft |
| - obere [Vol.-%] | 19 | 22 | | |
| Umrechnungsfaktor ppm in mg/m ³ (bei 20 °C) | 2,10 | 3,53 | 4,96 | 6,39 |

1 hPa entspricht 1 mbar

k. A. keine validierte Angabe gefunden

* Herstellerangaben

2 bei > 300 °C in Luft deutliche Phosgenbildung, in feuchter Luft Weiterreaktion zu CO₂ und HCl

| | Chlorethan (Ethylchlorid) | 1,1,1-Trichlorethan (Methylchloroform) | Trichlorethen (Trichlorethylen) | Tetrachlorethen (Perchlorethylen) |
|---|---|---|---|---|
| CAS-Nr. | 75-00-3 | 71-55-6 | 79-01-6 | 127-18-4 |
| Chemische Formel | C_2H_5Cl | Cl_3C-CH_3 | $Cl_2C = CHCl$ | $Cl_2 = CCl_2$ |
| Struktur |  |  |  |  |
| Molekulargewicht | 64,5 | 133,4 | 131,4 | 165,8 |
| Siedepunkt bei 1013 hPa [°C] | 13,1 | 74,0 | 87,0 | 121 |
| Schmelztemperatur [°C] | -138,3 | -30 | -86 | -22 |
| Dichte bei 20 °C [g/ml] | 2,804 g/l (bei 15 °C) | 1,337 | 1,465 | 1,623 |
| Dampfdruck [hPa] | | | | |
| bei 20 °C | 1343 | 133 | 77,6 | 19,4 |
| bei 30 °C | 1900 | 204 | 124 | 32,5 |
| bei 50 °C | 3400 | 449 | 284 | 82,4 |
| Sättigungskonzentration (berechnet*) | | | | |
| bei 20 °C in Vol.-% bzw. g/m ³ | Gas/3554 (Dampfgewicht) | 12,9/718 | 7,6/417 | 1,8/127 |
| bei 30 °C in Vol.-% bzw. g/m ³ | Gas/4833 (Dampfgewicht) | k. A. | k. A. | k. A. |
| bei 50 °C in Vol.-% bzw. g/m ³ | k. A. | 44,5/2241 | 20,5/1018 | 8,3/519 |
| Dampfdichte (Luft = 1) | 2,31 | 4,61 | 4,53 | 5,73 |
| Zersetzungsbeginn [°C] | k. A. | 160 | 120 | 150 |
| Zündtemperatur [°C] | 510 | 490 | 410 | > 650 |
| Flammpunkt [°C] | -50 | keiner | keiner | keiner |
| Wasserlöslichkeit [g/l] bei 20 °C | 5,74 | 1 (bei 25 °C) | 1 | 0,16 |
| Mindestzündenergie [mJ] | k. A. | 4800 | 510 | k. A. |

| | | | | |
|--|------|------|-----------------|----------------------------------|
| Explosionsgrenzen (Zündgrenzen) in Luft bei 20 °C, 1013 hPa | | | | |
| – untere [Vol.-%] | 3,6 | 9,5 | 7,9 | keine explosive Gemische in Luft |
| – obere [Vol.-%] | 14,8 | 15,5 | 100 (Sättigung) | |
| Umrechnungsfaktor ppm in mg/m ³ (bei 20 °C) | 2,68 | 5,55 | 5,46 | 6,89 |

B: Kenndaten aus Regelwerken (2) (49) (50) (54) (157) (169) (178)

| | Chlormethan (Methylchlorid) | Dichlormethan (Methylenchlorid) | Trichlormethan (Chloroform) | Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff) |
|---|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|
| CAS-Nr. | 74-87-3 | 75-09-2 | 67-66-3 | 56-23-5 |
| Index-Nr. | 602-001-00-7 | 602-004-00-3 | 602-006-00-4 | 602-008-00-5 |
| EWG-Nr. | 200-817-4 | 200-838-9 | 200-663-8 | 200-262-8 |
| UN Nummer | 1063 | 1593 | 1888 | 1846 |
| Gefahrzettel | 2.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 |
| AGW (TRGS 900) bzw. ERB (TRGS 910) | | | | |
| in ml/m ³ (ppm) | 50 | 50 | 0,5 | 0,5 |
| in mg/m ³ | 100 | 180 | 2,5 | 3,2 |
| Fruchtschädigung auch bei Einhaltung zu befürchten ³ | ja | ja | nein | nein |
| Überschreitungsfaktor | 2 (II) | 2 (II) | 2 (II) | 2 (II) |
| BGW (TRGS 903) | 3400 | 449 | 284 | 82,4 |
| (Untersuchungsmaterial, Parameter, wenn nicht der Stoff selbst) | – | 500 µg/l (Blut) | | –3,5 µg/l (Blut) |
| Probenahmezeitpunkt | | unmittelbar nach Exposition | | Expositionsende bzw. Schichtende; bei Langzeitexposition: nach mehreren vorangegangenen Schichten |
| Hautresorption | ja | ja | ja | ja |

3 Ja: Ein Risiko der Fruchtschädigung kann auch bei Einhaltung des AGW und des BGW nicht ausgeschlossen werden Nein: Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des AGW und BGW nicht befürchtet zu werden
–: es liegt noch keine Bewertung vor bzw. eine Bewertung ist nicht möglich

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Kanzerogenitätskategorie | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Kennzeichnung | | | | |
| GHS-Piktogramm: | GHS02, GHS04, GHS08 | GHS08, GHS07 | GHS06, GHS08 | GHS06, GHS08 |
| Signalwort: | Gefahr | Achtung | Gefahr | Gefahr |
| H-Sätze: | H220, H280, H351, H361, H373 | H315, H318, H335, H336, H351, H373 | H302, H331, H315, H319, H351, H361d, H336, H372 | H301+H311+H331, H317, H372, H412, H420 |
| Wassergefährdungsklasse | 2 | 2 | 3 | 3 |

| | Chlorethan (Ethylchlorid) | 1,1,1-Trichlorethan (Methylchloroform) | Trichlorethen (Trichlorethylen) | | Tetrachlorethen (Perchlorethylen) |
|---|---------------------------|---|--|---------------|-----------------------------------|
| CAS-Nr. | 75-00-3 | 71-55-6 | 79-01-6 | | 127-18-4 |
| Index-Nr. | 602-009-00-0 | 602-013-00-2 | 602-027-00-9 | | 602-028-00-4 |
| EWG-Nr. | 200-830-5 | 200-756-3 | 201-167-4 | | 204-825-9 |
| UN Nummer | 1037 | 2831 | 1710 | | 1897 |
| Gefahrzettel | 2.1 | 6.1 | 6.1 | | 6.1 + Zusatzkennzeichen Umwelt |
| AGW (TRGS 900) bzw. ERB (TRGS 910) | | | Akzeptanzkonz. | Toleranzkonz. | |
| in ml/m ³ (ppm) | 40 | 100 | 6 | 6 ÜF 8 | 10 |
| in mg/m ³ | 110 | 550 | 33 | 33 ÜF 8 | 69 |
| Fruchtschädigung auch bei Einhaltung zu befürchten ³ | – | nein | – | | nein |
| Überschreitungsfaktor | 2 (II) | 1 (II) | 8 | | 2 (II) |
| BGW (TRGS 903) | | | | | |
| (Untersuchungsmaterial, Parameter, wenn nicht der Stoff selbst) | – | 275 µg/l (Blut) | 12 mg/l (Harn, Trichloressigsäure) | 22 mg/l | 200 µg/l (Blut) |
| Probenahmezeitpunkt | | Expositionsende bzw. Schichtende; bei Langzeitexposition: nach mehreren | Expositionsende; bei Langzeitexposition: nach mehreren | | 16 h nach Expositionsende |

| | | vorangegangenen Schichten | vorangegangenen Schichten | |
|---------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Hautresorption | ja | ja | ja | ja |
| Kanzerogenitätskategorie | 2 | – | 1B | 2 |
| Kennzeichnung | | | | |
| GHS-Piktogramm: | GHS01, HS004, GHS008 | GHS07 | GHS08, GHS07 | GHS08, GHS07, GHS09 |
| Signalwort: | Gefahr | Achtung | Gefahr | Achtung |
| H-Sätze: | H220, H280, H351, H412 | H315, H319, H332, H420 | H350, H341, H319, H315, H336, H412 | H315, H317, H319, H336, H351, H411 |
| Wassergefährdungsklasse | 2 | 3 | 3 | 3 |

Anhang 2: Musterbetriebsanweisung

| BETRIEBSANWEISUNG | |
|---|---|
| Betrieb: Ex GmbH | Arbeitsbereich: Bitumenextraktion |
| Arbeitsplatz: Extraktionsanlage | |
| ANWENDUNGSBEREICH | |
| Bitumenextraktionsanlage (die Anlage verfügt über eine Rückdestillationsanlage für Trichlorethen) | |
| GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT | |
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Gefahr durch austretendes Trichlorethen möglich • Verspritzen des Lösemittels möglich • Achtung Waschtrommel hat bei der Entnahme eine Temperatur von ca. 60 °C • Gefahr des Einklemmens beim Einsetzen der Schleuderhülse und der Waschtrommel |
| SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN | |
|   | <ul style="list-style-type: none"> • Vor Beginn der Arbeiten ist die Anlage auf augenscheinliche Mängel zu prüfen. Ein beschädigtes Gerät darf nicht in Betrieb genommen werden. • Bei der Arbeit an der Anlage sind Schutzbrille und Schutzhandschuhe aus Neoprenkautschuk zu tragen (schwarzer Handschuh). • Die Durchbruchzeit für Trichlorethen ist zu beachten (480 Minuten). Wird der Schutzhandschuh benetzt, ist er spätestens nach 160 Minuten zu ersetzen. Er bietet auch kurzzeitigen Schutz vor den heißen Oberflächen. • Kühlwasser und Hauptschalter der Anlage einschalten. Belüftung des Abzuges in Betrieb nehmen. • Überwachung des Lösemittels: Der pH-Wert des Lösemittels ist nach Prüfplan zu überprüfen. pH-Werte < 7 sind kritisch! In diesem Fall muss die Anlage gereinigt und das Lösemittel vollständig ausgetauscht werden. • Lösemittelvorrat am Schauglas kontrollieren, bei Unterschreiten der „min.-Marke“ Lösemittel auffüllen. • Asphaltmischgut im kalten Zustand zerkleinert oder angewärmt ca. 40 °C (im Abzug) in die Waschtrommel einwiegen. Waschtrommel in die Anlage einsetzen und Waschkammertür schließen. • Nach Ende des Waschprozesses wird die Deckelverriegelung frei gegeben. Erst dann Spannerschlüsse öffnen – Vorsicht Verbrennungs- und Quetschgefahr. Die Waschtrommel und die Schleuderhülse können entnommen werden. |
| VERHALTEN BEI STÖRUNGEN | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Programmabbruch Das Programm über die Stopp-Taste anhalten. Nach 10 s Verzögerungszeit kann das Programm durch erneutes Drücken der Stopp-Taste komplett abgebrochen werden. • Austretendes Lösemittel mit Universalbinder aufnehmen und im geschlossenen Abfallbehälter im Abzug zwischenlagern. • Vorgesetzte bei Störungen informieren. |
| VERHALTEN BEI UNFÄLLEN | |
|  | <p>Durchführung von Sofortmaßnahmen am Unfallort: Bei Kontakt der Augen mit den Chemikalien, Augen sofort unter der Augennotdusche spülen (mind. 10 min), Benetzte Haut reinigen, Verbrennungen mit Wasser kühlen Ersthelfer/in: Unfalltelefon:</p> |
| INSTANDHALTUNG, ENTSORGUNG | |
| | Zur Wartung und Instandhaltung die Betriebsanleitung des Herstellers beachten. Reparaturen nur von Musterfirma durchführen lassen. |

Anhang 3: Literaturverzeichnis

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

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

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

Fundstellen im Internet

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

Weitere Informationen unter www.kompendium-as.de.

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

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

Ausgewählte Merkblätter, Anhänge und Vordrucke aus Merkblättern und DGUV Regeln sowie ergänzende Arbeitshilfen stehen im Downloadcenter Prävention unter downloadcenter.bgrci.de zur Verfügung.

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

1. Veröffentlichungen der Europäischen Union im Amtsblatt der Europäischen Union

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

- (1) Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2018/2005
- (2) Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2018/1480

- (3) Verordnung (EG) Nr. 1005/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. September 2009 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2017/605
- (4) Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)
- (5) 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
- (6) Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates

2. Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquellen: Buchhandel

Freier Download unter www.gesetze-im-internet.de (Gesetze und Verordnungen) bzw. www.baua.de (Technische Regeln)

- (7) Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- (8) Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) mit zugehörigen Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR) und Arbeitsmedizinischen Empfehlungen (AME), insbesondere:
 - (9) AMR 2.1: Fristen für die Veranlassung/das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge
 - (10) AMR 14.2: Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen
 - (11) AME: Wunschvorsorge
- (12) Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) mit Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR), insbesondere:
 - (13) ASR A1.3: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
 - (14) ASR A2.2: Maßnahmen gegen Brände
 - (15) ASR A2.3: Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan
 - (16) ASR A3.6: Lüftung
- (17) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) mit Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), insbesondere
 - (18) TRBS 1201: Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen

- (19) TRBS 1201 Teil 1: Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen
- (20) TRBS 1201 Teil 3: Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU
- (21) Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere:
- (22) TRGS 201: Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- (23) TRGS 400: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- (24) TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
- (25) TRGS 402: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
- (26) TRGS 407: Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung
- (27) BekGS 409: Nutzung der REACH-Informationen für den Arbeitsschutz
- (28) TRGS 410: Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B
- (29) TRGS 420: Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition
- (30) TRGS 460: Handlungsempfehlung zur Ermittlung des Standes der Technik
- (31) TRGS 500: Schutzmaßnahmen
- (32) TRGS 507: Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern
- (33) TRGS 509: Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter
- (34) TRGS 510: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
- (35) TRGS 524: Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen
- (36) TRGS 526: Laboratorien
- (37) TRGS 555: Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten
- (38) TRGS 560: Luftrückführung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben
- (39) TRGS 600: Substitution

- (40) TRGS 610: Ersatzstoffe und Ersatzverfahren für stark lösemittelhaltige Vorstriche und Klebstoffe für den Bodenbereich
- (41) TRGS 617: Ersatzstoffe für stark lösemittelhaltige Oberflächenbehandlungsmittel für Parkett und andere Holzfußböden
- (42) TRGS 720/TRBS 2152: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines
- (43) TRGS 721/TRBS 2152 Teil 1: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
- (44) TRGS 722/TRBS 2152 Teil 2: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- (45) TRGS 723: Gefährliche explosionsfähige Gemische - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische
- (46) TRGS 724: Gefährliche explosionsfähige Gemische - Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes
- (47) TRGS 727: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
- (48) TRGS 800: Brandschutzmaßnahmen
- (49) TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte
- (50) TRGS 903: Biologische Grenzwerte (BGW)
- (51) TRGS 905: Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe
- (52) TRGS 906: Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV
- (53) TRGS 907: Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen
- (54) TRGS 910: Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen
- (55) Berufskrankheiten-Verordnung (BKV)
- (56) Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG)
- (57) Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens und über die Abgabe bestimmter Stoffe, Gemische und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV)
- (58) Verordnung über Stoffe, die die Ozonschicht schädigen (Chemikalien-Ozonschichtverordnung – ChemOzonSchichtV)
- (59) Verordnung über die Verwendung von Extraktionslösungsmitteln bei der Herstellung von Lebensmitteln (Extraktionslösungsmittelverordnung – ElmV)

- (60) Gesetz zum Schutz der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz – JArbSchG)
 - (61) Gesetz zum Schutz von Müttern bei der Arbeit, in der Ausbildung und im Studium (Mutterschutzgesetz – MuSchG)
 - (62) Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) mit hierzu erlassenen Verordnungen, insbesondere
 - (63) Zweite Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen – 2. BImSchV)
 - (64) Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV)
 - (65) Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung – 12. BImSchV)
 - (66) Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft)
 - (67) Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG)
 - (68) Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzprodukteverordnung – 11. ProdSV)
 - (69) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung – PSA-BV)
 - (70) Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG)
 - (71) Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel (HKW-AbfV)
 - (72) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG)
 - (73) Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)
 - (74) Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (AbwV)
 - (75) Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteinrichtungen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie – LÖRüRL)
- Verordnungen der Bundesländer**
- (76) Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebau-Richtlinie – MIndBauRL)
 - (77) Verordnung über das Einleiten von Grundwasser und Abwasser in öffentliche Abwasseranlagen (IndV – Indirekteinleiterverordnung)
-

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

Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de oder Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de, verkauf@jedermann.de

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

- (78) DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention
- (79) DGUV Information 213-850: Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen; www.laborrichtlinien.de
- (80) Merkblatt A 002: Gefahrgutbeauftragte (DGUV Information 213-050)
- (81) Merkblatt A 008: Persönliche Schutzausrüstungen
- (82) Merkblatt A 010: Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (DGUV Information 213-051)
- (83) Merkblatt A 013: Beförderung gefährlicher Güter (DGUV Information 213-052)
- (84) Merkblatt A 014: Gefahrgutbeförderung in Pkw und in Kleintransportern (DGUV Information 213-012)
- (85) Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel
- (86) Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog
- (87) Merkblatt A 023: Hand- und Hautschutz
- (88) Merkblatt A 026: Unterweisung – Gefährdungsorientierte Handlungshilfe
- (89) Merkblatt A 027: Mutterschutz im Betrieb
- (90) Merkblatt A 029: Fremdfirmenmanagement – Ein Leitfaden für die Praxis
- (91) kurz & bündig KB 002: Hand- und Hautschutz
- (92) kurz & bündig KB 007: Lösemittel – Einsatz, Gefährdungen, Schutzmaßnahmen – Kleinmengen
- (93) kurz & bündig KB 008: Gefahrgut im Pkw und Kleintransporter – Kleinmengen
- (94) kurz & bündig KB 011-1: Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 1: Grundlagen und Hinweise zur Durchführung

- (95) kurz & bündig KB 011-2: Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 2: Ermittlung der Vorsorgeanlässe
- (96) Merkblatt M 004: Säuren & Laugen (DGUV Information 213-070)
- (97) Merkblatt M 017: Lösemittel (DGUV Information 213-072)
- (98) Merkblatt M 018: Phenol, Kresole und Xylenole (DGUV Information 213-095)
- (99) Merkblatt M 020: Chlor
- (100) Merkblatt M 034: Sauerstoff (DGUV Information 213-073)
- (101) Merkblatt M 044: Polyurethane, Isocyanate (DGUV Information 213-078)
- (102) Merkblatt M 050: Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (DGUV Information 213-079)
- (103) Merkblatt M 053: Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (DGUV Information 213-080)
- (104) Merkblatt M 060: Gefahrstoffe mit GHS-Kennzeichnung – Was ist zu tun? (DGUV Information 213-082)
- (105) Merkblatt M 062: Lagerung von Gefahrstoffen (DGUV Information 213-084)
- (106) Merkblatt M 063: Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen (DGUV Information 213-085)
- (107) Merkblatt T 002: Schlauchleitungen – Sicherer Einsatz (DGUV Information 213-053)
- (108) Merkblatt T 008: Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen (DGUV Information 213-054)
- (109) Merkblatt T 010: Retten aus Behältern, Silos und engen Räumen (DGUV Information 213-055)
- (110) Merkblatt T 021: Gaswarneinrichtungen und -geräte für toxische Gase/Dämpfe und Sauerstoff – Einsatz und Betrieb (DGUV Information 213-056)
- (111) Merkblatt T 023: Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb (DGUV Information 213-057)
- (112) Merkblatt T 025: Umfüllen von Flüssigkeiten – vom Kleingebinde bis zum Container
- (113) Merkblatt T 026: Probenahme – Flüssigkeiten
- (114) Merkblatt T 032: Laborabzüge – Bauarten und sicherer Betrieb (DGUV Information 213-857)
- (115) Merkblatt T 034: Gefährdungsbeurteilung im Labor (DGUV Information 213-855)
- (116) Praxishilfe-Ordner: Arbeitsschutz mit System
Praxishilfe-Ordner: Gerüstet für den Notfall

(117) Sicherheitskurzgespräche (SKG), z. B.

- SKG 002: GHS – Global Harmonisiertes System
- SKG 003: Lagerung von Gefahrstoffen
- SKG 005: Umgang mit Druckgasflaschen im Betrieb
- SKG 023: Hautschutz
- SKG 033: Handschutz

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

(118) DGUV Regel 100-500: Betreiben von Arbeitsmitteln;
nicht in Schriftform erhältlich, freier Download unter publikationen.dguv.de

(119) DGUV Regel 109-002: Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen

(120) DGUV Regel 112-189: Benutzung von Schutzkleidung

(121) DGUV Regel 112-190: Benutzung von Atemschutzgeräten

(122) DGUV Regel 112-191: Benutzung von Fuß- und Knieschutz

(123) DGUV Regel 112-192: Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz

(124) DGUV Regel 112-195: Benutzung von Schutzhandschuhen

(125) DGUV Regel 113-001: Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)

(126) DGUV Regel 113-004: Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen

(127) DGUV Information 204-001: Erste Hilfe (Plakat)

(128) DGUV Information 204-006: Anleitung zur Ersten Hilfe

(129) DGUV Information 204-007: Handbuch zur Ersten Hilfe

(130) DGUV Information 204-021: Dokumentation der Erste-Hilfe-Leistungen (Meldeblock)

(131) DGUV Information 204-022: Erste Hilfe im Betrieb

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

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

(134) DGUV Information 209-088: Reinigen von Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten

- (135) DGUV Information 213-565: Verfahren zur Bestimmung von chlorierten Kohlenwasserstoffen
- (136) DGUV Information 213-106: Explosionsschutzdokument
- (137) DGUV Information 213-701 ff.: Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU), insbesondere
- (138) DGUV Information 213-710: Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) – Verwendung von Trichlorethylen bei der Prüfung von Asphalt – Waschtrommelverfahren
- (139) DGUV Information 213-726: Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG)
- (140) DGUV Information 215-830: Einsatz von Fremdfirmen im Rahmen von Werkverträgen
- (141) DGUV Information 240-140: Handlungsanleitung für arbeitsmedizinische Untersuchungen nach dem DGUV Grundsatz G 14 „Trichlorethen (Trichlorethylen) und andere Chlorkohlenwasserstoff-Lösungsmittel“
- (142) DGUV Grundsatz 313-003: Grundanforderungen an spezifische Fortbildungsmaßnahmen als Bestandteil der Fachkunde zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

4. DIN-Normen/VDI-, VDE-Bestimmungen

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

- (143) DIN 2403:2014-06: Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflusstoff
- (144) DIN 6601:2007-04: Beständigkeit der Werkstoffe von Behältern (Tanks) aus Stahl gegenüber Flüssigkeiten (Positiv-Flüssigkeitsliste)
- (145) DIN 51755:1974-03: Prüfung von Mineralölen und anderen brennbaren Flüssigkeiten; Bestimmung des Flammpunktes im geschlossenen Tiegel, nach Abel-Pensky
- (146) DIN EN ISO 374-1:2017-03: Schutzhandschuhe gegen gefährliche Chemikalien und Mikroorganismen – Teil 1: Terminologie und Leistungsanforderungen für chemische Risiken
- (147) DIN EN 374-2:2015-03: Schutzhandschuhe gegen gefährliche Chemikalien und Mikroorganismen – Teil 2: Bestimmung des Widerstandes gegen Penetration
- (148) DIN EN 374-3:2003-12: Schutzhandschuhe gegen Chemikalien und Mikroorganismen – Teil 3: Bestimmung des Widerstandes gegen Permeation von Chemikalien (zurückgezogen)
- (149) DIN EN 374-4:2014-03: Schutzhandschuhe gegen Chemikalien und Mikroorganismen – Teil 4: Bestimmung des Widerstandes gegen Degradation durch Chemikalien
- (150) DIN EN 388:2017-01: Schutzhandschuhe gegen mechanische Risiken

- (151) DIN EN 16523-1:2015-04: Bestimmung des Widerstands von Materialien gegen die Permeation von Chemikalien – Teil 1: Permeation durch eine flüssige Chemikalie unter Dauerkontakt
- (152) DIN EN 14387:2008-05: Atemschutzgeräte – Gasfilter und Kombinationsfilter – Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung
- (153) DIN EN ISO 3758:2013-12: Textilien – Pflegekennzeichnungs-Code auf der Basis von Symbolen

5. Andere Schriften

Bezugsquelle: Buchhandel

- (154) DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen, 2014, 6. Auflage, Gentner Verlag, Stuttgart, ISBN 978-3-87247-756-9
- (155) G. Schneider, M. Born, C. Carl: Gefahrzahlssystem für Gefahrstoffanwendungen – Update, Sicherheitsingenieur 6/2016
- (156) CRC Handbook of Chemistry and Physics, 96. Edition, 2015, CRC Press, Boca Raton, ISBN 978-1-4822-6096-0
- (157) Deutsche Forschungsgemeinschaft: MAK- und BAT-Werte-Liste 2018, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, ISBN: 978-3-527-34536-6; freier Zugang über <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418>
- (158) DECHEMA-Werkstoff-Tabelle, ISBN 978-3-921567-02-9 mit den Ergänzungslieferungen 32 und 33

6. Online-Datenbanken und Informationen im Internet

- (159) Fachwissenportal der BG RCI, Fachwissen zu Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, fachwissen.bgrci.de
- (160) Downloadcenter Prävention der BG RCI, downloadcenter.bgrci.de
- (161) Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien GisChem der BG RCI und der BGHM, www.gischem.de, mit verschiedenen Modulen, z. B. „GisChem-Interaktiv“ zur Erstellung eigener Betriebsanweisungen, „Gefahrstoffverzeichnis“ oder „Gemischrechner“ zur Einstufung von Gemischen nach der CLP-Verordnung
- (162) GefDok KMU, eine Software zur Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung in kleinen und mittleren Betrieben, freier Download unter downloadcenter.bgrci.de
- (163) Explosionsschutzportal der BG RCI, www.exinfo.de
- (164) Lernportal „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, www.sicheres-arbeiten-im-labor.de
- (165) Informationssystem zum Sicheren Befahren von Behältern, sicheres-befahren.de

- (166) Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), www.dguv.de
- (167) Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), www.dguv.de/ifa
- (168) Spaltenmodell zur Suche nach Ersatzstoffen, www.dguv.de/ifa → Praxishilfen: Gefahrstoffe
- (169) GESTIS – Gefahrstoffinformationssystem der DGUV, www.dguv.de/ifa/GESTIS
- (170) Zentrale Expositionsdatenbank (ZED), zed.dguv.de
- (171) Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG Bau), www.gisbau.de
bzw. www.wingis-online.de
- (172) Europäische Chemikalienagentur (ECHA), echa.europa.eu
- (173) Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), bmas.de
- (174) Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), www.baua.de
- (175) • Stellungnahme: Klarstellung des AGS zur Fachkunde für die Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV (auf den Seiten des Ausschuss für Gefahrstoffe)
- (176) • Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG), baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/EMKG/Einfaches-Massnahmenkonzept-EMKG_node.html
- (177) • Organische Flüssigkeiten sicher abfüllen; www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/Arbeiten-mit-Gefahrstoffen/Organische-Fluessigkeiten.html
- (178) Rigoletto; online-Datenbank des Umweltbundesamtes mit alle bisher in eine Wassergefährdungsklasse oder als nicht-wassergefährdend eingestuft Stoffen; webriigoletto.uba.de/rigoletto/
- (179) Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), bam.de
- (180) – „BAM-Liste“: Anforderungen an Tanks zur Beförderung gefährlicher Güter, www.tes.bam.de/de/mitteilungen/bam-liste.htm
- (181) DECHEMA-Werkstoff-Tabelle, dechema.de/dwt.html
- (182) Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS), www.dakks.de
- (183) Verband der chemischen Industrie (VCI), www.vci.de
- (184) European chlorinated solvents association (ECSA), www.chlorinatedsolvents.eu → Publications, v. a. „Leitfaden für die Lagerung und den Umgang mit chlorierten Lösemitteln“

Bildnachweis

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

Die Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Abbildungen 1 und 2:

EVT Eiberger Verfahrenstechnik GmbH
Ferdinand-von-Steinbeis-Ring 45
75447 Sternefels

Abbildung 3:

stra/lab Baustoff- und Straßenprüfung GmbH
Tasdorf Süd 7
15562 Rüdersdorf

Abbildungen 4 und 5:

Teijin Carbon Europe GmbH
Kasinostr. 19–21
42103 Wuppertal

Abbildung 6:

SAFECHEM Europe GmbH
40474 Düsseldorf

Ausgabe 4/2019

Diese Schrift können Sie über den Medienshop
unter medienshop.bgrci.de beziehen.

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

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