

GUV-I 767 (bisher GUV 29.9)
GUV-Informationen

Chlorkohlenwasserstoffe

Ausgabe Februar 2002



Gesetzliche
Unfallversicherung

Herausgeber

Bundesverband der Unfallkassen
Fockensteinstraße 1, 81539 München
www.unfallkassen.de

Erarbeitet vom Fachausschuss „Chemie“
des Hauptverbandes der gewerblichen
Berufsgenossenschaften, Alte Heer-
straße 111, 53757 Sankt Augustin.

Diese Ausgabe Februar 2002 entspricht
der Ausgabe Februar 2000 von BGI 767
(bisher ZH 1/194) des Berufsgenossen-
schaftlichen Vorschriften- und Regel-
werkes.

Bestell-Nr. GUV-I 767, zu beziehen vom
zuständigen Unfallversicherungsträger,
siehe vorletzte Umschlagseite.

GUV-I 767 (bisher GUV 29.9)
GUV-Informationen

Chlorkohlenwasserstoffe

Ausgabe Februar 2002



Gesetzliche
Unfallversicherung

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Anwendungsbereich	7
2 Eigenschaften und Nachweis	9
2.1 Physikalische und chemische Eigenschaften	9
2.1.1 Zustand, Aussehen, Geruch, Mischbarkeit mit Wasser	9
2.1.2 Brennbarkeit, Explosionsfähigkeit	9
2.1.3 Lösevermögen	10
2.1.4 Reaktivität	10
2.2 Nachweis von CKW in der Luft in Arbeitsbereichen	11
2.2.1 Orientierende Nachweisverfahren	11
2.2.2 Anerkannte Analysenverfahren	12
3 Kenndaten	13
4 Verwendung, Verwendungsbeschränkungen und Ersatzstoffe/-Verfahren	14
4.1 Verwendungs- und Umgangsbeschränkungen	14
4.1.1 Chlormethan	14
4.1.2 Dichlormethan	14
4.1.3 Trichlormethan	15
4.1.4 Tetrachlormethan	15
4.1.5 Chlorethan	15
4.1.6 1,1,1-Trichlorethan	15
4.1.7 Trichlorethen (Tri)	16
4.1.8 Tetrachlorethen (Per)	16
4.2 Verwendung als Lösemittel	16
4.2.1 Verwendung in der Metallreinigung	18
4.2.2 Verwendung in Textilreinigungsanlagen	18
4.2.3 Verwendung in Lacken und Farben	18
4.2.4 Verwendung in Klebstoffen	19
4.2.5 Verwendung in der Kunststoffverarbeitung	19
4.2.6 Verwendung in technischen Aerosolen	19
4.2.7 Verwendung in Abbeizern	19

4.2.8	Verwendung in Extraktionen	19
4.2.9	Verwendung in Laboratorien	19
4.2.10	Verwendung in chemischen Reaktionen	20
5	Gesundheitsgefahren	21
5.1	Aufnahme und Wirkungsweise	21
5.2	Akute Gesundheitsgefahren	21
5.3	Chronische Gesundheitsgefahren	22
6	Gefährdungsbeurteilung	24
7	Schutzmaßnahmen	26
7.1	Allgemeines	26
7.2	Arbeitsbereichsüberwachung	27
7.3	Technische Schutzmaßnahmen	27
7.3.1	Anlagen und Verfahren	27
7.3.2	Laboratorien	28
7.3.3	Arbeits- und Lagerräume	29
7.3.4	Schweißplätze	29
7.3.5	Umfüllen	29
7.3.6	Aufbewahren, Lagern, Transport	31
7.3.7	Werkstoffe	31
7.3.8	Reinigung	32
7.3.9	Wiederaufbereitung und Entsorgung	32
7.3.10	Abluft, Abwasser	33
7.3.11	Brandschutz und Brandbekämpfung	33
7.3.12	Explosionsschutz	34
7.3.13	Verhalten bei Freiwerden von Chlorkohlenwasserstoffen	35
7.4	Organisatorische Schutzmaßnahmen	36
7.4.1	Allgemeines	36
7.4.2	Informationspflichten	36
7.4.3	Instandhaltung	38

7.4.4	Arbeiten in Behältern und engen Räumen	38
7.4.5	Kennzeichnung	38
7.4.6	Hygiene	41
7.4.7	Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen	41
7.5	Persönliche Schutzmaßnahmen	42
7.5.1	Atemschutz	43
7.5.2	Augenschutz	44
7.5.3	Handschutz	45
7.5.4	Schutzkleidung und Fußschutz	45
8	Erste Hilfe	47
8.1	Allgemeines	47
8.2	Augen	47
8.3	Atmungsorgane	47
8.4	Haut	48
8.5	Verschlucken	48
8.6	Hinweise für den Arzt	48
Anhang 1: Kenndaten von Chlorkohlenwasserstoffen		50
Anhang 2: Musterbetriebsanweisung		54
Anhang 3: Literaturverzeichnis		55

1 Anwendungsbereich

Diese Informationen behandeln den Umgang mit Chlorkohlenwasserstoffen und deren Zubereitungen sowie Tätigkeiten in deren Gefahrenbereich. Die Broschüre wendet sich in erster Linie an den Vorgesetzten, aber auch an Sicherheitsfachkräfte, Arbeitsmediziner und Betriebsratsmitglieder, die mit Fragen der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit befasst sind. Die Beschäftigten können sich mit dieser Broschüre, als Ergänzung der Betriebsanweisung, über Gefährdungsmöglichkeiten und Schutzmaßnahmen informieren.

Die für den Umgang mit Chlorkohlenwasserstoffen beschriebenen Schutzmaßnahmen sind in der Regel auch beim Umgang mit deren Zubereitungen erforderlich.

Diese Informationen finden Anwendung auf

- **Chlormethan** (Methylchlorid),
- **Dichlormethan** (Methylenchlorid),
- **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^{4, 34*)}, siehe auch Abschnitt 4.1. Sie werden jedoch trotzdem in dieser Broschüre behandelt, 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 dieser Broschüre getroffenen Aussagen können sinngemäß auch auf andere, hier nicht genannte CKW und deren Zubereitungen angewendet werden, sofern nicht andere, direkt zutreffende Informationen dem entgegenstehen.

Diese Broschüre soll den Vorgesetzten unterstützen bei der

- Ermittlung und Beurteilung der Gefahren, einschließlich der Prüfung, ob Ersatzstoffe oder -verfahren vorhanden sind und angewendet werden können,
- Festlegung der zum Schutz des Menschen und der Umwelt erforderlichen Maßnahmen und Verhaltensregeln,

*) Die Fußnoten-Ziffern verweisen auf die in Anhang 3 aufgelisteten Vorschriften und Regeln.

- Festlegung des Verhaltens im Gefahrenfall,
 - Festlegung der Erste-Hilfe-Maßnahmen,
 - Ausarbeitung von Betriebsanweisungen und
 - Durchführung der mündlichen Unterweisungen
- sowie Hinweise zur sachgerechten Entsorgung geben.

2 Eigenschaften und Nachweis

2.1 Physikalische und chemische Eigenschaften

2.1.1 Zustand, Aussehen, Geruch, Mischbarkeit mit Wasser

Chlorkohlenwasserstoffe sind in reinem Zustand wasserhelle 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.

2.1.2 Brennbarkeit, Explosionsfähigkeit

Kenngroße für die *Brennbarkeit* ist der Flammpunkt. Er gibt die niedrigste Temperatur einer brennbaren Flüssigkeit an, „bei der unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen eine Flüssigkeit brennbares Gas oder brennbaren Dampf in solcher Menge abgibt, dass bei Kontakt mit einer wirksamen Zündquelle sofort eine Flamme auftritt“.⁴⁷

Kenngroße für die *Explosionsfähigkeit* ist der Explosionsbereich. Es ist der „Bereich der Konzentration eines brennbaren Stoffes in Luft, in dem eine Explosion auftreten kann“.⁴⁷ Dieser Bereich ist begrenzt durch die untere bzw. obere Explosionsgrenze (UEG, OEG).

Eine Reihe von CKW haben unter den Versuchsbedingungen nach DIN 51755⁸⁹ keinen Flammpunkt. Sind andere, stärkere Zündquellen vorhanden, als sie bei der Flammpunktbestimmung eingesetzt werden, ergeben sich folgende Gruppen von Chlorkohlenwasserstoffen:

Gruppe 1: Chlorkohlenwasserstoffe mit Flammpunkt und Explosionsbereich,

Gruppe 2: Chlorkohlenwasserstoffe ohne Flammpunkt, aber mit Explosionsbereich,

Gruppe 3: Chlorkohlenwasserstoffe ohne Flammpunkt und ohne Explosionsbereich.

Die in Tabelle 1 angegebenen Werte gelten für die reinen Stoffe. Zu beachten ist, dass einige technische Produkte durch Zusätze von brennbaren Lösemitteln stabilisiert sind, die die genannten Kenngroßen sowie die erforderliche Zündenergie beeinflussen.

Bei der sicherheitstechnischen Beurteilung und insbesondere bei der Festlegung der Maßnahmen zum Brandschutz und zum Explosionsschutz sind diese Unterschiede zu beachten und es genügt nicht, nur den Flammpunkt als Kenngroße heranzuziehen.

Zu Schutzmaßnahmen vor Brand- und Explosionsgefahren siehe Abschnitte 7.3.11 und 7.3.12.

Die „Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit – Reinigen von Werkstücken mit flüssigen Reinigungsmitteln“⁵¹ sind zu beachten.

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	—	—	—

*) Unter den Versuchsbedingungen nach DIN 51 755⁸⁹ hat Dichlormethan keinen Flammpunkt. Unter Einsatz stärkerer Zündquellen wurde ein Flammpunkt von 5 °C festgestellt.

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

Tabelle 1: Brennbarkeit und Explosionsfähigkeit von Chlorkohlenwasserstoffen

2.1.3 Lösevermögen

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

2.1.4 Reaktivität

2.1.4.1 Stabilisatoren

Viele chlorierte Kohlenwasserstoffe sind chemisch unbeständig. So zersetzen sich einige 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.

Folgende Stoffgruppen finden als Stabilisatoren Anwendung: Alkohole, Amine, Epoxide und zyklische Ether. Zur Stabilisierung werden häufig Gemische aus verschiedenen Stabilisatoren eingesetzt.

CKW, die als krebserzeugend eingestufte Stabilisatoren (Kennzeichnung mit R 45 bzw. R 49) enthalten, dürfen in Anlagen, die der 2. BImSchV²⁸ unterliegen (Reinigungsanlagen), nicht eingesetzt werden.

2.1.4.2 Leichtmetalle, leichtmetallhaltige Werkstoffe (Aluminium, Magnesium und deren Legierungen)

Mit fein verteilten Leichtmetallen oder deren Legierungen reagieren manche CKW auf unerwünschte Weise, zum Teil explosionsartig. Aus diesem Grund dürfen für die Reinigung von Werkstücken aus solchen Metallen Dichlormethan und Trichlorethen nur

verwendet werden, wenn diese Lösemittel hierfür besonders stabilisiert (sonderstabilisiert) sind. Die früher von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung durchgeführten Untersuchungen zur Prüfung sonderstabilisierter CKW auf chemische Stabilität gegenüber Aluminium sind seit geraumer Zeit eingestellt worden. Es ist jedoch zu erwarten, dass in absehbarer Zukunft eine Wiederaufnahme dieser Untersuchungen durch die Milieu-Analytik GmbH, Editharing 42, 39108 Magdeburg erfolgen wird.

Bei Fragen bezüglich sonderstabilisierter CKW sollten zur Zeit die Hersteller kontaktiert werden.

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

2.1.4.3 Alkali- und Erdalkalimetalle sowie deren Oxide und Hydroxide

Chlorkohlenwasserstoffe können mit Alkali- oder Erdalkalimetallen explosionsartig reagieren. Sie dürfen unter keinen Umständen mit Alkalimetallen in Kontakt kommen. Oxide oder Hydroxide beschleunigen die Zersetzung von CKW.

2.1.4.4 Heiße Oberflächen, Flammen, Licht

CKW neigen zu thermischer Zersetzung, z.B. an heißen Oberflächen, offenen Flammen (Schweißbrenner) sowie in der Zigaretteglut (zum Zersetzungsbeginn siehe Anhang 1 A). Dabei bilden sich gefährliche und korrosive Zersetzungsprodukte, z.B. Chlorwasserstoff, Kohlenmonoxid, Phosgen und Chlor.

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

2.2 Nachweis von CKW in der Luft in Arbeitsbereichen

2.2.1 Orientierende Nachweisverfahren

Um CKW in der Luft in Arbeitsbereichen nachzuweisen, können Halogenlecksuchgeräte eingesetzt werden. Diese Detektoren ermöglichen es, den Gesamtanteil an Halogenkohlenwasserstoffen in der Luft festzustellen.

Durch die Verwendung von Prüfröhrchen lassen sich CKW qualitativ und quantitativ nachweisen. Die derzeit verfügbaren Prüfröhrchen für CKW zeigen die einzelnen Stoffe mit unterschiedlicher Empfindlichkeit an. Wegen der hohen Querempfindlichkeit

gegenüber anderen Kohlenwasserstoffen/Halogenkohlenwasserstoffen sind sie für die Messung von Stoffgemischen nur bedingt geeignet.

Bei der Verwendung von Prüfröhrchen sind unbedingt die Hinweise der Hersteller zur Durchführung und Bewertung der Messung zu beachten.

2.2.2 Anerkannte Analysenverfahren

Die qualitative und quantitative Bestimmung von Halogenkohlenwasserstoffen wird durch die Anwendung spezieller Probenahme- und Analysenverfahren ermöglicht. Diese Standardverfahren sind in der BIA-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“⁸⁵ stoffspezifisch festgelegt. Sie können von akkreditierten Messstellen¹⁰⁵ durchgeführt werden.

3 Kenndaten

Physikalische und chemische Kenndaten sowie Kenndaten aus Regelwerken sind in den Tabellen des Anhangs 1 wiedergegeben.

4 Verwendung, Verwendungsbeschränkungen und Ersatzstoffe/-verfahren

4.1 Verwendungs- und Umgangsbeschränkungen

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

- Chemikalien-Verbotsverordnung³ (Inverkehrbringen),
- FCKW-Halon-Verbotsverordnung³⁴ (Verwendung als Treibmittel, Kältemittel, Lösemittel und zur Kunststoffverschäumung),
- EG-Verordnung 3093/94 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen (Herstellen, Inverkehrbringen)¹⁰⁹; diese Verordnung wird in Kürze durch eine neue Verordnung ersetzt,
- Gefahrstoffverordnung, Anhang IV Nr. 11 (Verwendung)⁴,
- Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen – 2. BImSchV (Verwendung in Oberflächenbehandlungsanlagen, in Chemischreinigungen und Textilausrüstungsanlagen sowie in Extraktionsanlagen)²⁸.

Darüber hinaus sind zusätzliche Regelungen durch Umsetzung der Richtlinie 1999/13/EG vom 11. März 1999¹¹¹ über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, die bei bestimmten Tätigkeiten und in bestimmten Anlagen bei der Verwendung organischer Lösungsmittel entstehen („volatile organic compounds“: „VOC-Richtlinie“), zu erwarten. Diese betreffen die Verwendung von CKW-Lösemitteln.

Den in der 2. BImSchV²⁸ geregelten CKW (Dichlormethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen) dürfen keine Stoffe zugesetzt sein, die als krebserzeugend eingestuft sind (Kennzeichnung mit R 45 bzw. R 49).

4.1.1 Chlormethan

Chlormethan wird in der chemischen Synthese als Methylierungsmittel eingesetzt (z.B. Herstellung von Silikonen, Methylether und Organometallverbindungen). Der Einsatz von Chlormethan in Anlagen, die der 2. BImSchV²⁸ unterliegen, ist verboten.

4.1.2 Dichlormethan

Die Verwendung von Dichlormethan ist gemäß § 2 der 2. BImSchV²⁸ für den Betrieb von Chemischreinigungs- und Textilausrüstungsanlagen verboten, ausgenommen sind Anlagen, in denen ausschließlich Felle entfettet werden. Im Einzelfall kann die zuständige Behörde Ausnahmen zulassen. Für die Verwendung von Dichlormethan in Abbeizmitteln empfiehlt die TRGS 612¹⁵, diese nicht mehr einzusetzen, es sei denn, die Prüfung hat keine technisch geeigneten Ersatzstoffe und -verfahren ergeben. Da Dichlormethan mit R 40 (irreversibler Schaden möglich) zu kennzeichnen ist, gilt nach

§ 4 Chemikalien-Verbotsverordnung³ das Selbstbedienungsverbot für dichlormethan-haltige Produkte.

4.1.3 Trichlormethan

Der Einsatz in Anlagen der 2. BImSchV²⁸ ist verboten. Nach Chemikalien-Verbotsverordnung³ ist die Abgabe von trichlormethanhaltigen Stoffen und Zubereitungen ($\geq 0,1\%$) an private Endverbraucher verboten.

Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse mit einem Massegehalt von 0,1 % und darüber, dürfen nur in geschlossenen Anlagen verwendet werden. Ausgenommen hiervon ist die Verwendung zu Forschungs-, Analyse- sowie wissenschaftlichen Lehr- und Ausbildungszwecken.⁴

4.1.4 Tetrachlormethan

Die gezielte Herstellung von Tetrachlormethan ist durch die EG-Verordnung 3093/94¹⁰⁹ verboten. Ausnahmen für „wesentliche Verwendungszwecke“ müssen von der EG-Kommission nach vorgegebenem Verfahren genehmigt werden. Nach der FCKW-Halon-Verbotsverordnung³⁴ ist die Verwendung von Tetrachlormethan nur für Forschungs-, Entwicklungs- und Analysenzwecke sowie als Lösemittel bei Chlorierungsprozessen in geschlossenen Anlagen erlaubt. Alle anderen Lösemittelanwendungen sind verboten (siehe auch Chemikalien-Verbotsverordnung Anhang zu § 1, Abschnitt 16 Nr. 1³; Gefahrstoffverordnung Anhang IV, Nr. 11⁴).

4.1.5 Chlorethan

Chlorethan wurde hauptsächlich zur Herstellung des Antiklopfmittels Bleitetraethyl eingesetzt. Durch die Reduzierung der Verwendung von verbleitem Kraftstoff ist die Menge hier stark rückläufig. In geringerem Maße wird es als Ethylierungsmittel bei der Herstellung von Ethylcellulose und von Feinchemikalien eingesetzt.

Der Einsatz von Chlorethan in Anlagen, die der 2. BImSchV²⁸ unterliegen, ist verboten.

4.1.6 1,1,1-Trichlorethan

Die gezielte Herstellung von 1,1,1-Trichlorethan ist nach EG-Verordnung 3093/94¹⁰⁹ verboten. Ausnahmen können für „wesentliche Verwendungszwecke“ von der EG-Kommission nach festgelegtem Verfahren zugelassen werden (Lizenzverfahren). Weiterhin darf 1,1,1-Trichlorethan zur Herstellung anderer Chemikalien produziert werden (Zwischenprodukt).

Die Verwendung von 1,1,1-Trichlorethan ist nach FCKW-Halon-Verbotsverordnung³⁴ erlaubt für Forschungs-, Entwicklungs- und Analysenzwecke. Alle anderen Verwendun-

gen sind verboten, mit Ausnahme der oben angeführten „wesentlichen Verwendungszwecke“ (siehe auch Chemikalien-Verbotsverordnung Anhang zu § 1, Abschnitt 16 Nr. 1³; Gefahrstoffverordnung Anhang IV, Nr. 11⁴).

4.1.7 Trichlorethen (Tri)

Bestimmte Lösemittelverwendungen von Trichlorethen sind durch die 2. BImSchV²⁸ geregelt. Danach ist der Einsatz in Chemischreinigungs- und Textilausrüstungsanlagen nicht gestattet. Der Einsatz in genehmigungsbedürftigen Anlagen (4. BImSchV²⁹) ist unbeschränkt erlaubt.

4.1.8 Tetrachlorethen (Per)

Bestimmte Lösemittelverwendungen von Tetrachlorethen sind durch die 2. BImSchV²⁸ geregelt. Darüber hinaus ist der Einsatz uneingeschränkt zugelassen.

4.2 Verwendung als Lösemittel

CKW besitzen ein hohes Lösevermögen. Dies macht sie zu vielfältig einsetzbaren Lösemitteln.

Bedeutsame Anwendungen finden CKW in Oberflächenbehandlungsanlagen (z.B. Metallreinigung, Entfettung, industrielle Entlackung, Filmreinigung), Chemischreinigungs- und Textilausrüstungsanlagen sowie Extraktionsanlagen, z.B. in der pharmazeutischen Industrie und in Raffinerien (z.B. Entparaffinierung).

Weitere Anwendungen sind die Verwendung in Abbeizern, in Klebstoffen und bei der Kunststoffverarbeitung sowie in geringem Umfang in technischen Aerosolen und industriellen Lacksystemen.

Tetrachlormethan wird noch als bisher nicht ersetzbares Lösemittel bei der Herstellung von Chlorkautschuk (geschlossener Prozess) verwendet.



Abb. 1:
Reinigung von Filmen
mit Perchlorethen

Die Anlage ist gasdicht ausgeführt. Die gesamte Abluft wird über Aktivkohlefilter gereinigt und das Perchlorethen anschließend durch Desorption recycelt.



Abb. 2:
Metallreinigungsanlage
mit integrierter Vakuum-
trocknung und Löse-
mittelaufbereitung

4.2.1 Verwendung in der Metallreinigung

Für die Metallreinigung in Anlagen sind laut 2. BImSchV²⁸ nur noch Dichlormethan, Trichlorethen und Tetrachlorethen zulässig. An die Dichtheit der Anlagen, auch beim Befüllen und Entleeren, werden hohe Anforderungen gestellt, sodass die Beschäftigten mit dem Reinigungsmittel im Normalbetrieb nicht in Kontakt kommen. Für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten hat der Unternehmer Anweisungen zu erteilen, wann und durch wen solche Arbeiten durchzuführen und welche Schutzmaßnahmen dafür zu treffen sind.

Das Vorschriftenwerk der gesetzlichen Unfallversicherungsträger zur Oberflächenbehandlung kennt außer Reinigungsanlagen auch Reinigungstische und Reinigungsgeräte. Näheres ist der BG-Regel „Reinigen von Werkstücken mit flüssigen Reinigungsmitteln“ (BGR 180, bisher ZH 1/562) zu entnehmen. So dürfen z.B. CKW oder deren Gemische mit brennbaren Lösemitteln in Reinigungstischen und Reinigungsgeräten nicht verwendet werden. Für Werkstücke, die sich auf Grund ihrer Form, ihrer Abmessungen oder ihres Gewichtes nicht in Reinigungsanlagen einbringen lassen und die mit CKW gereinigt werden müssen, gelten nach der 2. BImSchV²⁸ besondere Ausnahmegenehmigungen. So sind z.B. CKW für die manuelle Reinigung von Sauerstoffarmaturen zugelassen. Nähere Hinweise gibt die BG-Information „Gefahrstoffe – Sauerstoff (M 034)“ (BGI 617, bisher ZH 1/307).

4.2.2 Verwendung in Textilreinigungsanlagen

Aus der Gruppe der CKW darf nur Tetrachlorethen in Textilreinigungsanlagen eingesetzt werden (siehe Abschnitt 4.1). Tetrachlorethen oder sonstige leicht flüchtige Halogenkohlenwasserstoffe dürfen nicht außerhalb von Textilreinigungsanlagen zum Detachieren und zu anderen Arbeiten verwendet werden.²⁸

Bestimmungen für den Betrieb von Textilreinigungsanlagen sind der UVV „Chemischreinigung“⁴⁶ zu entnehmen. Betreiber von Textilreinigungsanlagen müssen ihre Sachkunde nachweisen.

4.2.3 Verwendung in Lacken und Farben

Als Lösemittelbestandteile von Farben und Lacken (z.B. Tri-Tauchlacke) sind CKW vor allem auf Grund der verschärften Umweltschutzbestimmungen absolut bedeutungslos geworden. Eine Anwendung findet – wenn überhaupt – nur selten und in Einzelfällen statt.

4.2.4 Verwendung in Klebstoffen

In Klebstoffen beschränkt sich die Verwendung der CKW weitgehend auf den Einsatz von

- Trichlorethen als Lösemittel in Vulkanisierklebstoffen für industrielle Anwendungen (z.B. zur Reparatur von Gummiförderbändern) und
- Dichlormethan in Spezialklebstoffen (z.B. für explosionsgefährdete Bereiche im Bergbau, Silobau, Wehrtechnik, Schaumstoffe).

4.2.5 Verwendung in der Kunststoffverarbeitung

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

4.2.6 Verwendung in technischen Aerosolen

Der Einsatz von CKW als Bestandteil von Zubereitungen 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-Sprays.

4.2.7 Verwendung in Abbeizern

Dichlormethanhaltige Abbeizer werden auch heute noch in breitem Umfang verwendet. Das Lösemittel ist oft bis zu 80 % in dem entsprechenden Produkt enthalten. Informationen über Substitutionsmöglichkeiten sind in der TRGS 612 „Ersatzstoffe, Ersatzverfahren und Verwendungsbeschränkungen für dichlormethanhaltige Abbeizmittel“¹⁵ zusammengefasst.

4.2.8 Verwendung für Extraktionen

Zur Extraktion von Fetten, Ölen, Harzen aus Tier- bzw. Pflanzenteilen dürfen nach der z. BImSchV²⁸ nur noch Tetrachlorethen oder Dichlormethan verwendet werden.

Technisch bedeutsam ist die Verwendung von Dichlormethan zur Extraktion empfindlicher Naturstoffe, z.B. bei der Herstellung von Wurzelextrakten für spezielle Pharmarohstoffe sowie bei der extraktiven Reinigung von Rohmontanwachsen.

4.2.9 Verwendung in Laboratorien

CKW werden in chemischen Laboratorien eingesetzt. Dabei dürfen auch die in der FCKW-Halon-Verbotsverordnung³⁴ genannten CKW (Trichlormethan, Tetrachlormethan

und 1,1,1-Trichlorethan) zu Forschungs-, Entwicklungs- und Analysezwecken verwendet werden.

Mit Trichlorethen wird in Straßenbaulaboratorien Bitumen aus Asphalt extrahiert.⁸⁷

CKW finden als Standards in Analysenverfahren Anwendung.



Abb. 3: Extraktionsanlage für Bitumen in einem Baustofflabor

4.2.10 Verwendung in chemischen Reaktionen

CKW finden als Reaktionskomponenten (z.B. Methylierungsreaktionen) und als Löse-
mittel für chemische Reaktionen Verwendung.

5 Gesundheitsgefahren

5.1 Aufnahme und Wirkungsweise

Die chlorierten aliphatischen Kohlenwasserstoffe (CKW) werden vor allem über die Atemwege in den Körper aufgenommen, sie können jedoch auch durch die Haut resorbiert werden.⁹⁷

Gemeinsam ist allen eine narkotische Wirkung, ihre Giftigkeit ist aber sehr unterschiedlich. Sie können zentrales und peripheres 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.^{96, 97}

In Abhängigkeit von dem jeweiligen chlorierten Kohlenwasserstoff und der Höhe und der Dauer der Exposition kann die Schädigung sofort oder verzögert auftreten und ganz verschiedene Organe unterschiedlich stark treffen.⁹⁷ Die spezielle Wirkung einzelner CKW kann im Rahmen dieser Broschüre daher nur begrenzt berücksichtigt werden.

Genauere Informationen zu einzelnen Arbeitsstoffen können beispielsweise den Stoffmerkbältern der jeweiligen Hersteller entnommen werden. Zusätzliche Hinweise sind auch in den Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen G 13 „Tetrachlormethan“⁷⁹, G 14 „Trichlorethylen“ (Trichlorethen)⁸⁰, G 17 „Tetrachlorethylen“ (Tetrachlorethen)⁸¹ und G 28 „Monochlormethan“⁸³ enthalten.

5.2 Akute Gesundheitsgefahren

Das Einatmen der Dämpfe kann zu Übelkeit, Kopfschmerzen, Schwindel, rauschähnlichen Zuständen, zu Erkrankungen von Leber, Niere und zentralem Nervensystem 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 geschlossenen Räumen bei unzureichender Be- und Entlüftung.⁹⁷

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

Reizungen der Schleimhäute (Augen und Atemwege) können auftreten.

Alkoholkonsum verstärkt die Giftwirkung der meisten CKW.⁹⁷

Das Verschlucken der CKW hat unter anderem schwere Magenschäden zur Folge; geringe Mengen können bereits zum Tode führen.⁹⁶

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, Kohlenmonoxid (siehe Abschnitt 2.1.4.4).⁹⁶

Exposition gegen CKW kann die Reizschwelle des Herzens vermindern und zu erhöhter Empfindlichkeit gegenüber Sympathikusreizen führen. Hierdurch kann es zu Reizbildungsstörungen wie Arrhythmien, ventrikulären Extrasystolen und Sinustachykardien mit Blutdruckabfall kommen.^{97, 96}

5.3 Chronische Gesundheitsgefahren

Die chronische Inhalation von CKW kann zu folgenden Symptomen führen: Kopfschmerzen, Nachlassen der Konzentrationsfähigkeit, Abgeschlagenheit, Schlafstörungen, Alkoholintoleranz. Leber und Niere können nach chronischer Exposition gegen CKW ebenfalls geschädigt werden. Zusätzlich ist die Ausbildung eines psychoorganischen Syndroms (organisch bedingte Hirnleistungsschwäche mit Nachlassen der geistigen und psychischen Leistungsfähigkeit) möglich.⁹⁷

Vereinzelt werden Polyneuropathien (Erkrankungen des peripheren Nervensystems) nach chronischer Exposition gegen bestimmte CKW (Trichlorethen, Tetrachlorethen) beschrieben⁹⁷, die unter bestimmten Bedingungen als Berufskrankheit BK-Nr. 1317 „Polyneuropathie oder Enzephalopathie durch organische Lösungsmittel oder deren Gemische“⁶⁵ anerkannt werden können.

Die chronische Exposition gegen 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.⁹⁷

Chlormethan, Dichlormethan, Trichlormethan, Tetrachlormethan, Chlorethan, Trichlorethen und Tetrachlorethen sind von der EG-Kommission nach Anhang 1 der Richtlinie 67/548/EWG¹¹² offiziell als krebserzeugend in die Kategorie K 3 („Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben, über die jedoch nicht genügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen“) eingestuft worden.

Von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe⁹¹ wurde Trichlorethen in Kategorie K 1 („Stoffe, die beim Menschen Krebs erzeugen und bei

denen davon auszugehen ist, dass sie einen nennenswerten Beitrag zum Krebsrisiko leisten“) eingestuft, jedoch wurde diese Einstufung bisher nicht vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) in die offizielle TRGS 905¹⁸ übernommen.

Bei Exposition Schwangerer gegen Trichlormethan kann das Risiko der Fruchtschädigung auch bei Einhaltung des MAK- und BAT-Wertes nicht ausgeschlossen werden.^{97, 96}

Erkrankungen durch CKW sind meldepflichtige Berufskrankheiten nach Listen-Nr. 1302 „Erkrankungen durch Halogenkohlenwasserstoffe“ bzw. Listen-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“, der Anlage 1 zur Berufskrankheitenverordnung.⁶⁵

6 Gefährdungsbeurteilung

Nach dem Arbeitsschutzgesetz¹ ist der Arbeitgeber verpflichtet, die Gefährdungen und Belastungen am Arbeitsplatz zu ermitteln und zu beurteilen, z.B. für mechanische, elektrische und physische Belastungen und Gefährdungen beim Umgang mit Gefahrstoffen. Erzielte Ergebnisse aus Anforderungen anderer Vorschriften (z.B. Gefahrstoffverordnung^{4, 8, 11}, Unfallverhütungsvorschriften^{38ff.}, Störfall-Verordnung) können mit in die Gefährdungsbeurteilung einfließen. Eine Hilfestellung bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung leistet die Broschüre „Beurteilung von Gefährdungen und Belastungen am Arbeitsplatz“ (GUV-I 8700. bisher GUV 50.11) und das Programm „GefDok“ der CD-ROM „Kompendium Arbeitsschutz“ der Berufsgenossenschaften der chemischen Industrie.

Ein Schwerpunkt der Gefährdungsbeurteilung in vielen Unternehmen, die CKW herstellen und verarbeiten, wird der Umgang mit diesen Verbindungen sein, da alle CKW dieser Broschüre gemäß der Definition des Chemikaliengesetzes² Gefahrstoffe sind.

Damit muss der Unternehmer prüfen, ob Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko erhältlich sind.⁴ Ist dies der Fall und ist dem Unternehmer die Verwendung zumutbar und die Substitution zum Schutz von Leben und Gesundheit der Beschäftigten erforderlich, müssen CKW durch diese Stoffe ersetzt werden. Dabei sind auch der Einsatz emissionsarmer Verwendungsformen und ggf. Verfahrensänderungen in Kauf zu nehmen (siehe auch Abschnitt 4). Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn beispielsweise die Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402⁹ ergibt, dass der Luftgrenzwert^{16, 66} nicht eingehalten wird. Darüber hinaus kann es erforderlich sein, den BAT-Wert^{17, 66} zur Befunderhebung heranzuziehen.

Sind Ersatz oder Verfahrensänderungen nicht möglich, so ist vor dem Umgang mit CKW eine Bewertung aller Gefahren vorzunehmen.⁴ Hierbei sind auch Tätigkeiten im Gefahrenbereich von CKW, Maßnahmen zur Verhinderung von Betriebsstörungen und Vorsorgemaßnahmen zu deren Begrenzung zu betrachten.

Für den Umgang mit CKW wird das Ausmaß der Exposition in Form einer Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402⁹ ermittelt, u.a. durch

- Erfahrungen mit vergleichbaren Anlagen und Tätigkeiten,
- verfahrens- und stoffspezifische Kriterien gemäß TRGS 402⁹ bzw. TRGS 420¹⁰,
- zuverlässige Berechnungen mit Plausibilitätskontrolle,
- Konzentrationsmessungen in der Luft in Arbeitsbereichen,

oder wenn unmittelbarer Hautkontakt im Sinne der TRGS 150⁵ vorliegt.

Auf Grund der ermittelten Gefahren sind gemäß Gefahrstoffverordnung geeignete technische und organisatorische Schutzmaßnahmen festzulegen (siehe Abschnitt 7). Kann trotz geeigneter, dem Stand der Technik entsprechender Maßnahmen eine Gefährdung

der Beschäftigten nicht ausgeschlossen werden, sind persönliche Schutzausrüstungen bereitzustellen, zu verwenden und in ordnungsgemäßem Zustand zu halten.⁴

Die „Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach den Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“ (BGI 504, bisher ZH 1/600) geben für Trichlorethen (Tri) und Tetrachlorethen (Per) Hinweise auf Arbeitsverfahren/-bereiche mit und ohne Überschreiten der Auslöseschwelle.

7 Schutzmaßnahmen

7.1 Allgemeines

Schutzmaßnahmen sind nach den geltenden Arbeitsschutz^{-1,4} und Unfallverhütungsvorschriften³⁸, nach den allgemein anerkannten Regeln der Sicherheitstechnik, der Arbeitsmedizin und der Hygiene, einschließlich der Regeln über Sicherheitsinformation und Arbeitsorganisation und der sonstigen gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse und nach dem Stand der Technik zu treffen.

Das Ziel dieser Schutzmaßnahmen ist es, eine Gesundheitsgefährdung durch CKW zu vermeiden.

Wesentlich sind das Vermeiden einer Gesundheitsgefährdung durch Einatmen von CKW (Einhalten des Luftgrenzwertes) und das Vermeiden von direktem Hautkontakt.^{5,16}

Um eine Gefährdung der Beschäftigten zu vermeiden, sind zunächst alle technischen und organisatorischen Maßnahmen zu treffen.⁴ Es gilt folgende Rangfolge für die technischen Maßnahmen:

- geschlossene Apparaturen,
- Absaugung an Entstehungs- oder Austrittsstellen,
- Belüftung.

Lassen sich dadurch nicht alle Gefährdungen vermeiden, sind wirksame persönliche Schutzausrüstungen bereitzustellen, zu benutzen und in ordnungsgemäßem Zustand zu halten.^{4,38}

Allgemeine rechtliche Grundlagen für die beim Umgang mit CKW zu treffenden Arbeitsschutzmaßnahmen sind insbesondere:

- Arbeitsschutzgesetz¹,
- Gesetz zum Schutze der arbeitenden Jugend²⁴,
- Gefahrstoffverordnung⁴, 5. Abschnitt, mit den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS),
- Arbeitsstättenverordnung¹⁹, insbesondere §§ 3, 5, 13, 14, 16, 19, 39, 52 und 53,
- Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz²² und Verordnung zur ergänzenden Umsetzung der EG-Mutterschutz-Richtlinie²³,
- Druckbehälterverordnung²⁵ mit den Technischen Regeln Druckbehälter (TRB) und Technischen Regeln Druckgase (TRG),
- Verordnung über brennbare Flüssigkeiten²⁶,

- UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1), insbesondere §§ 4, 14, 16, 33 bis 36 und 43 bis 49,
- UVV „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ (GUV-V A 4, bisher GUV o.6),
- UVV „Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen“ (GUV-V D 4, bisher GUV 2.5),
- UVV „Verdichter“ (VBG 16),
- UVV „Chemischreinigung“ (VBG 66).

Hinweise zum Arbeiten in kontaminierten Räumen geben die BG-Regel „Kontaminierte Bereiche“ (BGR 128, bisher ZH 1/183) und die TRGS 524 „Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen“.

7.2 Arbeitsbereichsüberwachung

Ist das Auftreten von CKW in der Luft am Arbeitsplatz nicht sicher auszuschließen, so ist zu ermitteln, ob Luftgrenzwerte oder Biologische Arbeitsplatztoleranzwerte unterschritten sind.⁴ Die Luftgrenzwerte und ihre Überschreitungsfaktoren sind in der TRGS 900¹⁶ aufgelistet (siehe Anhang 1 B).

Auf Nachweisverfahren wird in Abschnitt 2.2 eingegangen.

Planung, organisatorische Durchführung und Beurteilung von Konzentrationsmessungen sind in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 402⁹ beschrieben. Ergebnisse der Ermittlungen und Messungen sind aufzuzeichnen und mindestens 30 Jahre aufzubewahren.⁴

Beim Einsatz sonderstabilisierter CKW kann davon ausgegangen werden, dass bei Einhaltung des Grenzwertes für den CKW eine Gefährdung durch den Stabilisator immer dann ausgeschlossen ist, wenn kein unmittelbarer Hautkontakt besteht.⁸⁴

7.3 Technische Schutzmaßnahmen

7.3.1 Anlagen und Verfahren

Beim Umgang mit CKW sind Anlagen und Arbeitsverfahren so zu gestalten, dass CKW-haltige Dämpfe nicht frei werden.^{4, 38} 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. Ist eine vollständige Erfassung („Absaugung“) nicht möglich, sind andere geeignete Lüftungsmaßnahmen zu treffen. Bei der Gestaltung der Absaugung ist zu berücksichtigen, dass

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

Ist die Sicherheitstechnik eines Arbeitsverfahrens fortentwickelt worden, hat sich diese bewährt und erhöht sich die Arbeitssicherheit hierdurch erheblich, so hat der Arbeitgeber das nicht entsprechende Arbeitsverfahren soweit zumutbar in einer angemessenen Frist dieser Fortentwicklung anzupassen.

Betriebsbedingte Emissionen von CKW sind nach dem Stand der Technik so gering wie möglich zu halten (siehe auch Abschnitt 7.3.10).

Für die Probenahme sollen geeignete technische Einrichtungen vorhanden sein, z.B. Schleusen, geschlossene Probenahmegefäße, Probenahmeventile ohne Toträume und ohne Nachlauf. Hinweise zur Probenahme von Flüssigkeiten gibt die BG-Information „Sichere Technik; Probenahme – Flüssigkeiten (T 026)“ (BGI 640, bisher ZH 1/376). Hinweise zum sicheren Umfüllen von Flüssigkeiten gibt das Merkblatt T 025 „Sichere Technik; Umfüllen von Flüssigkeiten“ (BGI 623, bisher ZH 1/327).

Arbeitsverfahren sind so zu gestalten, dass Beschäftigte nicht mit CKW in Hautkontakt kommen.⁴ Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die es ermöglichen, bei Haut- und Augenkontakt die benetzten Stellen sofort mit reichlich fließendem Wasser zu spülen.

7.3.2 Laboratorien

Arbeiten, bei denen Dämpfe oder Gase von CKW in gefährlicher Konzentration oder Menge (siehe Abschnitte 3 und 6) auftreten können, dürfen grundsätzlich nur in Abzügen durchgeführt werden. Die Frontschieber sind bei solchen Arbeiten geschlossen zu halten.

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.

Einzelheiten enthält die GUV-Regel „Laboratorien“ (GUV-R 120, bisher GUV 16.17).

7.3.3 Arbeits- und Lagerräume

Räume, in denen mit CKW umgegangen wird, müssen ausreichend belüftet sein. Reicht natürliche Lüftung nicht aus, so ist eine technische Lüftung erforderlich.^{19, 20} (Abgesaugte Luft muss ersetzt werden!) Dabei ist zu beachten, dass CKW-haltige Luft nicht in den Atembereich der Beschäftigten gelangt.

Das schnelle und sichere Verlassen der Räume muss durch Anzahl, Lage, Bauart und Zustand von Rettungswegen und Ausgängen gewährleistet sein.^{19, 38}

Beim Umgang mit CKW, für die es Explosionsgrenzen gibt, sind die „Explosionsschutz-Regeln“ (GUV-R 104, bisher GUV 19.8) zu beachten. Siehe auch Abschnitt 2.1.2.

Fußböden sollen gegen CKW beständig und zur besseren Reinigung dicht, fugenlos und nicht saugfähig sein.

Bei der baulichen Ausführung und bei der Ausrüstung von Arbeits- und Lagerräumen sind zusätzlich das Wasserhaushaltsgesetz³⁶ mit den zugehörigen Länderverordnungen und die Auflagen der zuständigen Wasserbehörde zu berücksichtigen (siehe Anhang 1 B).

Zur Kennzeichnung von Arbeits- und Lagerräumen siehe Abschnitt 7.4.5.

7.3.4 Schweißplätze

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.:

- räumliche Trennung von Schweißbereichen und Entfettungsanlagen,
- keine CKW im Bereich der Schweißplätze offen aufbewahren oder verwenden,
- sicherstellen, dass die zu schweißenden Teile frei von CKW sind,
- ausreichende Raumlüftung bzw. Absaugung der Schweißarbeitsplätze,
- ggf. zeitliche Trennung der beiden Arbeitsschritte.

Siehe hierzu auch Abschnitt 2.1.4.4.

7.3.5 Umfüllen

CKW sind so umzufüllen, dass eine Gefährdung der Beschäftigten durch die CKW und deren Dämpfe vermieden wird.

Beispiele für sicheres Umfüllen von Flüssigkeiten sind im Merkblatt „Sichere Technik; Umfüllen von Flüssigkeiten (T 025)“ (BGI 623, bisher ZH 1/327) zusammengestellt. Für CKW sind spezielle Sicherheitsgebinde auf dem Markt erhältlich.

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.



Abb. 4:
Befüllung eines
Vorratsbehälters mit
Perchlorethen für den inner-
betrieblichen Gebrauch

Die Abfüllung wird im Gaspindelverfahren durchgeführt. Der Füllstand des Behälters wird überwacht. Die Lösemittelzufuhr wird bei Erreichen des maximalen Füllstands automatisch unterbrochen.

Für die Abfüllung von Dichlormethan, Trichlorethen und Tetrachlorethen in Gebinde bis 250 l Inhalt sind in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 420 „Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien“¹⁰ Bedingungen festgelegt, bei deren Erfüllung die Einhaltung von Luftgrenzwerten dauerhaft gesichert ist. Werden diese verfahrensspezifischen Kriterien eingehalten, kann beim Umfüllen dieser CKW auf Kontrollmessungen verzichtet werden.

Zur Kennzeichnung von Be- und Abfüllstellen an ortsfesten Behältern siehe auch Abschnitt 7.4.5.

7.3.6 Aufbewahren, Lagern, Transport

CKW sind unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften⁴ und Technischen Regeln¹² so aufzubewahren und zu lagern, dass Mensch und Umwelt nicht gefährdet werden sowie Missbrauch oder Fehlgebrauch verhindert werden.

Die Behälter müssen ausreichend gekennzeichnet sein (siehe Abschnitt 7.4.5) und sind stets geschlossen zu halten. Offene Gefäße sind zum Transport (auch innerbetrieblich) und zur Lagerung nicht zulässig. CKW sind vor Licht- und Wärmeeinwirkung geschützt aufzubewahren, um eine Zersetzung auszuschließen.

Behälter, durch deren Form oder Kennzeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann, dürfen nicht zur Aufbewahrung und Lagerung von CKW verwendet werden.⁴ Zur Kennzeichnung von Behältern und Rohrleitungen siehe Abschnitt 7.4.5.

Hinsichtlich geeigneter Behältermaterialien siehe Abschnitt 7.3.7.

An Arbeitsplätzen dürfen CKW nur in Mengen vorhanden sein, die für den Fortgang der Arbeit erforderlich sind.^{19, 38}

Bei der Lagerung nicht erlaubnisbedürftiger Mengen brennbarer CKW ist die TRbF 22 „Lagereinrichtungen in Arbeitsräumen (Sicherheitsschränke)“ zu beachten.

Den Transport von CKW auf öffentlichen Verkehrswegen regeln eine Reihe nationaler und internationaler verkehrsrechtlicher Vorschriften. Einzelheiten enthalten die Merkblätter „Beförderung gefährlicher Güter“ (BGI 671, bisher ZH 1/555) und „Gefahrtgutbeförderung im PKW“ (BGI 744, bisher ZH 1/123).

7.3.7 Werkstoffe

Werkstoffe für Anlagen und Lagerbehälter müssen für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sein und dürfen von CKW nicht angegriffen werden. Geeignete Werkstoffe sind z.B. Edelstahl und Glas.

Kunststoffe sind als Behältermaterial in der Regel ungeeignet, da sie bestimmte Grundanforderungen wie z.B. Dampfdurchlässigkeit und Chemikalienbeständigkeit bei ständiger Einwirkung von CKW meist nicht erfüllen.

Werkstoffe sind auf ihre Eignung zu prüfen. Nähere Informationen können u.a. den DECHEMA-Werkstofftabellen⁹² entnommen oder bei den CKW-Produzenten erfragt werden. Dies gilt auch für Schlauchleitungen und Dichtungen.

Als Material für Rohrleitungen, die mit CKW beaufschlagt werden, eignet sich z.B. Edelstahl. Die Verbindungen zwischen den 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 einige spezielle Kunststoffe eingesetzt, z.B. Polytetrafluorethen (PTFE), Polyfluorethenpropen (PFEP) und Fluorkautschuk (FKM).¹⁰⁶

7.3.8 Reinigung

7.3.8.1 Prüfen und Neutralisieren von Chlorkohlenwasserstoffen

Durch die laufende Beanspruchung der CKW, vor allem bei der Destillation und Rückgewinnung über Aktivkohleanlagen, tritt allmählich eine Stabilisatorverarmung und Zersetzung der CKW ein (siehe auch Abschnitte 2.1.4.1 und 2.1.4.2), wobei meistens der pH-Wert absinkt. 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 Säureaufnahme-fähigkeit (SAF) 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 Sodalösung.

7.3.8.2 Reinigen spanabhebend bearbeiteter Leichtmetalle

Zum Reinigen spanabhebend bearbeiteter Werkstücke aus Leichtmetallen und deren Legierungen (siehe Abschnitt 2.1.4.2) dürfen nur Tetrachlorethen (Perchloroethylen) und sonderstabilisiertes Trichlorethen und Dichlormethan verwendet werden.

7.3.9 Wiederaufbereitung und Entsorgung

Da die Stabilisierung von Tetrachlorethen sowie der 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, einge-

setzt werden (siehe Abschnitt 2.1.4.2). Gegebenenfalls ist der Hersteller oder Lieferant zu Rate zu ziehen.

Abfälle, Rückstände und verunreinigte Leergebinde, die CKW enthalten können, müssen sachgemäß als besonders überwachungsbedürftiger Abfall entsorgt werden. Dies kann durch Rückgabe an den Lieferanten oder Beauftragung eines Entsorgungsbetriebes geschehen. Dem Einsatz von Mehrwegsystemen ist der Vorzug zu geben, da nach dem „Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen“³⁵ die Verwertung gegenüber der Beseitigung vorzuziehen ist. Die Bestimmungen der „Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel“³² sind zu beachten.

Zur Kennzeichnung siehe Abschnitt 7.4.5.

Ein Verzeichnis der für die Abfallbeseitigung zuständigen Landesbehörden, Auskunftstellen und Abfallverwertungs- bzw. Beseitigungsanlagen, enthält die „Informationsschrift Abfallarten“.⁹³ Verwertungs- und Beseitigungsanlagen sind auch im „Handbuch der Verwerterbetriebe für industrielle Rückstände“⁹⁴ zusammengestellt.

7.3.10 Abluft, Abwasser

Der Abgabe von CKW in Oberflächengewässer und in die Umgebungsluft sind gesetzliche enge Grenzen gesetzt. Hierfür gibt es Grenzwerte aus gesetzlichen Regelungen und Auflagen wie z.B. dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG)³⁶ einschließlich der „Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe“ (VAWS), dem „Katalog wassergefährdender Stoffe“³⁷ sowie der 4. BImSchV²⁹ und der TA-Luft³¹. Hinweise enthalten die Sicherheitsdatenblätter.

Für Oberflächenbehandlungsanlagen, Chemischreinigungs- und Textilausrüstungsanlagen sowie Extraktionsanlagen legt die „Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen“ (2. BImSchV²⁸) fest, dass die Abluft einem Abscheider zugeleitet wird, der die Einhaltung des Emissionsgrenzwertes sicherstellt.

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

7.3.11 Brandschutz und Brandbekämpfung^{67, 74, 21}

CKW, die einen Flammpunkt aufweisen, sind brennbare Flüssigkeiten. Für sie gelten beim Lagern die Bestimmungen der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten²⁶ sowie die dazugehörigen Technischen Regeln. Beim Verarbeiten ist ein feuergefährdeter Bereich von 5 m einzuhalten.

Bei der Brandbekämpfung ist zu beachten, dass bei der Zersetzung von CKW ätzende und toxische Zersetzungsprodukte freigesetzt werden (siehe auch Abschnitt 2.1.4.4).

Folgende Schutzmaßnahmen können bei Bränden erforderlich sein:

- Brandbekämpfung nur durch Gefahrenabwehrkräfte, die geschult und über die vom Produkt ausgehenden Gefahren unterrichtet sind;
- Information der Feuerwehr über mögliche Zersetzungsprodukte;
- in jedem Fall Isoliergerät (umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät) verwenden;
- beim Einsatz in nächster Nähe säurebeständige Schutzkleidung verwenden;
- Rettungsmannschaft im Einsatz mit Wasserscheier schützen;
- CKW-Behälter mit viel Wasser kühlen und, wenn möglich, aus der Brandzone bringen.

Nach dem Einsatz ist die Ausrüstung zu reinigen.

7.3.12 Explosionsschutz

CKW, die einen Explosionsbereich aufweisen, bilden Dampf-Luft-Gemische, die bei Anwesenheit von hinreichend starken Zündquellen zur Explosion gebracht werden können. Da in der betrieblichen Praxis im Allgemeinen nicht beurteilt werden kann, ob eine Zündquelle wirksam sein kann, ist gemäß EX-RL⁴⁷ folgendes Vorgehen zum Explosionsschutz erforderlich:

1. Maßnahmen, welche eine Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern oder einschränken;
2. Maßnahmen, welche die Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern;
3. Konstruktive Maßnahmen, welche die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken.

Sind Schutzmaßnahmen nach Punkt 2 erforderlich, müssen die verbleibenden Bereiche je nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen unterteilt werden. In diesen Zonen dürfen nur Geräte und Schutzsysteme verwendet werden, die für die entsprechenden Zonen geeignet⁷⁾ sind.

⁷⁾ Entsprechend der Richtlinie 94/9/EWG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen („ATEX 100a-Richtlinie“)¹¹³, umgesetzt durch die 11. GSGV (Explosionsschutz-Verordnung)³³

Bei Arbeiten in Zone 1 müssen neben der erforderlichen Erdung von Apparaten, Geräten und Leitungen auch Kleidung und persönliche Schutzausrüstung sowie der Fußboden ausreichend ableitfähig sein. Einzelheiten hierzu siehe „Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ (GUV-R 132, bisher GUV 19.7).

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.

Explosionsgefährdeter Bereich/Zone	Gerätegruppe II Kategorie	
	Nach EX-RL zulässig	Bei CKW mit Ex-Bereich, aber ohne Flammpunkt ebenfalls zulässig ^{*)}
0	1	2
1	1, 2	3
2	1, 2, 3	(feuergefährdeter Bereich)

^{*)} Falls nicht besondere Gründe im Einzelfall dagegen sprechen

7.3.13 Verhalten bei Freiwerden von Chlorkohlenwasserstoffen

7.3.13.1 Allgemeines

Der Arbeitgeber hat Betriebsstörungen, bei denen Beschäftigte gefährdet werden können, zu verhindern und bei Unfällen und Betriebsstörungen die Gefahren für die Beschäftigten zu begrenzen. Dafür hat er Vorkehrungen nach dem Stand der Technik zu treffen.⁴

Es muss ein auf die örtlichen Verhältnisse abgestimmter Alarm- und Gefahrenabwehrplan aufgestellt sein.⁴⁰ Zur Aufstellung eines Alarm- und Gefahrenabwehrplans siehe Abschnitt 7.4.2.

7.3.13.2 Maßnahmen

Treten CKW-Dämpfe oder Aerosole unerwartet und in möglicherweise gefährlicher Konzentration oder Menge aus, sind der gefährdete Bereich zu räumen und Personen in der betroffenen Umgebung zu warnen. Die Beseitigung des gefährlichen Zustandes darf nur unter geeigneten Schutzmaßnahmen erfolgen.

Die Ausbreitung von flüssigen CKW sowie das Eindringen in Boden, Kanalisation und Oberflächenwasser ist zu verhindern. Verschüttete und ausgelaufene CKW sind unver-

züglich mit geeigneten Bindemitteln (z.B. Blähglimmer, Kieselgur usw.) gefahrlos aufzunehmen und anschließend zu entsorgen.

Für alle Unfälle gilt:

- Alarm- und Gefahrenabwehrplan beachten!
- Persönliche Schutzausrüstungen anlegen;
- Verletzte aus dem Gefahrenbereich bringen;
- Gefahrenbereich absperren;
- Entfernung unbeteiligter Personen;
- weiteres Austreten verhindern;
- beim Umgang mit brennbaren CKW (siehe Anhang 1 A) alle Zündquellen aus dem Gefahrenbereich entfernen;
- vor Aufhebung der Absperrung sicherstellen, dass die Luftgrenzwerte¹⁶ unterschritten sind (siehe Anhang 1 B). Gegebenenfalls orientierende Messungen durchführen.

7.4 Organisatorische Schutzmaßnahmen

7.4.1 Allgemeines

Der Arbeitgeber hat für die Arbeitsstätte einen Flucht- und Rettungsplan aufzustellen, wenn Lage, Ausdehnung und Art der Nutzung der Arbeitsstätte dies erfordern.^{19, 102}

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.

Vergibt der Unternehmer Arbeiten an andere Unternehmer (Fremdunternehmen), muss er die Fremdunternehmer über mögliche Gefahren informieren, mit ihnen die erforderlichen Schutzmaßnahmen vereinbaren und im Einzelnen schriftlich festlegen.^{1, 38} Er hat darüber hinaus in Abstimmung mit den Fremdunternehmern schriftlich einen Koordinator zu bestellen, der Weisungsbefugnis gegenüber allen beteiligten Arbeitsgruppen hat.⁵⁹

7.4.2 Informationspflichten

CKW sind Gefahrstoffe und als solche in das Gefahrstoffverzeichnis nach Gefahrstoffverordnung⁴ aufzunehmen. An Angaben müssen darin enthalten sein:

- Bezeichnung des Gefahrstoffes,

- Angabe der gefährlichen Eigenschaften,
- vorhandene Menge im Betrieb (Größenordnung),
- Arbeitsbereiche, in denen mit CKW umgegangen wird.

Das Verzeichnis ist auf aktuellem Stand zu halten.

Nach § 20 Gefahrstoffverordnung ist eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisung^{4, 14} 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 (siehe TRGS 555). Auf die sachgerechte Entsorgung gefährlicher Abfälle, das Verhalten im Gefahrenfall und Erste-Hilfe-Maßnahmen ist ebenfalls einzugehen. Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. Die Betriebsanweisung muss jederzeit von den Beschäftigten eingesehen werden können.

Hinweise zur Gestaltung von Betriebsanweisungen gibt die Broschüre „Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen“ (BGI 566, bisher ZH 1/124). Eine Musterbetriebsanweisung für das Beschicken einer Chemischreinigungsanlage mit Tetrachlorethen ist in Anhang 2 wiedergegeben.

Die Betriebsanweisung ist Grundlage für die Unterweisung, bei der die Beschäftigten auf mögliche Gefährdungen beim Umgang mit CKW aufmerksam gemacht und über die zu treffenden Schutzmaßnahmen eingehend unterrichtet werden müssen.^{4, 14, 75} Die Unterweisungen 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. Der Nachweis der Unterweisung ist zwei Jahre aufzubewahren.

Es kann erforderlich sein, die Unterweisung durch praktische Vorführung einzelner Maßnahmen vor Ort und durch Einüben seitens der Beschäftigten unter sachkundiger Anleitung zu ergänzen, z.B. durch Anlegen von Schutzanzügen, von Atemschutzgeräten, durch Übungen für den Schadensfall und Feuerlöschübungen. Weiterhin kann eine eingehende Arbeits- und Sicherheitsabsprache vor Ort erforderlich sein. Wesentlich ist auch die Erfolgskontrolle, z.B. im Rahmen eines Sicherheitsgespräches.

Für genehmigungspflichtige Anlagen, die der Störfall-Verordnung³⁰ 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. Erstellung eines betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplans, Erstellung und Fortschreibung einer Sicherheitsanalyse, Benennung eines Beauftragten für die Begrenzung der Auswirkungen von Störfällen, zu beachten.

7.4.3 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.³⁶

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

- Arbeiten in Behältern und engen Räumen,⁴⁸
- Feuerarbeiten, z.B. Schweißen, Schneiden, Löten, Anwärmen, wenn Feuer- und Explosionsgefahren nicht sicher auszuschließen sind.³⁹

In der Erlaubnis sind die notwendigen Schutzmaßnahmen festzulegen, z.B. vollständige Entleerung der Apparatur, sichere Unterbrechung der zuführenden Leitungen, Prüfung auf mögliche Produktreste, persönliche Schutzmaßnahmen beim Öffnen, Reinigen mit geeigneten Mitteln, Konzentrationsmessungen.

Sicherheitseinrichtungen sind von Fachleuten in Intervallen zu warten, die den betrieblichen Verhältnissen angepasst sind. Die Funktionsfähigkeit dieser Einrichtungen ist nach Bedarf zu prüfen, mindestens jedoch jährlich, bei Feuerlöschern und Lüftungstechnischen Einrichtungen mindestens alle zwei Jahre.^{38, 19}

7.4.4 Arbeiten in Behältern und engen Räumen

Arbeiten in Behältern, Tanks und engen Räumen dürfen nur mit schriftlicher Erlaubnis, nach Festlegung der entsprechenden Schutzmaßnahmen und nach mündlicher Unterweisung der Beschäftigten ausgeführt werden. Mit den Arbeiten darf erst begonnen werden, nachdem der Aufsicht Führende festgestellt hat, dass die schriftlich festgelegten Maßnahmen getroffen sind.

Einzelheiten sind festgelegt in den „Richtlinien für Arbeiten in Behältern und engen Räumen“ (BGR 117, bisher ZH 1/77).

7.4.5 Kennzeichnung

CKW gehören zu den nach der Gefahrstoffverordnung⁴ kennzeichnungspflichtigen Stoffen.

Werden CKW und deren Zubereitungen in den Verkehr gebracht, ist die Verpackung nach der Gefahrstoffverordnung⁴ zu kennzeichnen (siehe auch Anhang 1 B).

Detaillierte Hinweise enthalten die TRGS 200⁶ und die vom Hersteller mitzuliefernden Sicherheitsdatenblätter.

Arbeits- und Lagerräume sind mit dem Schild P 02 „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ zu kennzeichnen. Beim Umgang mit brennbaren CKW ist zusätzlich das Warnzeichen W 01 „Warnung vor feuergefährlichen Stoffen“ im Eingangsbereich zu installieren.⁴³

Behälter sind eindeutig, deutlich erkennbar und dauerhaft zu kennzeichnen.⁴ Sichtbar verlegte Rohrleitungen sind in ausreichender Häufigkeit und gut sichtbar in unmittelbarer Nähe der gefahrträchtigen Stellen, z.B. Schieber, Anschlussstellen, zu kennzeichnen.⁸⁶ Dies gilt auch für die Anschluss- und Entnahmestellen, um Verwechslungen zu vermeiden.

Zusätzliche Anforderungen an die Kennzeichnung von Druckbehältern und Druckgasbehältern sind in der Druckbehälterverordnung und den zugehörigen Technischen Regeln enthalten.²⁵

Die Kennzeichnung von Abfällen beim Umgang regelt die TRGS 201.⁷

Die Kennzeichnung von CKW bei Transporten auf öffentlichen Verkehrswegen wird in einer Reihe nationaler und internationaler verkehrsrechtlicher Vorschriften geregelt.

Erläuterungen enthält die Broschüre „Beförderung gefährlicher Güter“ (BGI 671, bisher ZH 1/555).

Tetrachlormethan

(Tetrachlorkohlenstoff)

EWG-Nummer: 200-262-8

Verwendung nur für Analytik,
Forschung und Entwicklung erlaubt.



Hinweise auf die besonderen Gefahren:

- Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut
- Irreversibler Schaden möglich
- Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen
- Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
- Gefährlich für die Ozonschicht

Sicherheitsratschläge:

- Dampf nicht einatmen
- Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzkleidung tragen
- Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich, dieses Etikett vorzeigen)
- Information zur Wiederverwendung/Wiederverwertung beim Hersteller/Lieferanten erfragen
- Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen/Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen

Füllmenge des Inhalts: 1 l

Name, Anschrift und Telefonnummer des Herstellers

7.4.6 Hygiene

Hygienemaßnahmen sollen technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen unterstützen, indem sie eine Aufnahme von CKW z.B. durch mangelhafte Sauberkeit am Arbeitsplatz oder die unsachgemäße Handhabung verschmutzter Arbeitskleidung und persönlicher Schutzausrüstungen verhindern.

Dazu sind vor Pausen und nach der Arbeit angemessene Hautreinigungs- und Hautschutzmaßnahmen durchzuführen.^{55, 73} Ein umfassender Hautschutz erfordert gegebenenfalls vor, während und nach Beendigung von Arbeiten mit CKW die Verwendung geeigneter Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel (siehe BGR 197, bisher ZH 1/708). Das Merkblatt „Hautschutz“ (ZH 1/132) enthält ausführliche Angaben zum Schutz und zur Pflege der Haut. Empfehlungen dazu gibt der Bundesverband Handschutz e.V., Brunnenweg 1, 27404 Eisdorf.

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

CKW dürfen nicht zur Hautreinigung verwendet werden!

Rauchen ist bei Arbeiten mit CKW verboten.

CKW dürfen nicht zusammen mit Nahrungs- und Genussmitteln aufbewahrt werden. Beschäftigte müssen zum Essen und Trinken die hierfür vorgesehenen Räumlichkeiten oder Bereiche benutzen (siehe Gefahrstoffverordnung und TRGS 500).^{4, 12}

7.4.7 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Trotz technischer, organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen können Gesundheitsschäden durch Chlorkohlenwasserstoffe (CKW) nicht in allen Fällen mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Um Beeinträchtigungen der Gesundheit rechtzeitig zu erkennen und ihnen vorbeugen zu können, sind daher arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen erforderlich.

Wird der Luftgrenzwert für CKW nicht eingehalten oder sind andere Auswahlkriterien erfüllt, so müssen die am betreffenden Arbeitsplatz beschäftigten Arbeitnehmer nach

- § 28 Gefahrstoffverordnung⁴ in Verbindung mit Anhang VI,
- § 3 UVV „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ (GUV-V A 4, bisher GUV o.6), Anlage 1 arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen unter Beachtung der Berufsgenossenschaftlichen Grundsätze G 13 „Tetrachlormethan“ (Tetrachlorkohlenstoff)⁷⁹, G 14 „Trichlorethen“ (Trichlorethylen)⁸⁰, G 17 „Tetrachlorethen“ (Perchlorethylen)⁸¹ und G 28 „Monochlormethan“ (Methylchlorid)⁸³ unterzogen werden.

Nachuntersuchungen sind nach folgenden Fristen durchzuführen:

	Erste Nachuntersuchung ^{*)}	Weitere Nachuntersuchungen ^{*)}
Tetrachlormethan G 13	3 – 6 Monate (12 – 24 Monate)	6 Monate (12 – 24 Monate)
Trichlorethen G 14	12 – 18 Monate (12 – 24 Monate)	12 – 24 Monate
Tetrachlorethen G 17	12 – 18 Monate (12 – 24 Monate)	12 – 24 Monate
Monochlormethan G 28	3 – 6 Monate (12 – 24 Monate)	12 – 18 Monate (12 – 24 Monate)

^{*)} Die in den älteren Rechtsvorschriften stehenden Nachuntersuchungsfristen sind wegen der zwischenzeitlich verbesserten Arbeitsplatzverhältnisse häufig zu kurz. In Klammern werden die Nachuntersuchungsfristen genannt, die aus arbeitsmedizinischer Sicht heute angemessen sind.

Für Dichlormethan, Trichlormethan, Chlorethan und 1,1,1-Trichlorethan gibt es keine Berufsgenossenschaftlichen Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen. Hier sind allgemeine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen erforderlich.⁷⁸

Eine Hilfestellung bei der Beantwortung der Frage, ob arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen erforderlich sind, geben die Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge (BGI 504, bisher ZH 1/600).

Die Untersuchungen sind von einem nach § 30 Gefahrstoffverordnung bzw. § 8 UVV „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ (GUV-V A 4, bisher GUV o.6) ermächtigten Arzt durchzuführen.

Das Benutzen von Atemschutzgeräten befreit nicht von der Durchführung der Vorsorgeuntersuchungen (siehe auch § 3 Abs. 3 UVV „Arbeitsmedizinische Vorsorge“, GUV-V A 4, bisher GUV o.6), Beschäftigte, die Atemschutzgeräte benutzen, sind zusätzlich unter Beachtung des Grundsatzes G 26 „Atemschutzgeräte“⁸² zu untersuchen.

7.5 Persönliche Schutzmaßnahmen

Wenn eine Gefährdung der Beschäftigten beim Umgang mit CKW durch technische Maßnahmen allein nicht ausgeschlossen werden kann, müssen geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt, in gebrauchsfertigem, hygienisch einwandfreiem Zustand gehalten und bei Bedarf benutzt werden.⁴ Die persönliche Schutzausrüstung muss baumustergeprüft sein und das CE-Kennzeichen tragen.¹¹⁰

7.5.1 Atemschutz

Besteht die Gefahr des Einatmens von CKW, z.B. bei Reparaturarbeiten, bei Arbeiten in Behältern und engen Räumen oder unkontrollierten Betriebszuständen, sind geeignete Atemschutzgeräte bereitzustellen und zu benutzen.³⁸ Die Bereitstellung und Benutzung muss erfolgen, wenn der Luftgrenzwert nicht eingehalten wird.^{4, 16}

Das Tragen von Atemschutz und Vollschutzanzügen darf keine ständige Maßnahme sein.⁴

Die GUV-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (GUV-R 190, bisher GUV 20.14) sind zu beachten.

Die Schutzausrüstung ist außerhalb der gefährdeten Bereiche, jedoch für die Beschäftigten schnell erreichbar aufzubewahren.

Für Benutzer von Atemschutzgeräten, die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen nach dem Grundsatz G 26 „Atemschutzgeräte“⁸² zu unterziehen sind, müssen Tragezeitbegrenzungen gemäß Abschnitt 6.3 der GUV-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (GUV-R 190, bisher GUV 20.14) eingehalten werden.

Folgende Atemschutzgeräte sind für den Umgang mit CKW geeignet:⁶⁹

1. Filtergeräte (*abhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkend*)

Geeignete Filtergeräte für *Tetrachlormethan, 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen und Tetrachlorethen* sind Filtergeräte mit Gasfilter, Filtertyp A, Kennfarbe braun. Sie dürfen nur dann verwendet werden, wenn die gesamte Schadstoffkonzentration einschließlich dieser Stoffe in der Raumluft bei

Filterklasse 1: max. 0,1 Vol.-%,

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

Filterklasse 3: max. 1 Vol.-%

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

Bei *Dichlormethan, Trichlormethan und Chlorethan* sind Gasfilter, Filtertyp AX gemäß DIN EN 371 zu verwenden.⁸⁸ Dabei gelten die folgenden maximalen Einsatzkonzentrationen und -zeiten:

	Max. Einsatzkonzentration (ml/m ³)	Max. Einsatzzeit (min)
Dichlormethan	100	40
	500	20
Trichlormethan	100	40
	500	20
Chlorethan	1 000	60

Zusätzlich ist zu 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.

2. Isoliergeräte (unabhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkend)

Isoliergeräte, z.B. Schlauchgeräte und Pressluftatmer, müssen verwendet werden

- bei Sauerstoffkonzentrationen unter 17 %,
- bei höheren Konzentrationen von CKW in der Umgebungsatmosphäre,
- bei Anteilen von Niedrigsiedern (Siedepunkt ≤ 65 °C) im Gasgemisch und
- wenn keine Kenntnisse über die Gefahrstoff- und Sauerstoffkonzentrationen vorliegen.

7.5.2 Augenschutz (siehe GUV-R 192, bisher GUV 20.13)

Beim Umgang mit CKW muss ausreichender Augenschutz benutzt werden. Das sind z.B.⁷⁰

- Gestellbrillen mit Seitenschutz, eventuell mit Korrekturgläsern für Brillenträger (bei Überwachungstätigkeiten in Betrieb und Labor),
- Korbbrillen (wenn mit verspritzenden CKW-haltigen Flüssigkeiten zu rechnen ist, 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 enthält das Merkblatt A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“.⁵⁸

7.5.3 Handschutz

CKW haben eine stark entfettende Wirkung auf die Haut.

Die Hände müssen gegen den Kontakt mit CKW durch geeignete Chemikalienschutzhandschuhe geschützt werden. Ungeeignet sind z.B. Schutzhandschuhe aus Leder oder Textilfasern.

Geeignet für einen achtstündigen Einsatz (Durchbruchzeit > 8 Stunden) sind in den meisten Fällen Handschuhe aus Fluorkautschuk (FKM) mit einer Materialstärke von mindestens 0,4 mm (für Dichlormethan nur als Spritzschutz [kurzzeitiger Kontakt!]).¹⁰⁷

Für den Umgang mit flüssigem Chlorethan werden Kältehandschuhe empfohlen, beim Umgang mit Chlormethan (Gas) sind keine Handschuhe erforderlich.¹⁰⁷

Für CKW ungeeignet sind Handschuhe aus Naturkautschuk/Naturlatex (NR), Polychloropren (CPR), Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR), Butylkautschuk (Butyl) oder Polyvinylchlorid (PVC). Es dürfen keine Einmalhandschuhe verwendet werden.¹⁰⁷

Für die Auswahl und Benutzung von Schutzhandschuhen sind die Angaben der Hersteller von CKW und Schutzhandschuhen und die GUV-Regel „Benutzung von Schutzhandschuhen“ (GUV-R 195, bisher GUV 20.17) zu beachten. Eine Liste von Herstellern baumustergeprüfter Schutzkleidung (Chemikalienschutzhandschuhe) enthält die „Betriebswacht“.¹⁰⁴

Der Informationsbroschüre des Herstellers sind die Durchbruchzeiten in Minuten zu entnehmen, die der Hersteller für die jeweiligen CKW und deren Zubereitungen ermittelt hat. Die Durchbruchzeiten sind ein Maß für die Verwendungsdauer.

Unter Berücksichtigung der Informationen des Schutzhandschuh-Herstellers hat der Unternehmer eine Betriebsanweisung zu erstellen. Das Faltblatt „Gewusst wie!“ – „Chemikalienschutzhandschuhe“ kann den Beschäftigten darüber hinaus zur zusätzlichen Information dienen.⁷⁷

7.5.4 Schutzkleidung und Fußschutz

In Abhängigkeit von dem Ausmaß der möglichen Gefährdung sind zusätzlich zu den Chemikalien-Schutzhandschuhen (siehe Abschnitt 7.5.3), Fußschutz und Chemikalien-Schutzanzüge oder Chemikalien-Teilkörperschutz (z.B. Schuttschürze bei einer möglichen Chemikalienwirkung auf die Körpervorderseite) aus geeigneten Materialien zu benutzen.^{72, 68} Geeignete Materialien sind bei den Herstellern von Schutzausrüstungen bzw. CKW und deren Zubereitungen zu erfragen. In der Benutzerinformation des Herstellers hat dieser zu bestätigen, dass die Materialbeständigkeit der Schutzkleidung gegenüber den genannten Stoffen normgeprüft wurde.

Der Unternehmer hat unter Berücksichtigung der Informationen des Schutzkleidungs-Herstellers eine Betriebsanweisung zu erstellen. Hinweise geben die „Regeln für den Einsatz von Schutzkleidung“.⁶⁸

Es ist darauf zu achten, dass keine Schadstoffe von oben in den Fußschutz gelangen können. Das ist z.B. durch Verwenden einer ausreichend langen Chemikalienschutzschürze sicherzustellen.

Schutzanzüge sind nach jeder Verwendung zu prüfen, besonderes Augenmerk ist dabei auf Materialveränderungen zu richten.

8 Erste Hilfe

8.1 Allgemeines

Alle Personen, die mit Chlorkohlenwasserstoffen umgehen, müssen über die Erste-Hilfe-Maßnahmen unterrichtet sein und über das Verhalten bei Arbeitsunfällen unterwiesen werden.⁴²

Die von den Unfallversicherungsträgern anerkannten Anleitungen zur Ersten Hilfe sind entsprechend dem jeweiligen Gefährdungsgrad an geeigneten Stellen auszuhängen.⁴²

Über jede Erste-Hilfe-Leistung sind Aufzeichnungen zu führen, z.B. in einem Verbandbuch, und 5 Jahre lang aufzubewahren.⁴²

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

Ärztliche Hilfe ist unverzüglich in Anspruch zu nehmen. Dem Arzt sind der chemische Stoff und die bereits durchgeführten Erste-Hilfe-Maßnahmen anzugeben.

Um wirksame Hilfe leisten zu können, kann eine Absprache zwischen Betrieb, Betriebsarzt, 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 angesprochen.

8.2 Augen

- Augen unter Schutz des unverletzten Auges sofort ausgiebig bei geöffneten Augenlidern mit Wasser spülen
- Steriler Schutzverband
- Augenärztliche Behandlung

8.3 Atmungsorgane

- Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich bringen
- Bei Atemstillstand künstliche Beatmung nach Möglichkeit mit Gerät (z.B. Schlauch-Mund-Beatmer), auf jeden Fall Einatmen von Chlorkohlenwasserstoffen vermeiden (Selbstschutz)

- Bei Atemnot Sauerstoff inhalieren lassen
- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen
- Ärztliche Behandlung
- Achtung: Bei Bränden ist unter anderem die Entstehung von Phosgen, Chlorwasserstoff und Chlor möglich! Siehe hierzu Merkblatt „Phosgen“ (BGI 615, bisher ZH 1/298), Abschnitt 8.3

8.4 Haut

- Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen, auf Selbstschutz achten
- Haut mit viel Wasser, gegebenenfalls mit Polyethylenglykol 400 spülen (zur Anwendung von PEG 400 siehe Merkblatt „Phenol, Kresole und Xylenole“ [ZH 1/314])
- Wunden keimfrei bedecken
- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen
- Ärztliche Behandlung

8.5 Verschlucken

- Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes
- Reichlich Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen
- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen
- Ärztliche Behandlung

8.6 Hinweise für den Arzt

- Nach oraler Aufnahme von Chlorkohlenwasserstoffen möglichst umgehend Magenspülung. Dabei Aspiration unter allen Umständen vermeiden (eventuell Intubation).
- Anschließend Medizinalkohle in Wasser und Natriumsulfat (2 gestrichene Esslöffel in 1/2 l Wasser gelöst) verabreichen.
- Bei Erregungszuständen z.B. Benzodiazepine i.v.
- Keine Gabe von Adrenalin oder Katecholaminen (Rhythmusstörungen möglich!)

- Bei Bränden ist Phosgenentstehung möglich. Nach Inhalation von Phosgen kann ein toxisches Lungenödem noch nach vielen Stunden auftreten! Erste-Hilfe-Maßnahmen für diesen Fall enthält das Merkblatt „Phosgen“ (BGI 615, bisher ZH 1/298).

Anhang 1: Kenndaten von Chlorkohlenwasserstoffen

A: Physikalische und chemische Kenndaten

	Chlormethan (Methylchlorid)	Dichlormethan (Methylenchlorid)	Trichlormethan (Chloroform)	Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff)
CAS-Nr. Chemische Formel	74-87-3 CH ₃ Cl	75-09-2 CH ₂ Cl ₂	67-66-3 CHCl ₃	56-23-5 CCl ₄
Molekulargewicht (90) Siedepunkt bei 1013 hPa ² (°C) (90) Dichte bei 20 °C (g/ml) (90)	50,5 -23,76 (108) 0,920 ¹	84,9 39,7 (108) 1,33 (108)	119,3 61,3 1,489	153,8 76,7 1,594 (99)
Dampfdruck (hPa) (90) bei 20 °C bei 30 °C bei 50 °C	4890 k.A. 10500*	465 k.A. k.A.	212,7 328 (99) k.A.	119 186,1 (101) 412 (99)
Sättigungskonzentration [berechnet*] bei 20 °C in Vol.-% bzw. g/m ³ bei 30 °C in Vol.-% bzw. g/m ³ bei 50 °C in Vol.-% bzw. g/m ³	Gas / 483 (Dampfgewicht) k.A. k.A.	3,4 / 1534 k.A. k.A.	21,0 / 1043 32,4 / 1554 k.A.	11,7 / 752 k.A. 40,7 / 2360
Dampfdichte (Luft = 1) (108) Zersetzungsbeginn (°C) Zündtemperatur (°C) (90) Flammpunkt (°C) (89)	1,785 k.A. 625 (108) -46 (berechnet)*	2,93 120 (99) 605 (108) - (108)	4,1* k.A. keine keiner (99)	5,3* siehe Fußnote ³ keine keiner (99)
Mindestzündenergie (mJ) (108)	k.A.	9300	k.A.	k.A.
Explosionsgrenzen (Zündgrenzen) (108) in Luft bei 25 °C, 1013 hPa untere (Vol.-%) obere (Vol.-%)	 7,6 19	 13 22	 keine expl. Ge- mische in Luft (99)	 keine expl. Gemische in Luft (99)
Umrechnungsfaktor ppm in mg/m ³ (20 °C) (99)	k.A.	3,524	4,96	6,5

¹ bei 500 hPa

² 1 hPa entspricht 1 mbar

³ bei >300 °C in Luft deutliche Phosgenbildung, in feuchter Luft Weiterreaktion zu CO₂ und HCl

k.A. = keine validierte Angabe gefunden

* Herstellerangabe

	Chlorethan (Ethylchlorid)	1,1,1-Trichlorethan (Methylchloroform)	Trichlorethen (Trichlorethylen)	Tetrachlorethen (Perchlorethylen)
CAS-Nr. Chemische Formel	75-00-3 C ₂ H ₅ Cl	71-55-6 Cl ₃ C-CH ₃	79-01-6 Cl ₂ C = CHCl	127-18-4 Cl ₂ C = CCl ₂
Molekulargewicht (90) Siedepunkt bei 1013 hPa ¹ (°C) (108) Dichte bei 20 °C (g/ml) (90)	64,5 12,28 0,924 (bei 0 °C)	133,4 74,0 1,337 (108)	131,4 87,0 1,465	165,8 121,1* 1,623
Dampfdruck (hPa) ¹ bei 20 °C bei 30 °C bei 50 °C	1342 (90) 1887 (90) k.A.	131* k.A. 442*	77,3 (95) k.A. 208 (95)	18,6 (95) 32* 84 (95)
Sättigungskonzentration [berechnet*] bei 20 °C in Vol.-% bzw. g/m ³ bei 30 °C in Vol.-% bzw. g/m ³ bei 50 °C in Vol.-% bzw. g/m ³	Gas / 3554 (Dampfgewicht) Gas / 4833 (Dampfgewicht) k.A.	12,9 / 718 k.A. 44,5 / 2241	7,6 / 417 k.A. 20,5 / 1018	1,8 / 127 k.A. 8,3 / 519
Dampfdichte (Luft = 1) (108) Zersetzungsbeginn (°C) (99) Zündtemperatur (°C) (108) Flammpunkt (°C) (89)	2,23 k.A. 510 -43 ² (90)	4,60 160 490 keiner (108)	4,53 120 410 keiner (108)	5,76* 150 keine (99) keiner (99)
Mindestzündenergie (mJ) (108)	k.A.	4800	510	k.A.
Explosionsgrenzen (Zündgrenzen) (108) in Luft bei 20 °C, 1013 hPa untere (Vol.-%) obere (Vol.-%)	3,6 14,8	8,0 15,5	7,9 100 (Sättigung)	keine explosiven Gemische in Luft (99)
Umrechnungsfaktor ppm in mg/m ³ (20 °C) (99)	2,68	5,55	5,461	6,89

	Chlormethan (Methylchlorid)	Dichlormethan (Methylenchlorid)	Trichlormethan (Chloroform)	Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff)
CAS-Nummer	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
Luftgrenzwert (16) Art: MAK-Wert in ml/m ³ (ppm) in mg/m ³	50 105	100 360	10 50	10 65
Überschreitungsfaktor (16)	4	4	4	4
BAT-Wert (17) (Untersuchungsmaterial, Parameter, wenn nicht der Stoff selbst) Probenahmezeitpunkt (17)	—	5 % (Blut, CO-Hb) 1 mg/l (Blut, Dichlormethan) Expositionsende bzw. Schichtende	—	70 µg/l (Blut) Blut; Expositionsende bzw. Schichtende; bei Langzeit- exposition: nach mehreren vorangegangenen Schichten
Hautresorption (16)	—	—	—	ja
Kanzerogenitätskategorie (4)	3	3	3	3
Kennzeichnung (4) Gefahrensymbol: R-Sätze: S-Sätze:	F+, Xn R12-40-48/20 S(2)-9-16-33	Xn R40 S(2)-23-24/25-36/37	Xn R22-38-40-48/20/22 S(2)-36/37	T, N R23/24/25-40-48/23-52/53-59 S(1/2)-23-36/37-45-59-61
Wassergefährdungsklasse (37)	2	2	3	3

	Chlorethan (Ethylchlorid)	1,1,1-Trichlorethan (Methylchloroform)	Trichlorethen (Trichlorethylen)	Tetrachlorethen (Perchlorethylen)
CAS-Nummer	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
Luftgrenzwert (16) Art: MAK-Wert in ml/m ³ (ppm) in mg/m ³	9 25	200 1080	50 270	50 345
Bemerkung ²	—	y	y	y
Überschreitungsfaktor (16)	4	4	4	4
BAT-Wert (17) (Untersuchungsmaterial, Parameter, wenn nicht der Stoff selbst) Probenahmezeitpunkt (17)	—	550 µg/l (Blut) Expositionsende bzw. Schichtende; bei Langzeit- exposition: nach mehreren vorangegangenen Schichten	5 mg/l (Blut, Trichlorethanol) 100 mg/l (Harn, Trichloressigsäure) vor nachfolgender Schicht; bei Langzeitexposition: nach mehreren voran- gegangenen Schichten	1 mg/l (Blut) vor nachfolgender Schicht
Hautresorption (16)	—	—	—	—; ja (g1)
Kanzerogenitätskategorie (4)	3	—	3 ¹	3
Kennzeichnung (4) Gefahrensymbol: R-Sätze: S-Sätze:	F+, Xn R12-40-52/53 S(2)-9-16-33-36/37-61	Xn, N R20-59 S(2)24/25-59-61 Anm. F ³	Xn R40-R52/53 S(2)-23-36/37-61	Xn, N R40-51/53 S(2)-23-36/37-61
Wassergefährdungsklasse (37)	2	3	3	3

¹ siehe Abschnitt 5.3

² y: Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des MAK-Wertes nicht befürchtet zu werden

³ Dieser Stoff kann Stabilisatoren enthalten. Wenn diese Stabilisatoren die gefährlichen Eigenschaften des Stoffes, wie sie in der Liste angegeben sind, verändern, so ist die Kennzeichnung des Stoffes in Übereinstimmung mit den Regeln für die Kennzeichnung gefährlicher Zubereitungen vorzunehmen.

Anhang 2: Musterbetriebsanweisung

Betriebsanweisung Nr.: _____ Betrieb/Abteilung: _____
 Gem. § 20 GefStoffV Datum: _____ Unterschrift: _____

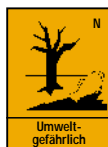
Geltungsbereich
 (Arbeitsplatz, -bereich, Tätigkeit) Beschickungsstelle an der Chemischreinigungsanlage

GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG

Tetrachlorethen (Perchlorethylen, „Per“)

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrensymbole mit
 Gefahrenbezeichnung



- Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken.
- Steht im Verdacht auf mögliche krebserzeugende Wirkung.
- Entfettet die Haut und macht sie spröde (Gefahr der Ekzembildung).
- Zersetzt sich bei Temperaturen >150 °C unter Bildung giftiger Gase (Phosgen).
- Stark wassergefährdend.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Ge- und
 Verbotsszeichen



Zusätzlich
 im Gefahrfall:



- Beim Be- und Entladen nicht in die Trommel beugen.
- Nachfüllen von Lösemittel sowie Wartungs- und Reinigungsarbeiten nur durch Herrn (Tel.:) oder Frau (Tel.:).

VERHALTEN IM GEFAHRFALL NOTRUF: _____

- Kontakt mit flüssigem Per vermeiden, Korbbrille und ... schutzhandschuhe verwenden.
- Wenn der Reinigungsvorgang abgebrochen werden muss, auf Handbetrieb umschalten, Lösemittel abpumpen, Ware ausschleudern und trocknen. Keinesfalls die Maschine vorher öffnen.
- Treten an der Maschine Undichtigkeiten auf (Lösemittelgeruch) oder andere Betriebsstörungen, Anlage stillsetzen und sofort Herrn (Tel.:) oder Frau (Tel.:) informieren.
- Beim Auslaufen von Lösemittel Anlage stillsetzen, Raum verlassen und sofort Feuerwehr benachrichtigen.

ERSTE HILFE

NOTRUF: _____

- Hautkontakt: Benetzte Kleidung sofort ausziehen und benetzte Körperteile mit Wasser und Seife mehrere Minuten lang abwaschen; nichtbürsten
- Augenkontakt: Sofort mind. 10–15 Minuten lang mit Wasser spülen; augenärztliche Behandlung
- Einatmen: Frischluftzufuhr durch Einatmen frischer Luft; ärztliche Behandlung.
- Arzt stoffbezogene Sicherheitsinformation vorlegen (Aufbewahrung ...)

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

- Alle Entsorgungsarbeiten dürfen nur von Herrn (Tel.:) oder Frau (Tel.:) vorgenommen werden.

Anhang 3: Literaturverzeichnis

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt:

1. Gesetze/Verordnungen

Bezugsquelle: Buchhandel
oder
Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

- ① Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- ② Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG)
- ③ Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV)
- ④ Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere:
 - ⑤ – TRGS 150 „Unmittelbarer Hautkontakt mit Gefahrstoffen, die durch die Haut resorbiert werden können – hautresorbierbare Gefahrstoffe“
 - ⑥ – TRGS 200 „Einstufung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen“
 - ⑦ – TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung von Abfällen zur Beseitigung beim Umgang“
 - ⑧ – TRGS 400 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Anforderungen“
 - ⑨ – TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“
 - ⑩ – TRGS 420 „Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien für die dauerhafte sichere Einhaltung von Luftgrenzwerten (VSK)“
 - ⑪ – TRGS 440 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Vorgehensweise (Ermittlungspflichten)“
 - ⑫ – TRGS 500 „Schutzmaßnahmen: Mindeststandards“
 - ⑬ – TRGS 524: „Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen“
 - ⑭ – TRGS 555 „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 Gefahrstoffverordnung“
 - ⑮ – TRGS 612 „Ersatzstoffe, Ersatzverfahren und Verwendungsbeschränkungen für dichlormethanhaltige Abbeizmittel“
 - ⑯ – TRGS 900 „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz; Luftgrenzwerte“
 - ⑰ – TRGS 903 „Biologische Arbeitsplatztoleranzwerte – BAT-Werte –“
 - ⑱ – TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“
- ⑲ Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) mit Arbeitsstätten-Richtlinien, insbesondere:
 - ⑳ – ASR 5 „Lüftung“
 - ㉑ – ASR 13/1,2 „Feuerlöscheinrichtungen“

- ②② Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz
- ②③ Verordnung zur ergänzenden Umsetzung der EG-Mutterschutz-Richtlinie (Mutterschutzrichtlinienverordnung – MuSchRiV)
- ②④ Gesetz zum Schutze der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz – JArbSchG)
- ②⑤ Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen (Druckbehälterverordnung – DruckbehV) mit Technischen Regeln zur Druckbehälterverordnung – Druckbehälter – (TRB), Technischen Regeln zur Druckbehälterverordnung – Rohrleitungen – (TRR) und Technischen Regeln Druckgase (TRG)
- ②⑥ Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande (Verordnung über brennbare Flüssigkeiten – VbF) mit Technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF)
- ②⑦ Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten TRbF 22 „Lagereinrichtungen in Arbeitsräumen (Sicherheitsschränke)“
- ②⑧ Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen – 2. BImSchV –
- ②⑨ Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV –
- ③⑩ Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung – 12. BImSchV –)
- ③⑪ Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift der Bundesregierung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – TA Luft
- ③⑫ Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel (HKW-Abfall-Verordnung – HKW AbfV)
- ③⑬ Verordnung über das Inverkehrbringen von Geräten und Schutzsystemen für explosionsgefährdete Bereiche – Explosionsschutzverordnung – 11. GSGV
- ③⑭ Verordnung zum Verbot bestimmter die Ozonschicht abbauender Halogenkohlenwasserstoffe (FCKW-Halon-Verbotsverordnung)

(Bezugsquelle: Deutscher Bundes-Verlag GmbH, Postfach 12 03 80, 53045 Bonn):

- ③⑮ Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW/AbfG)
- ③⑯ Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), ergänzt durch Verordnungen und Ländervorschriften

Bezugsquelle: Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 14193 Berlin:

- ③⑰ Katalog wassergefährdender Stoffe

2. Unfallverhütungsvorschriften

Bezugsquelle: Schriften mit GUV-Nummer zu beziehen vom zuständigen Unfallversicherungsträger;
Schriften mit BGV- bzw. VBG-Nummer zu beziehen vom Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

- 38 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1)
- 39 UVV „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ (GUV-V D 1, bisher GUV 3.8)
- 40 UVV „Gase“ (GUV-V B 6, bisher GUV 9.9)
- 41 UVV „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ (GUV-V A 4, bisher GUV o.6)
- 42 UVV „Erste Hilfe“ (GUV-V A 5, bisher GUV o.3)
- 43 UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“
(GUV-V A 8, bisher GUV o.7)
- 44 UVV „Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen“ (GUV-V D 4, bisher GUV 2.5)
- 45 UVV „Verdichter“ (GUV-V 16, bisher GUV 2.9)
- 46 UVV „Chemischreinigung“ (VBG 66)

3. Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz, Informationen, Grundsätze, Richtlinien, Sicherheitsregeln, Merkblätter

Bezugsquelle: Schriften mit GUV-Nummer zu beziehen vom zuständigen Unfallversicherungsträger;
Schriften mit BGR-/BGI-/BGG- bzw. ZH 1-Nummer zu beziehen vom Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

- 47 Explosionsschutz-Regeln (GUV-R 104, bisher GUV 19.8)
- 48 Richtlinien für Arbeiten in Behältern und engen Räumen (BGR 117, bisher ZH 1/77)
- 49 Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
(GUV-R 132, bisher GUV 19.7)
- 50 GUV-Regel „Laboratorien“ (GUV-R 120, bisher GUV 16.17)
- 51 BG-Regel „Reinigen von Werkstücken mit flüssigen Reinigungsmitteln“ (BGR 180,
bisher ZH 1/562); in Überarbeitung
- 52 Merkblatt: Gefahrstoffe; Phosgen (BGI 615, bisher ZH 1/298)
- 53 Merkblatt: Phenol, Kresole und Xylenole (ZH 1/314)
- 54 BG-Information: Gefahrstoffe – Sauerstoff (BGI 617, bisher ZH 1/307)
- 55 Merkblatt: Hautschutz (ZH 1/132)
- 56 Merkblatt: Sichere Technik; Umfüllen von Flüssigkeiten (BGI 623, bisher ZH 1/327)
- 57 BG-Information: Sichere Technik; Probenahme – Flüssigkeiten (BGI 640, bisher ZH 1/376)
- 58 Merkblatt A 008: Persönliche Schutzausrüstungen

- 59 Merkblatt A 009: Zusammenarbeit im Betrieb, Sicherheitstechnisches Koordinieren
- 60 Merkblatt: Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen (BGI 566, bisher ZH 1/124)
- 61 Merkblatt: Beförderung gefährlicher Güter (BGI 671, bisher ZH 1/555)
- 62 Merkblatt: Allgemeine Themen; Gefahrgutbeförderung im PKW (BGI 744, bisher ZH 1/123)
- 63 „Beurteilung von Gefährdungen und Belastungen am Arbeitsplatz“ (GUV-I 8700, bisher GUV 50.11)
- 64 nicht belegt
- 65 Anlage 2 zu den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie: Berufskrankheiten-Verordnung (BKV)
- 66 Anlage 4 zu den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie: Grenzwerteliste
- 67 GUV-Regel „Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“ (GUV-R 133, bisher GUV 10.10)
- 68 GUV-Regel „Benutzung von Schutzkleidung“ (GUV-R 189, bisher GUV 20.19)
- 69 GUV-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (GUV-R 190, bisher GUV 20.14)
- 70 GUV-Regel „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ (GUV-R 192, bisher GUV 20.13)
- 71 GUV-Regel „Benutzung von Schutzhandschuhen“ (GUV-R 195, bisher GUV 20.17)
- 72 GUV-Regel „Benutzung von Fuß- und Beinschutz“ (GUV-R 191, bisher GUV 20.16)
- 73 BG-Regel: Benutzung von Hautschutz (BGR 197, bisher ZH 1/708)
- 74 Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz (BGI 560, bisher ZH 1/112)
- 75 Broschüre: Sicherheit durch Unterweisung (BGI 527, bisher ZH 1/46)
- 76 BG-Regel: Kontaminierte Bereiche (BGR 128, bisher ZH 1/183)
- 77 Faltblatt „Gewusst wie! Wir arbeiten sicher“ – Ausgabe „Chemikalienschutzhandschuhe“ (GW 2)

Bezugsquelle: Buchhandel

- 78 „Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“, ISBN 3-87247-450-2, insbesondere:
- 79 G 13 „Tetrachlormethan“
- 80 G 14 „Trichlorethylen“
- 81 G 17 „Tetrachlorethylen“
- 82 G 26 „Atemschutzgeräte“
- 83 G 28 „Monochlormethan“

- 84 BIA-Handbuch, 7. Lieferung, VI/87, Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt, „Stabilisatoren in Kaltreinigungsmitteln“
- 85 BIA-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“, ISBN 3-503-02085-3

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

Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

- 86 DIN 2403: Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff
- 87 DIN 1996, Teil 6: Bestimmung des Bindemittelgehaltes und Rückgewinnung des Bindemittels
- 88 DIN EN 371: AX-Gasfilter und Kombinationsfilter gegen niedrigsiedende organische Verbindungen
- 89 DIN 51755: Prüfung von Mineralölen und anderen brennbaren Flüssigkeiten; Bestimmung des Flammpunktes im geschlossenen Tiegel nach Abel-Pensky

5. Andere Schriften

Buchhandel:

- 90 Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, ISBN 3-527-20113-0,
- 91 MAK- und BAT-Werte-Liste 1999 der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 35, Wiley-VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, ISBN 3-527-27589-4,
- 92 Korrosionsverhalten von Werkstoffen – DECHEMA-Werkstoff-Tabelle ISBN 3-926959-64-9
- 93 Informationsschrift Abfallarten, ISBN 3-503-01951-0
- 94 Handbuch der Verwerterbetriebe für industrielle Rückstände, Umweltbundesamt, ISBN 3-503-02494-8
- 95 Nabert/Schön: Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe, ISBN 3-8064-9946-2 mit 6. Nachtrag (Redeker/Schön), ISBN 3-8064-9936-5
- 96 Wirth, Gloxhuber: Toxikologie, 5. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1994, ISBN 3-13-421105-x
- 97 Kentner, M., Valentin, H.: Aliphatische Halogenkohlenwasserstoffe in: Die BG, Januar 1988, S. 30–38, ISSN 0723-7561
- 98 Konietzko, J., Dupuis, H.: Handbuch der Arbeitsmedizin 2, ecomed-Verlag, ISBN 3-609-70330-x

VCH Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 1011 61, 69451 Weinheim:

- 99 Herausgeber: Beratergremium für umweltrelevante Altstoffe (BUA) der GDCH
Stoffbericht Nr. 1 „Chloroform“ (10/1985), ISBN 3-527-26492-2
Stoffbericht Nr. 29 „1,1,2,2-Tetrachlorethan“ (1/1989), ISBN 3-527-27903-2
Stoffbericht Nr. 45 „Tetrachlormethan“ (1/1990), ISBN 3-527-28179-7

Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln:

- 100 „Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach den Berufs-
genossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“
(BGI 504, bisher ZH 1/600)

Auergesellschaft GmbH, Postfach 44 04 40, 12004 Berlin:

- 101 AUER-Technikum

Deutscher Bundesverlag GmbH, Postfach 12 03 80, 53045 Bonn:

- 102 „Empfehlung des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung zur Aufstellung von Flucht-
und Rettungsplänen nach § 55 Arbeitsstättenverordnung“, Bek. des BMA vom 10.12.1987-
IIIb2-8

Jedermann-Verlag, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg:

- 103 CD-ROM „Kompendium Arbeitsschutz“: Vorschriften- und Regelwerk, Symbolbibliothek
Arbeitsschutz, Programm zur Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen (GefDok)

Universum-Verlagsanstalt GmbH KG, 65175 Wiesbaden:

- 104 Betriebswacht, ISSN 0437-0031

W. Kohlhammer GmbH, 70549 Stuttgart:

- 105 Verzeichnis anerkannter außerbetrieblicher Messstellen gemäß §18 Abs. 2 Gefahrstoffverord-
nung, Bundesarbeitsblatt 5/1998, Seite 106 – ISSN 0007-5868

Verband der Chemischen Industrie (VCI), Postfach 11 19 43, 60054 Frankfurt/M.:

- 106 Herausgeber: Verband der Chemischen Industrie e.V. und Verband des Deutschen Chemika-
lien Groß- und Außenhandels e.V.: Broschüre „Innerbetrieblicher Umgang mit leichtflüchtigen
chlorierten Kohlenwasserstoffen – Boden- und Grundwasserschutz“

6. Stoff- und Produktdatenbank

Herausgeber: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA) beim Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften (HVBG):

- 107 GESTIS-Stoffdatenbank nach H. Geerßen: GloSaDa

Host STN International (FIZ Karlsruhe Service Center Europe):

- ⑩⑧ „Chemsafe“, Datenbank für sicherheitstechnische Kenngrößen

7. EG-Recht

Bezugsquelle: Bundesanzeiger Verlag, Postfach 10 05 34, 50667 Köln

- ⑩⑨ Verordnung (EG) Nr. 3093/94 des Rates über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen
- ⑩⑩ Richtlinie 89/686/EWG des Rates vom 21. Dezember 1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für persönliche Schutzausrüstungen
- ⑩⑪ Richtlinie 1999/13/EG des Rates vom 11. März 1999 über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, die bei bestimmten Tätigkeiten und in bestimmten Anlagen bei der Verwendung organischer Lösungsmittel entstehen
- ⑩⑫ Richtlinie 67/548/EWG des Rates vom 27. Juni 1967 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe mit Anpassungs- und Änderungsrichtlinien
- ⑩⑬ Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen

Hinweis:

Seit Oktober 2002 ist das BUK-Regelwerk „Sicherheit und Gesundheitsschutz“ neu strukturiert und mit neuen Bezeichnungen und Bestellnummern versehen. In Abstimmung mit dem Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften wurden sämtliche Veröffentlichungen den Kategorien „Unfallverhütungsvorschriften“, „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz“, „Informationen“ und „Grundsätze“ zugeordnet.

Bei anstehenden Überarbeitungen oder Nachdrucken werden die Veröffentlichungen auf die neuen Bezeichnungen und Bestellnummern umgestellt. Dabei wird zur Erleichterung für einen Übergangszeitraum von ca. 3 bis 5 Jahren den neuen Bestellnummern die bisherige Bestellnummer angefügt.

Des Weiteren kann die Umstellung auf die neue Bezeichnung und Benummerung einer so genannten Transferliste entnommen werden, die u.a. im Druckschriftenverzeichnis und auf der Homepage des Bundesverbandes der Unfallkassen (www.unfallkassen.de) veröffentlicht ist.

Gegenüber dem bisherigen Merkblatt für Chlorkohlenwasserstoffe, Ausgabe April 1990, wurden diese Informationen vollständig überarbeitet.