

213-726

## DGUV Information 213-726



### **Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG)**

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung

## **Impressum**

Herausgeber:  
Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

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

Layout & Gestaltung:  
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Medienproduktion

Ausgabe: Dezember 2014

DGUV Information 213-726 zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger  
oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

# **Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG)**

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger  
(EGU) nach der Gefahrstoffverordnung

# Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
<b>Vorbemerkung</b> .....	5	1.17	Dielektrika ..... 24
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	5	1.18	Reiniger..... 25
<b>2 Exposition gegenüber KKG</b> .....	6	1.19	Härteöle ..... 25
<b>3 Schutzmaßnahmen</b> .....	8	1.20	Herstellung von Kohlenwasserstoffgemischen ..... 26
3.1 Abgestuftes Konzept der Schutzmaßnahmen.....	8	<b>Anhang 2</b>	
3.2 Basismaßnahmen.....	8	<b>Abgestuftes Konzept zur Beurteilung von</b>	
3.3 Lufttechnische Maßnahmen.....	8	<b>Arbeitsbereichen bei Tätigkeiten mit KKG</b> .....	27
3.4 Persönliche Schutzmaßnahmen.....	11	Umsetzung der Basismaßnahmen.....	27
3.5 Betriebsanweisungen und Unterweisungen.....	12	Schutzziel nur unter Einsatz von technischen	
3.6 Brand- und Explosionsschutz.....	13	Schutzmaßnahmen zu erreichen.....	27
<b>4 Informationsermittlung und</b>		<b>Anhang 3</b>	
<b>Gefährdungsbeurteilung</b> .....	14	<b>Messung und Messstrategie für KKG</b> .....	29
4.1 Arbeitsbereiche.....	14	1. Leitfaden zur Messung und messtechnischen	
4.2 Substitution.....	14	Wirksamkeitskontrolle.....	29
4.3 KKG in Arbeitsbereichen – Informationen zum		2. Messverfahren.....	29
Stand der Technik.....	14	3. Kenndaten des Verfahrens.....	30
4.4 Überwachung.....	14	<b>Anhang 4</b>	
4.5 Wirksamkeitskontrolle.....	14	<b>Messergebnisse von Messungen der Unfallversicherungs-</b>	
4.6 Gefährdung durch Hautkontakt.....	14	<b>träger in Arbeitsbereichen mit Tätigkeiten mit KKG</b> .....	31
<b>Anhang 1</b>		<b>Anhang 5</b>	
<b>Komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische (KKG) –</b>		<b>Weiterführende Literatur</b> .....	33
<b>Verwendung und Arbeitsbereiche</b> .....	16	1. Gesetze, Verordnungen.....	33
1.1 Getriebeöle, Motoröle.....	16	2. Vorschriften, Regeln und Informationen für	
1.2 Hydraulikflüssigkeiten.....	16	Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit.....	33
1.3 Verdichteröle.....	17	3. Normen/VDE-Bestimmungen.....	33
1.4 Turbinenöle.....	18	4. Sonstige Informationsquellen.....	34
1.5 Isolieröle.....	18		
1.6 Wärmeträgeröle.....	18		
1.7 Absorptionsöle (Gaswaschöle).....	19		
1.8 Schmierfette.....	19		
1.9 Schmieröle.....	19		
1.10 Kettensägeöle.....	20		
1.11 Gleitbahnöle (Bettbahnöle).....	21		
1.12 Prozessöle.....	21		
1.13 Druckfarben.....	21		
1.14 Trennmittel.....	22		
1.15 Staubbindemittel.....	23		
1.16 Korrosionsschutzflüssigkeiten.....	23		

# Vorbemerkung

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung werden von

- den Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung und
- dem Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

in Abstimmung mit den Ländern und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) herausgegeben. Sie haben das Ziel, den Unternehmen eine Hilfe für den auf Tätigkeiten mit Gefahrstoffen bezogenen Teil der Gefährdungsbeurteilung zu geben und werden als Information in das Sammelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter der Bestellnummer DGUV Information 213-701 ff. aufgenommen.

Diese Empfehlungen wurden erarbeitet in Zusammenarbeit von

- Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM), Mainz,
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM), Köln,
- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), Hamburg,
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin,
- BP Europe SE, Mönchengladbach,
- Daimler AG, Stuttgart,
- Hydro Aluminium Rolled Products GmbH, Bonn,
- Verband Schmierstoff-Industrie e.V., Hamburg,
- Verbraucherkreis Industrieschmierstoffe (VKIS), Stuttgart.

## 1 Anwendungsbereich

- Diese Empfehlungen beschreiben besondere Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG).
- Hiermit sind komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische (KKG) gemeint, die zur Erlangung spezieller Anwendungseigenschaften mehr als 1% Additive enthalten. Diese können sowohl unverdünnt als auch mit Wasser gemischt verwendet werden.
- KKG sind Zubereitungen (Gemische) im Sinne von § 3 Absatz 1 der Gefahrstoffverordnung.
- Diese Information bietet eine Hilfe für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung und gibt Empfehlungen für Schutzmaßnahmen. Die konsequente Anwendung der Maßnahmen gewährleistet eine Arbeitsweise, die in Bezug auf den Arbeitsschutz dem Stand der Technik entspricht.
- Diese Empfehlungen gelten nicht für kohlenwasserstoffhaltige Gemische, entsprechend TRGS 900 „Kohlenwasserstoffgemische, Verwendung als Lösemittel (Lösemittelkohlenwasserstoffe), additivfrei mit einem Gesamtadditivgehalt von weniger als 1%“ oder für kohlenwasserstoffhaltige Gemische, die als Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren eingesetzt werden.
- Diese Empfehlungen gelten nicht für Bitumendämpfe und Bitumenaerosole sowie für Terpentinöl.
- Diese Empfehlungen gelten nicht für die Beurteilung von komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen, die polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe mit einem Gehalt von mehr als 50 mg/L (50 ppm) enthalten.
- Diese Empfehlungen gelten nicht für die Beurteilung von Kühlschmierstoffen. Regelungen hierzu finden sich in der Regel „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“ (DGUV Regel 109-003).
- Hinsichtlich des Anwendungsbereichs der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) sowie allgemein geltender Begriffsbestimmungen wird auf die §§ 1 und 3 der GefStoffV hingewiesen.

## 2 Exposition gegenüber KKG

Bei der Gruppe der KKG können zahlreiche unterschiedliche Verwendungen in verschiedensten Arbeitsbereichen auftreten. Tabelle 1 gibt eine Übersicht zu den Arbeitsbereichen, in denen sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische eingesetzt werden. In Anhang 1 sind die verschiedenen Produktgruppen und, wenn möglich, deren Inhaltsstoffe näher charakterisiert. Soweit wie möglich werden auch Additive und andere

Zusatzstoffe benannt. Eine vollständige Auflistung ist jedoch in dieser EGU aufgrund der Vielzahl der Produktgruppen, der Komplexität der Anwendungen sowie der ständigen Weiterentwicklung der technischen Anforderungen nicht möglich. In vielen Fällen liegt der Additivgehalt unterhalb der Berücksichtigungsgrenze (EU-Verordnung 1272/2008) für gefährliche Einzelstoffe von 1% bzw. 0,1%.

Nr.	Anwendungsbereich	Spezialanwendungsbereiche
1	Getriebeöle, Moröle	
2	Hydraulikflüssigkeiten	Auf Mineralölbasis, schwer entflammbar, Multifunktionsöle
3	Verdichteröle	Luftverdichteröle, Gasverdichteröle, Kältemaschinenöle
4	Turbinenöle	
5	Isolieröle	
6	Wärmeträgeröle	
7	Absorptionsöle	
8	Schmierfette, Gleitpasten	
9	Schmieröle	Spindelöle, Spezialmaschinenöle, Maschinenöle, Zylinderöle, Druckluftgeräteöle
10	Kettensägeöle	
11	Gleitbahnöle	
12	Prozessöle	Mineralölweichmacher in Polymeren
13	Druckfarben	
14	Formtrennmittel	Bausektor (Betonfertigteile, Ortbeton) nichtwassermischbar, wassergemischt Gießen im Metallbereich nichtwassermischbar, wassergemischt Kunststoffverarbeitung nichtwassermischbar, wassergemischt Glasbearbeitung nichtwassermischbar, wassergemischt
15	Staubbindemittel	
16	Korrosionsschutzflüssigkeiten	nichtwassermischbar lösemittelhaltig nichtwassermischbar lösemittelfrei wassergemischt
17	Dielektrika	Mit einem Additivgehalt von mehr als 1% *
18	Reiniger	nichtwassermischbar, Kaltreiniger selbst spaltend mit einem Additivgehalt von mehr als 1% * wassergemischt
19	Härteöle	
20	Herstellung von komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen	

Tabelle 1 Anwendungsbereiche für KKG

\* Bei einem Additivgehalt unter einem Prozent sind die Grenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische als Lösemittel (RCP) gemäß TRGS 900 anzuwenden.

Basierend auf den technischen Rahmenbedingungen und den physikalischen Eigenschaften der verwendeten Produkte werden die KKG nach inhalativen Effekten in vier Emissionsgruppen eingeteilt. Nicht inhalative Effekte (z. B. Hautschädigungen) sind gemäß TRGS 401 zu beurteilen und wurden daher nicht betrachtet. Die Zuordnung der verschiedenen sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemische zu den Emissionsgruppen ist im Anhang 1 aufgeführt.

**Gruppe A:** Nichtwassermischbare additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, die aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und/oder ihrer Anwendung verfahrensbedingt erhöhte Emissionen erwarten lassen.

**Gruppe B:** Nichtwassermischbare additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, die aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und ihrer Anwendung verfahrensbedingt keine erhöhten Emissionen (vergleiche Gruppe A) erwarten lassen, sowie wassergemischte additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, die aufgrund ihrer Anwendung erhöhte Emissionen (vergleiche Gruppe C) erwarten lassen.

**Gruppe C:** Nichtwassermischbare additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, die in offenen Systemen verwendet werden, bei denen aber aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und ihrer Anwendung nur geringe Emissionen zu erwarten sind, sowie wassergemischte additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, deren Anwendung und Zusammensetzung verfahrensbedingt keine erhöhten Emissionen erwarten lassen.

**Gruppe D:** Nichtwassermischbare und wassergemischte additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, die in geschlossenen Systemen verwendet werden und daher keine Emissionen erwarten lassen.

# 3 Schutzmaßnahmen

## 3.1 Abgestuftes Konzept der Schutzmaßnahmen

Bei Tätigkeiten mit KKG gibt es umfangreiche technische Möglichkeiten, die Emissionen zu vermindern. Nicht in allen Fällen ist es jedoch notwendig, sämtliche technischen Möglichkeiten auszuschöpfen, um ein ausreichendes Schutzniveau zu erhalten. Die Schritte einer Gefährdungsbeurteilung für KKG nach dem „Abgestuften Konzept“ sind in Anhang 2 dargestellt.

## 3.2 Basismaßnahmen

Die Basismaßnahmen (Tabelle 2) sind in jedem Fall anzuwenden. Vielfach sind diese ausreichend, um das Schutzziel zu erreichen.

## 3.3 Lufttechnische Maßnahmen

Falls die Basismaßnahmen nicht genügen, um eine ausreichende Luftqualität am Arbeitsplatz zu erreichen, sind zusätzliche lufttechnische Maßnahmen erforderlich:

- Erfassung und Abscheidung von KKG-Emissionen (Erfassungseinrichtungen, z. B. Einhausungen, Abscheider, filternde Abscheider, Absauganlagen)
- Raumlüftung (Raumlufttechnische Anlagen; RLT-Anlagen).

Eine Skizze mit idealen lufttechnischen Verhältnissen ist in Abb. 1 dargestellt. Grundlagen für die Auslegung lufttechnischer Maßnahmen sind u. a. in den Richtlinien VDI 2262 Blatt 3 und Blatt 4, VDI 3802 Blatt 2 sowie in der Regel „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ (DGUV Regel 109-002) beschrieben.

Ursachen für KKG-Emissionen	Maßnahmen
Ungünstig ausgelegte oder ungünstig positionierte KKG-Zufuhr.	Das KKG soll unmittelbar und gleichmäßig an die Wirkstelle gebracht werden.
Das zugeführte KKG-Volumen pro Zeiteinheit sowie der KKG-Druck sind nicht optimiert, Mindestwerte werden nicht eingehalten oder der Druck ist zu hoch.	Bestimmung und Einstellung des optimalen KKG-Volumenstromes.
Einschleppung von Fremdstoffen. In nichtwassermischbaren KKG werden Fremdöle irreversibel vermischt. Eine Trennung ist mit mechanischen Verfahren nicht möglich.	KKG aufeinander abstimmen, gegebenenfalls Einsatz von Separatoren zum Abtrennen von Fremdstoffen.
In wassergemischten KKG werden Fremdöle mehr oder weniger emulgiert. Nur die sich an der Oberfläche absetzende ölige Schicht kann abgetrennt werden.	Konstruktive Trennung von Hydraulik-, Schmier- und KKG-Kreisläufen bei Neuanlagen. Bei Anwendung einer Verbrauchölschmierung (Trennung konstruktiv nicht möglich) Installation von Schmierölableitungen, die ein Vermischen minimieren können.
Zu hohe Temperatur des KKG, z. B. durch: – zu geringes KKG-Behältervolumen, ungenügende Füllmenge, – schlechte Wärmeabführung über den KKG-Sammelbehälter, – schlechte Abstimmung von KKG-Rücklauf und -Zufuhr auf den Wärmefluss, – schlechte Wärmeabfuhr durch Schaum.	Ausreichende Auslegung von KKG-Behältern sowie KKG-Umlaufsystemen. Für wassergemischte KKG sind regelmäßige Temperaturkontrollen erforderlich. Bestimmte anwendungstechnisch bedingte Grenztemperaturen sind einzuhalten (KKG-Lieferanten und Anlagenhersteller befragen).
Erforderliche (technisch bedingte) hohe KKG-Drücke, große KKG-Fördermengen.	Möglichst weitgehende Kapselung der Anlage, Anbringen von Spritzabdeckungen, Abdichten bzw. Ergänzen vorhandener Kapselungen.
Verdampfen von KKG an warmen bzw. heißen Oberflächen.	Teile möglichst rasch aus dem Arbeitsraum entfernen (nicht lagern), warme oder heiße Oberflächen z. B. kühlen.
Verschüttete, verspritzte oder verschleppte KKG im Arbeitsbereich (KKG-Pfützen).	Lecks an Gehäusen oder Leitungssystemen abdichten; Anbringen von Spritzabdeckungen. Sofortiges Beseitigen von Verunreinigungen unter Einsatz von Bindemitteln.
Offene KKG-Sammel- und -Ablaufstellen, insbesondere mit großen Oberflächen.	Sammel- und Ablaufstellen soweit wie möglich schließen.
Ablagerung von KKG in Bodenwannen, Auffangwannen etc.	Regelmäßige Wartung und Reinigung.
Offenes Ablegen von mit KKG verunreinigten (getränkten) Putztüchern.	Bereithalten verschleißbarer Behältnisse, Putztücher darin sammeln und regelmäßig beseitigen.
Sauberkeitsprüfung von Bauteilen.	Arbeiten nicht frei in der Halle durchführen, gegebenenfalls in einer abgesaugten Kabine (Box o. Ä.).
Abblasen von Werkstücken und Maschinen mit Druckluft.	Notwendigkeit prüfen; andere Möglichkeiten nutzen; Abblasen gegebenenfalls in der abgesaugten Maschinenkapselung oder in einer abgesaugten Kabine (Box o. Ä.).

Tabelle 2 Basismaßnahmen zur Vermeidung von KKG-Emissionen



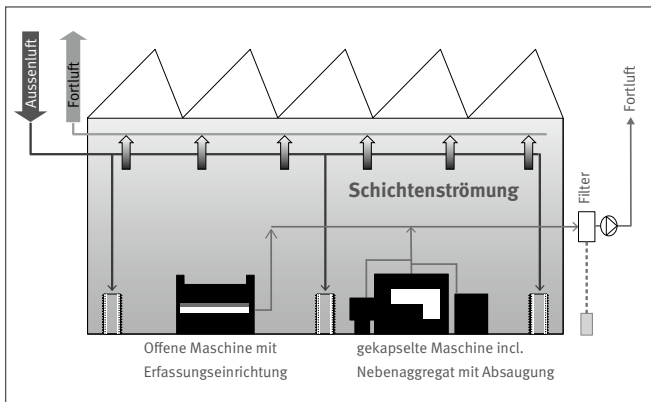


Abb. 1 Beispiel für ideale lufttechnische Maßnahmen bei Tätigkeiten mit KKG

### 3.3.1 Erfassung von Emissionen

Erfassungseinrichtungen können als offene, halboffene oder geschlossene Systeme (Absaughauben, Einhausung, Kapselung) ausgeführt werden. Der notwendige Erfassungsluft-Volumenstrom wird umso höher, je offener das Erfassungssystem ist. Bei der Erfassung der Emissionen müssen alle Emissionsquellen (z. B. mit Korrosionsschutz oder Reinigern benetzte Teile, offene Anwendungen von KKG) einbezogen werden. Der Erfassungsluft-Volumenstrom muss auf den jeweiligen Anwendungsfall ausgelegt werden. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass nur die an die Umgebungsluft abgegebenen KKG-Emissionen abgesaugt werden.

Die Luftgeschwindigkeit im Erfassungsquerschnitt (häufig die Ansaugöffnung) in der Maschine muss bei gekapselten Maschinen deutlich geringer sein als die Transportgeschwindigkeit von 12 bis 15 m/s in den nachgeschalteten Rohrleitungen, weil das KKG nicht in das Rohrleitungssystem eingesaugt werden soll. Eine Verringerung der Luftgeschwindigkeit im

Erfassungsquerschnitt kann durch dessen Erweiterung (z. B. durch Anschluss mehrerer Ansaugöffnungen) erreicht werden. Vor der Ansaugöffnung sind Prallbleche oder Tropfenabscheider anzubringen.

Die Rohrleitung hinter dem Ansauganschluss ist, sofern möglich, vertikal zu montieren, damit sich keine kondensierten KKG ablagern können. Horizontal verlegte Rohrleitungen sind mit leichtem Gefälle zu montieren, damit das KKG ablaufen kann. An Tiefpunkten müssen Ablauföffnungen in geschlossene Behälter vorhanden sein.

Eine derartige Erfassung hat den Vorteil, dass nicht zu viel KKG abgesaugt wird und damit verloren geht, dass KKG-Ablagerungen in den Rohrleitungen minimiert werden und dass die Rohluftkonzentration (KKG-Konzentration in der Absaugluft) nicht zu hoch und dadurch der Abscheider überfrachtet wird.

Hinweise zur Auslegung von Erfassungseinrichtungen sind in der Richtlinie VDI 2262 Blatt 4 „Erfassen luftfremder Stoffe“ enthalten. Der bei gekapselten Maschinen notwendige Erfassungsluft-Volumenstrom kann überschlägig nach der Geschwindigkeitsmethode der Richtlinie ermittelt werden. Sind genauere Werte notwendig, ist eine Strömungssimulation sinnvoll.

Beim Einsatz nichtwassermischbarer KKG besteht erhöhte Brandgefahr. Bei Zentral- oder Gruppenabsauganlagen mit verzweigten Rohrleitungssystemen ist es ratsam, Rohrnetze aus längs geschweißten Stahlrohren und öldichten Flanschverbindungen zu verwenden.

### 3.3.2 Abscheidetechnik

Die abgesaugte Luft wird vorwiegend den in Tabelle 3 zusammengestellten Abscheidern zugeführt. Deren Eignung ist ebenfalls in Tabelle 3 angegeben.

Abscheidesystem	VDI-Richtlinie	Abscheidung von KKG		Schutz vor Brand und Explosionen
		Dämpfe	Aerosole	
elektrostatische Abscheider	VDI 3678 Blatt 2:2001-08 Elektrofilter – Prozess und Raumluftreinigung	keine Wirksamkeit	bis auf wassergemischte KKG relativ gut*	nein
filternde Abscheider	VDI 3677 Blatt 1:1997-07 Filternde Abscheider – Oberflächenfilter VDI 3677 Blatt 2:2004-02 Filternde Abscheider – Tiefenfilter aus Fasern	keine Wirksamkeit	gut	nein
Massenkraftabscheider (Zentrifugalabscheider)	VDI 3676:1999-10 Massenkraftabscheider	keine Wirksamkeit	ungenügend	nein
Nassabscheider	VDI 3679:1998-12 Nassabscheider für partikelförmige Stoffe	Nassabscheider werden nur in Sonderfällen eingesetzt		

Tabelle 3 Eignung von Abscheidern für Emissionen von komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen

\* Bei wassergemischten KKG können Kriechströme und dadurch Spannungsüberschläge entstehen, die die Abscheidewirkung verschlechtern.

### 3.3.3 Luftrückführung

Wie aus Tabelle 3 ersichtlich wird, ist die wirksame Abscheidung von KKG-Dämpfen derzeit mit elektrostatischen, filternden oder Massenkraftabscheidern nicht möglich. Es ist daher anzustreben, die Luft als Fortluft ins Freie abzuleiten, da ansonsten die KKG-Konzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz erhöht werden. Dabei sind die Vorgaben des Bundesimmissionsschutzgesetzes zu berücksichtigen.

Besteht nicht die Möglichkeit, eine Zentral- bzw. Gruppenabsauganlage mit Fortluftführung zu installieren, und befinden sich auf den einzelnen Maschinen Einzelabsaugungen mit Luftrückführung, so gelten in der zurückgeführten Luft die Anforderungen nach der Richtlinie VDI 2262 Blatt 3 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Lufttechnische Maßnahmen“ und es müssen weitergehende raumlufttechnische Maßnahmen durchgeführt werden. Dabei sind die im Abschnitt 4.3 dieser EGU genannten Konzentrationen nach dem Stand der Technik zu berücksichtigen. Erforderlich sind dann ein erhöhter Luftvolumenstrom der Hallenlüftung und eine Luftführung, die verhindert, dass die belastete Abluft wieder in den Arbeitsbereich der Beschäftigten gelangt. Dies ist nur mit einer Schichtströmung (Schichtlüftung) möglich. Näheres ist in der Richtlinie VDI 3802 Blatt 2 erläutert.

### 3.3.4 Raumlüftung

Wenn zur Reduzierung der KKG-Konzentrationen am Arbeitsplatz Absauganlagen alleine nicht ausreichend sind, um diffuse Emissionsquellen von KKG zu berücksichtigen, ist in der Regel die Errichtung einer raumlufttechnischen Anlage erforderlich.

In geschlossenen Werkhallen ist in diesen Fällen eine freie Lüftung aufgrund der Abhängigkeit von den Wetterbedingungen (Temperatur, Luftdruck) nicht dauerhaft ausreichend.

### 3.3.5 Offene Hallen

Die freie, natürliche Lüftung in offenen Hallen (die Halle ist nicht allseitig von Wänden umgeben und kann nicht vollständig geschlossen werden) ist in der Regel ausreichend, um einen Luftaustausch im Arbeitsbereich zu gewährleisten. Bei Anwendungen mit großem KKG-Eintrag, wie z. B. einem Sprühverfahren, ist zu prüfen, ob gegebenenfalls zusätzliche lufttechnische Maßnahmen zur lokalen Erfassung und Abscheidung von KKG-Emissionen erforderlich sind.

### 3.3.6 Luftvolumenströme

Der Gesamtabluft-Volumenstrom der Halle setzt sich aus dem Prozessabluft-Volumenstrom (Gesamtabluft-Volumenstrom der Absauganlagen) sowie

dem Hallenabluft-Volumenstrom zusammen. Der Prozessabluft-Volumenstrom sollte maximal 70 % des Gesamtabluft-Volumenstromes der Halle betragen. Zum Ausgleich des Luftdefizites ist ein zum Gesamtabluft-Volumenstrom äquivalenter Zuluftvolumenstrom erforderlich.

Bei größeren Anlagen sowie bei der Neuplanung ist eine Auslegung der Luftvolumenströme nach der Richtlinie VDI 3802 (Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten) erforderlich, da hierbei eine konkrete, auf den einzelnen Anwendungsfall abgestimmte Lastrechnung (thermische Last, Gefahrstofflast) vorgenommen wird. Diese Berechnung führen qualifizierte Lüftungsfirmen durch.

### 3.3.7 Umluft

In raumlufttechnischen Anlagen werden im Prinzip die gleichen Abscheidesysteme eingesetzt wie in Absauganlagen. Deshalb ist bei der Errichtung und dem Betrieb raumlufttechnischer Anlagen Umluft nicht zu empfehlen.

Zur Energieoptimierung kann in Anlagen mit größeren Luftvolumenströmen der Einbau eines regenerativen Wärmerückgewinnungssystems gemäß der Richtlinie VDI 2071 sinnvoll sein.

### 3.3.8 Luftführung

In Werkhallen mit Wärmequellen ist immer mit einem thermisch bedingten Luftstrom, der mit KKG kontaminiert ist, in Richtung zur Hallendecke zu rechnen. Eine die Gefahrstofflast mindernde Luftführung wie die Schichtenströmung (Schichtlüftung) unterstützt diesen Luftstrom. Bei der Schichtenströmung wird die Zuluft turbulenzarm in Bodennähe zugeführt und die Abluft an der Hallendecke abgeführt.

Ein Mischlüftungssystem mit unterhalb der Decke angebrachten Zu- und Abluftdurchlässen führt dazu, dass Gefahrstoffe im gesamten Hallenbereich verteilt werden (Verdünnungseffekt). Um die gleiche Effektivität wie mit der Schichtenströmung zu erreichen, sind im Allgemeinen wesentlich höhere Luftvolumenströme notwendig.

### 3.3.9 Abnahmeprüfung und Dokumentation

Besonders wichtig sind der Umfang und die Abnahmeprüfung lufttechnischer Einrichtungen. Es wird empfohlen, als Grundlage für die Abnahmeprüfung die Norm DIN EN 12599 „Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen“ bei der Auftragsvergabe schriftlich zu vereinbaren.

In Anlehnung an diese Norm sollten auch Absauganlagen und Abscheideeinrichtungen einer Abnahmeprüfung unterzogen werden.

Die Abnahmeprüfung ist Voraussetzung und Grundlage der Abnahme mit den sich daraus ergebenden Rechtswirkungen. Die Abnahmeprüfung besteht aus

- der Vollständigkeitsprüfung,
- der Funktionsprüfung,
- der Funktionsmessung (Sommer-/Winterbetrieb).

Der Umfang der Funktionsmessung, die Messverfahren und die Messgeräte sind bei der Auftragserteilung schriftlich festzulegen. Die Abnahmeprüfung muss schriftlich protokolliert werden.

Vom herstellenden oder einrichtenden Betrieb der Absauganlagen bzw. RLT-Anlagen ist eine Konformitätserklärung zu verlangen. Herstellende oder einrichtende Betriebe müssen bescheinigen, dass die Anlagen allen einschlägigen Normen und Richtlinien sowie den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen entsprechen.

Es sind u. a. aufzuführen:

- Name und Anschrift des herstellenden oder einrichtenden Betriebs,
- Beschreibung der Anlage,
- Wartungs- und Instandhaltungsintervalle,
- Anlagenschema,
- Aufstellung der einschlägigen Bestimmungen (Normen, Richtlinien, anerkannte Regeln der Technik), die beim Bau und bei der Installation der Anlage berücksichtigt wurden, gegebenenfalls Name und Anschrift der zugelassenen Prüfstelle für eingebaute Abscheider.

### 3.4 Persönliche Schutzmaßnahmen

#### 3.4.1 Hautschutzmaßnahmen, Hautschutz- und Hygieneplan

Sind aufgrund der Gefährdungsbeurteilung nach TRGS 401 Hautgefährdungen durch KKG zu erwarten, hat das Unternehmen entsprechende Hautschutzmaßnahmen zu organisieren. Hierzu gehört insbesondere die Erstellung eines Hautschutzplanes, in dem die Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel unter Berücksichtigung der verwendeten KKG und des Fertigungsablaufes festgelegt sind. Bei der Festlegung der Schutz-, Reinigungs- und Pflegemittel hat sich das Unternehmen fachkundig beraten zu lassen.

*Die fachkundige Beratung kann z. B. durch die Betriebsärztin oder den Betriebsarzt, den zuständigen Unfallversicherungsträger oder den Herstellern der Hautschutzmittel erfolgen.*

Das Unternehmen hat für das Reinigen und Abtrocknen von mit KKG benetzten Hautpartien die erforderlichen Mittel nach Abschnitt 3.4.2 bereitzustellen.

Das Unternehmen hat die im Hautschutz- und Hygieneplan festgelegten Mittel für Hautschutz-, -reinigung und -pflege bereitzustellen. Die Beschäftigten haben die im Hautschutz- und Hygieneplan festgelegten Mittel wie folgt zu verwenden:

- Vor Arbeitsbeginn, nach Pausen und nach jedem Waschen ist ein geeignetes Hautschutzmittel aufzutragen,
- vor Pausen und nach Arbeitsende ist mit einem pH-wertneutralen oder leicht sauren Hautreinigungsmittel ohne Reibemittel zu reinigen. Reibemittel sind nur zu verwenden, wenn der Grad der Verschmutzung dies unbedingt erforderlich macht. Anschließend sind die Hände abzutrocknen,
- nach Arbeitsende ist ein Hautpflegemittel aufzutragen.

*Weiterführende Hinweise siehe:*

- TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt“,
- Information „Hautschutz in Metallbetrieben“ (DGUV Information 209-022).

*Wirksamkeitsnachweise sind z. B. in der Präventionsleitlinie „Anforderungen an Hautschutzmittel“ des Fachbereiches „Persönliche Schutzausrüstungen“ beschrieben.*

#### 3.4.2 Hygienemaßnahmen

Im Arbeitsbereich oder in der Nähe des Arbeitsbereiches sollen Waschgelegenheiten mit fließendem, möglichst warmem Wasser vorhanden sein.

*Zu Waschräumen und Waschgelegenheiten siehe:*

- § 6 der Arbeitsstättenverordnung.

An den Waschgelegenheiten müssen geeignete Mittel zum Abtrocknen vorhanden sein, z. B. Rollen mit waschbaren Handtüchern oder Papier-Einwegtücher. Bei wassergemischten KKG sind Warmlufttrockner wegen der Gefahr der Aufkonzentrierung von noch anhaftenden Resten weniger geeignet.

Beschäftigte dürfen an Arbeitsplätzen, an denen die Gefahr einer Kontamination besteht, keine Nahrungs- und Genussmittel zu sich nehmen. Das Unternehmen hat hierfür geeignete Bereiche einzurichten, *siehe:*

- § 8 Abs. 3 der Gefahrstoffverordnung,
- § 11 Abs. 3 der Biostoffverordnung  
und
- TRBA 500.

Dies bedeutet ein Verbot von Essen, Trinken, Rauchen und Tabakschnupfen am Arbeitsplatz:

- Vor dem Essen, Trinken, Rauchen und Schnupfen sind verschmutzte Hände mit geeigneten Reinigungsmitteln zu waschen und abzutrocknen.

Verschmutzte Hautstellen dürfen nicht mit KKG oder Lösemitteln gereinigt und benetzte Hautpartien nicht mit Druckluft abgeblasen werden.

Kontakt des Gesichtes, insbesondere des Mundes und der Augen mit verschmutzten Händen, Handschuhen oder Putztüchern ist zu vermeiden.

### 3.4.3 Sonstige Persönliche Schutzausrüstungen, Arbeitskleidung

Können durch Maßnahmen nach Abschnitt 3.1 bis 3.3 Gesundheitsgefahren nicht ausgeschlossen werden, hat das Unternehmen dafür zu sorgen, dass folgende Persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung stehen, in gebrauchsfähigem und hygienisch einwandfreiem Zustand gehalten und getrennt von Straßenkleidung aufbewahrt werden:

- Für KKG undurchlässige und gegen KKG beständige Schürzen oder Schutzkleidung, wenn der Arbeitsablauf eine Durchnässung der Arbeitskleidung erwarten lässt.
- Für KKG undurchlässige und gegen KKG beständige Schutzhandschuhe (mit Baumwoll-Unterziehhandschuhen) oder außen beschichtete Gewebeschuhe zur Vermeidung eines Feuchtigkeitsstaues durch Schweißbildung, wenn Dauerkontakt mit KKG besteht.
- Augenschutz, wenn die Gefahr besteht, dass KKG-Spritzer in die Augen gelangen können.
- Gesichtsschutz und geeignete Schutzhandschuhe beim Ansetzen wassergemischter KKG, beim Nachdosieren von Bioziden sowie bei der Verwendung von Systemreinigern und
- KKG-undurchlässige Sicherheitsschuhe, wenn die Gefahr der Durchnässung besteht.
- Bei der Reinigung mikrobiell besiedelter Kreisläufe wassergemischter komplexer kohlenwasserstoffhaltiger Gemische mit Hochdruckreinigern, insbesondere die Entfernung von „Biofilmen“, ist zusätzlich Atemschutz (partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 oder Halbmasken mit Partikelfilter P2) wegen erhöhter Belastung des Arbeitsplatzes mit Bioaerosolen zu tragen.
- Bei der Beschickung von Anschwemmfiltersystemen mit kieselsäurehaltigen Filterhilfsmitteln ist zusätzlich Atemschutz (partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 oder Halbmasken mit Partikelfilter P2) zu tragen.

Zu geeigneten Handschuhmaterialien muss das Sicherheitsdatenblatt Auskunft geben. Zur Beständigkeit und zur Tragedauer sind die schutzhandschuhherstellende Betriebe zu befragen.

Zur Pflege und Reinigung sowie Entsorgung von Persönlichen Schutzausrüstungen siehe:

- § 7 Abs. 5 und 6 der Gefahrstoffverordnung.

Die zur Verfügung gestellten Persönlichen Schutzausrüstungen sind zu benutzen, siehe:

- § 7 Abs. 5 der Gefahrstoffverordnung,
- § 30 Abs. 2 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (DGUV Vorschrift 1).

Das Unternehmen hat dafür zu sorgen, dass abweichend von Abschnitt 3.4.3 Nr. 2 bei Arbeiten Schutzhandschuhe nicht getragen werden, sofern die Gefahr einer Verletzung durch Erfasst werden der Schutzhandschuhe besteht. Das Unternehmen hat in diesem Fall ferner dafür zu sorgen, dass ein Hautkontakt mit KKG auf das unumgängliche Mindestmaß beschränkt wird und die Maßnahmen des Hautschutzplanes nach Abschnitt 3.4.1 durchgeführt werden.

Das Unternehmen hat dafür zu sorgen, dass von KKG durchnässte Arbeitskleidung sofort gewechselt und erst nach der Reinigung wieder benutzt wird. Bis zur Reinigung muss die Arbeitskleidung von Straßenkleidung getrennt aufbewahrt werden. Durchnässte Arbeitskleidung sollte von anderen Textilien getrennt gereinigt werden, siehe:

- § 9 Abs. 5 der Gefahrstoffverordnung
- und
- § 11 Abs. 1 der Biostoffverordnung.

In Arbeitsbereichen, in denen mit KKG-Konzentraten umgegangen wird und die Gefahr von Augenkontakt durch Verspritzen der Konzentrate besteht, müssen Augennotduschen vorhanden sein und in hygienisch einwandfreiem Zustand erhalten werden.

### 3.5 Betriebsanweisungen und Unterweisungen

Das Unternehmen hat für Tätigkeiten mit

- KKG und Zusatzstoffen,
- Einrichtungen, in denen KKG und Zusatzstoffe verwendet werden, und
- lufttechnischen Anlagen zur Erfassung und Abscheidung von KKG-Dämpfen und Aerosolen

arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisungen in verständlicher Form und Sprache aufzustellen. Darin sind die mitgelieferten Angaben und sicherheitstechnischen Hinweise zu berücksichtigen, *siehe auch:*

- § 14 der Gefahrstoffverordnung und
- TRGS 555.

Das Unternehmen hat vor Aufnahme der Tätigkeiten

- die Betriebsanweisung und den Hautschutzplan nach Abschnitt 3.4.1 den Aufsichtführenden auszuhändigen,
- die Versicherten anhand der Betriebsanweisung und des Hautschutzplanes mündlich und tätigkeitsbezogen zu unterweisen,
- die Versicherten darüber zu informieren, dass Hautveränderungen zu melden sind und
- die Betriebsanweisung und den Hautschutzplan an geeigneter Stelle bekannt zu machen.

Im Rahmen der Unterweisung hat eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung zu erfolgen, *siehe:*

- § 14 Abs. 3 GefStoffV und
- § 12 Abs. 2a BioStoffV.

Darüber hinaus sind für den sicheren Betrieb begleitende organisatorische Maßnahmen erforderlich. Hierzu gehören:

- saubere Umgebung des Arbeitsplatzes,
- speziell unterwiesene Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,
- regelmäßige Prüfungen für alle eingesetzten technischen Anlagen.

Weitere Schutzmaßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren beim Umgang mit komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen, *siehe:*

- Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) (DGUV Regel 113-001).

### 3.6 Brand- und Explosionsschutz

Die Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen ergeben sich aus der Gefährdungsbeurteilung.

Zunächst ist zu prüfen, ob die Anwendung für den Einsatz von brennbaren KKG geeignet ist. Es ist ein KKG auszuwählen, der zu einer möglichst niedrigen Gefährdung führt.

Können Brand- und Explosionsgefahren nicht sicher ausgeschlossen werden, sind weitere Maßnahmen zu treffen. Hierzu können gehören u. a:

- Gestaltung der Anwendung des Arbeitsmittels bzw. des Arbeitsverfahrens,
- Absauganlage,
- Druckentlastungseinrichtung,
- Löschanlage/Brandschutzmaßnahmen.

Die aufgezeigten Maßnahmen können einzeln oder in Kombination eingesetzt werden.

# 4 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung

## 4.1 Arbeitsbereiche

In Arbeitsbereichen mit Anwendung von KKG gelten die Bestimmungen zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung gemäß § 6 GefStoffV. An jedem Arbeitsplatz ist zu ermitteln, ob KKG freigesetzt werden können.

Auf die Auskunftspflichten der herstellenden, einführenden oder inverkehrbringenden Betriebe gegenüber dem verwendenden Betrieb gemäß §§ 4 und 5 GefStoffV sowie auf die Bestimmungen hinsichtlich der Zusammenarbeit von Firmen gemäß § 15 GefStoffV wird verwiesen.

## 4.2 Substitution

Der Arbeitgeber/die Arbeitgeberin muss gemäß §§ 6 und 7 GefStoffV prüfen, ob Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko als die von ihm in Aussicht genommenen erhältlich sind. Kann der Schutz von Leben und Gesundheit der Beschäftigten vor Gefährdung durch das Auftreten von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz nicht durch andere Maßnahmen gewährleistet werden, muss der Arbeitgeber/die Arbeitgeberin gemäß §§ 7 bis 9 GefStoffV prüfen, ob durch Änderung des Herstellungs- und Verwendungsverfahrens oder durch den Einsatz von emissionsarmen Verwendungsformen von Gefahrstoffen deren Auftreten am Arbeitsplatz verhindert oder vermindert werden kann. Das Ergebnis der Prüfung ist schriftlich festzuhalten und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen (siehe auch TRGS 600 „Substitution“).

Die EU-CLP-Verordnung 1272/2008/EG (GHS) regelt die Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen. Für Zubereitungen (Gemische) wird diese Verordnung die Zubereitungsrichtlinie (99/45/EG) am 1. Juni 2015 ablösen. Auch hier wird es Anpassungen an den technischen Fortschritt „ATP“ geben.

## 4.3 KKG in Arbeitsbereichen – Informationen zum Stand der Technik

Die Exposition der Beschäftigten gegenüber Gefahrstoffen ist, sofern sie nicht vollständig beseitigt werden kann, auf ein Minimum zu reduzieren (siehe GefStoffV, § 7 Abs. 4).

Die in Tabelle 4 angegebenen Konzentrationen von KKG in der Luft in Arbeitsbereichen sind nach dem derzeitigen Stand der Technik in den betroffenen Branchen und Bereichen erreichbar. Bei Unterschreiten dieser Konzentrationen ist davon auszugehen, dass keine weiteren Maßnahmen notwendig sind.

## 4.4 Überwachung

Im Falle der Messung von KKG in der Luft in Arbeitsbereichen gemäß § 7 Abs. 8 der Gefahrstoffverordnung sind geeignete Messverfahren wie z. B. die in der IFA-Arbeitsmappe genannten Methoden „Sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische“ (Kennzahl 8610) heranzuziehen (siehe Anhang 3, Abschnitt 2 Messverfahren).

Liegen gesicherte Erkenntnisse über die Schwankungsbreite der Konzentration der KKG bei normalem Arbeitsablauf vor, so können Kontrollmessungen auf wenige repräsentative Messorte oder sogar nur auf einen Messort verdichtet werden.

Kann das Auftreten von KKG aufgrund gesicherter Rohstoff- und Prozessgegebenheiten unter Berücksichtigung der Arbeitsbereichsverhältnisse sicher ausgeschlossen werden, kann auf Messungen verzichtet werden.

Im Übrigen wird auf die Regelungen der TRGS 402 verwiesen.

## 4.5 Wirksamkeitskontrolle

Gemäß TRGS 402 hat eine Wirksamkeitskontrolle zu erfolgen, um die Eignung der getroffenen Schutzmaßnahmen nachzuweisen.

Für KKG der Gruppen A bis C sind in der Regel Messungen die geeignete Überwachungsmaßnahme (vergleiche Anhang 3, Abschnitt 2 Messverfahren). Berechnungsverfahren haben sich in der Vergangenheit als nicht geeignet herausgestellt, da insbesondere die Emissionsraten unterschiedlicher Verfahren nur unzureichend bekannt sind.

Für KKG der Gruppe D sind Messungen nicht sinnvoll, da sie in der Regel in geschlossenen Systemen verwendet werden. In Einzelfällen, z. B. bei Wartungsarbeiten, können Emissionen auftreten. Entsprechende Schutzmaßnahmen sind zu ergreifen.

## 4.6 Gefährdung durch Hautkontakt

Zur Ermittlung und Beurteilung der Gefährdung bei Hautkontakt sowie zur Auswahl und Umsetzung geeigneter Schutzmaßnahmen sind die Inhalte der TRGS 401 umzusetzen. Im Speziellen empfiehlt sich die Beurteilung auf der Basis der dort enthaltenen Gefährdungsmatrix (Tabelle 5).

Emissionsgruppe	Nach dem Stand der Technik erreichbare Konzentration in mg/m <sup>3</sup>	Beschreibung
KKG Gruppe A	100	Einsatz von nichtwassermischbaren additivierten Kohlenwasserstoffprodukten, die aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und/oder ihrer Anwendung verfahrensbedingt erhöhte Emissionen erwarten lassen.
KKG Gruppe B	40	Einsatz von nichtwassermischbaren additivierten Kohlenwasserstoffprodukten, die aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und ihrer Anwendung verfahrensbedingt keine erhöhten Emissionen (vergleiche Gruppe A) erwarten lassen sowie wassergemischte additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, die aufgrund ihrer Anwendung erhöhte Emissionen (vergleiche Gruppe C) erwarten lassen.
KKG Gruppe C	10	Einsatz von nichtwassermischbaren additivierten Kohlenwasserstoffprodukten, die in offenen Systemen verwendet werden bei denen aber aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und ihrer Anwendung nur geringe Emissionen zu erwarten sind (vergleiche Gruppe B), sowie wassergemischte additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, deren Anwendung und Zusammensetzung verfahrensbedingt keine erhöhten Emissionen erwarten lassen (vergleiche Gruppe B).
KKG Gruppe D	Keine nennenswerten Emissionen	Einsatz von nichtwassermischbaren und wassergemischten additivierten Kohlenwasserstoffprodukten, die in geschlossenen Systemen verwendet werden und daher keine Emissionen erwarten lassen. Messungen sind nicht erforderlich.

Tabelle 4: Nach dem Stand der Technik erreichbare KKG-Konzentrationen

Eigenschaft	Kennzeichnung	Dauer/Ausmaß des Hautkontaktes			
		Kurzfristig, < 15 Minuten		Längerfristig, > 15 Minuten	
		Kleinflächig, z. B. Spritzer	Großflächig	Kleinflächig, z. B. Spritzer	Großflächig
	R 66	G	G	G	M
Hautreizend	R 38	G	M	M	M
Ätzend	pH < 2 bzw. > 11,5	M	M	M	H
	R 34	M	M	M	H
	R 35	M	H	H	H
Hautresorptiv	R 21	G	M	M	H
	R 24	M	M	M	H
	R 24 und R 34/R 35	H	H	H	H
	R 27	H	H	H	H
Hautresorptiv und sonstige Eigenschaften	R 40(*), R 68(*)	M	M	M	H
	R 62(*), R 63(*)	M	M	M	M
	R 45(*), R 46(*), R 60(*), R 61(*)	H	H	H	H
Sensibilisierend	R 43, R 42/43, s. TRGS 401	G	M	M	H

Tabelle 5: Gefährdungsmatrix nach TRGS 401  
(Die Umstellung der Kennzeichnung nach GHS ist noch nicht erfolgt)

(\*) = wenn hautresorptiv      G = geringe Gefährdung  
M = mittlere Gefährdung      H = hohe Gefährdung

# Anhang 1

## Komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische (KKG) – Verwendung und Arbeitsbereiche

### 1.1 Getriebeöle, Motoröle

#### 1.1.1 Getriebeöle

Die Produktgruppe trennt sich auf in die Untergruppen:

Untergruppe	Anwendungstemperatur
Kfz-Getriebeöle, konventionell	bis 100 °C
Kfz-Getriebeöle, ATF *	bis 140 °C
Industriegetriebeöle	bis 100 °C
Achsgetriebeöle	bis 80 °C

\* ATF = Automatic Transmission Fluid

Kfz- und Industriegetriebeöle bestehen aus schwer flüchtigen Mineralölen, Kohlenwasserstoffverbindungen oder Esterölen mit einer Viskosität zwischen 7 mm<sup>2</sup>/s (bei 100 °C, ATF-Öle) und 18 mm<sup>2</sup>/s (bei 100 °C, Hinterachsgetriebeöle). Die Öle sind im Allgemeinen additiviert, z. B. mit Verschleißschutz, Antioxidantien.

Der Einsatz erfolgt generell in geschlossenen Systemen (Getrieben), je nach Anwendung innen (Industriegetriebeöle) und/oder außen (Kfz-Getriebe- und Achsöle).

Bei normalem Betrieb (maximale Anwendungstemperaturen werden nicht überschritten) sind daher relevante Emissionen nicht zu erwarten. Zunehmend werden für Pkw-Getriebe Lebensdauerfüllungen eingesetzt. Beim Wechsel des Getriebeöls sind aufgrund der physikalischen Daten in der Regel keine relevanten Emissionen zu erwarten, da der Wechsel nicht bei Betriebstemperatur vorgenommen wird. Abweichende Bedingungen können beim Betrieb auf Prüfständen herrschen, die in der Regel jedoch gekapselt sind.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

#### 1.1.2 Motorenöle

Die Produktgruppe trennt sich auf in die Untergruppen:

Untergruppe	Anwendungstemperatur
Kfz-Motorenöle	bis 140 °C
Nutzfahrzeug-Motorenöle (Straße und Gelände)	bis 100 °C
Industrie- und Stationärmotoren	bis 900 °C
Gasmotoren	bis 90 °C

Motorenöle bestehen aus schwer flüchtigen Mineralölen, Kohlenwasserstoffverbindungen und/oder Esterölen mit einer Viskosität zwischen 3,8 mm<sup>2</sup>/s (bei 100 °C, SAE 0W) und 26,1 mm<sup>2</sup>/s (bei 100 °C, SAE 60). Die Öle sind im Allgemeinen additiviert, z. B.

mit Detergentien, Dispergentien, Verschleißschutz, Korrosionsschutz, Antioxidantien, VI<sup>\*</sup>-Verbesserer.

Der Einsatz erfolgt generell in geschlossenen Systemen (geschlossene Kurbelgehäuse mit Entlüftung in das Ansaugsystem), je nach Anwendung innen (Industrie-einsatz) und/oder außen (Kfz/Nfz).

Bei normalem Betrieb (maximale Anwendungstemperaturen werden nicht überschritten) sind daher relevante Emissionen nicht zu erwarten, obwohl die Temperaturen infolge Kapselung von Fahrzeugen tendenziell steigen. Beim Wechsel des Motorenöls können Emissionen auftreten, da der Wechsel üblicherweise bei Betriebstemperatur vorgenommen wird. Neben Emissionen des Motorenöls selbst sind auch Emissionen aus Kraftstoffrückständen – die bei ungünstigen Betriebsbedingungen über die Brennraumwände in den Schmierstoff gelangen können – in Betracht zu ziehen.

Beim Betrieb auf Prüfständen, die in der Regel gekapselt sind, können abweichende Bedingungen herrschen.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

### 1.2 Hydraulikflüssigkeiten

Es werden Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis sowie schwer entflammare Hydraulikflüssigkeiten eingesetzt.

*Bremsflüssigkeiten sind keine komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemische und fallen daher nicht in den Geltungsbereich dieser Empfehlungen.*

Hydraulische Anlagen finden sich in weiten Bereichen der Industrie, der Kraftfahrt, Luftfahrt, Schifffahrt sowie der Landwirtschaft, und zwar überall dort, wo Kräfte mithilfe von Druckflüssigkeiten übertragen werden. In hydraulischen Systemen treten Drücke bis zu 700 bar auf. Die Dauertemperaturen im Ölbehälter überschreiten normalerweise 80 °C nicht.

Hydrauliksysteme sind geschlossene Systeme. Leckagen treten in Hydrauliksystemen an Dichtungen, Anschlüssen und Leitungsverbindungen sowie bei Leitungsbrüchen auf. Solche Leckverluste können in ungünstigen Fällen erheblich sein, und es kann kurzzeitig zu Öldampf- und Ölnebelbildung kommen. Allerdings werden Störungen normalerweise umgehend beseitigt.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

\* VI = Viskositätsindex



### 1.2.1 Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis

Die Mindestanforderungen an Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis sind in DIN 51524 (Hydrauliköle HL, HLP, HVLP – Mindestanforderungen) festgelegt. Man unterscheidet folgende Gruppen:

- Hydrauliköle HL – Mineralische Hydrauliköle mit Oxidations- und Korrosionsinhibitoren,
- Hydrauliköle HLP – Mineralische Hydrauliköle mit Oxidations- und Korrosionsinhibitoren sowie Verschleißschutzadditiven,
- Hydrauliköle HLPD – Mineralische Hydrauliköle mit Verschleißschutzadditiven und Detergentien sowie Oxidations- und Korrosionsinhibitoren,
- Hydrauliköle HVLP – Mineralische Hydrauliköle mit Oxidations- und Korrosionsinhibitoren, Verschleißschutzadditiven sowie VI-Verbesserern.

Die Viskositäten liegen etwa im Bereich 10 bis 100 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C (etwa 2 bis 12 mm<sup>2</sup>/s bei 100 °C), in einigen Fällen bis 320 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C (ca. 25 mm<sup>2</sup>/s bei 100 °C).

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

### 1.2.2 Schwer entflammbare Hydraulikflüssigkeiten (teilweise mineralölhaltig)

Öl-in-Wasser-Emulsionen (HFA-E)  
Wasser-in-Öl-Emulsionen (HFB)\*\*

Schwer entflammbare Hydraulikmedien vom Typ HFA-E und HFB entsprechen in ihrem Aufbau weitgehend Kühlschmierstoffen.

Mineralölfreie schwer entflammbare Hydraulikflüssigkeiten wie synthetische wässrige Lösungen (HFAS), wässrige Monomer- und/oder Polymerlösungen (Polyglykole, HFC), wasserfreie synthetische Flüssigkeiten, organische Phosphorsäureester (HFD R), wasserfreie Flüssigkeiten auf der Basis anderer Bestandteile (z. B. spezielle Carbonsäureester, HFD U) sind nicht Gegenstand der Betrachtung.

Die Anforderungen und Prüfungen schwer entflammbarer Hydraulikflüssigkeiten der obengenannten Typen sind im Siebten Luxemburgischen Bericht (Anforderungen und Prüfungen schwer entflammbarer Hydraulikflüssigkeiten zur hydrostatischen und hydrokinetischen Kraftübertragung und Steuerung, Siebte Ausgabe, Europäische Kommission, Generaldirektion V, Luxemburg, April 1994) geregelt.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

\*\* HFB-Flüssigkeiten sowie chlorhaltige Flüssigkeiten (HFD S und HFD T) werden in Deutschland in industriellen Anwendungen nicht eingesetzt.

### 1.2.3 Multifunktionsöle als Hydraulikflüssigkeiten

Als Multifunktionsöle werden üblicherweise Flüssigkeiten bezeichnet, die gleichzeitig sowohl in Hydrauliksystemen als auch als Kühlschmierstoffe für die Metallbearbeitung und/oder als Getriebeöle, Lagerschmieröle, Bettbahnöle u. ä. (in Werkzeugmaschinen, Bearbeitungszentren) eingesetzt werden.

Multifunktionsöle sind in der Regel additivierte Mineralöle (nichtwassermischbar und wassermischbar), wobei bei der Konzipierung des Additivsystems die teilweise sehr unterschiedlichen technischen Anforderungen zu berücksichtigen sind. Multifunktionsöle auf Esterbasis sind ebenfalls im Einsatz.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

## 1.3 Verdichteröle

### 1.3.1 Luftverdichteröle

Luftverdichter (Kompressoren) sind Arbeitsmaschinen, in denen Luft auf einen höheren Druck verdichtet wird. Man unterscheidet zwischen Verdrängerverdichtern (z. B. Hubkolbenverdichter, Vielzellenverdichter, Schraubenverdichter) und Turboverdichtern.

Es werden Verdichteröle auf der Basis von Mineralölen, Hydrocrackölen, Polyalphaolefinen und speziellen synthetischen Estern eingesetzt. Solche Verdichteröle enthalten in der Regel etwa 1 bis 4 % Additive (Oxidations- und Korrosionsinhibitoren, Verschleißschutzadditive). Die Viskositäten dieser Öle liegen etwa zwischen 20 und 500 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C (etwa 4 bis 30 mm<sup>2</sup>/s bei 100 °C), vergleiche DIN 51506 „Schmieröle VB und VC ohne Wirkstoffe und mit Wirkstoffen und Schmieröle VDL“.

Bei allen Verdichtertypen handelt es sich grundsätzlich um geschlossene Systeme. Leckagen sind selten, eine merkliche Verdampfung von Verdichterölen tritt dabei in der Regel nicht auf, zumal die Viskositäten von Verdichterölen im mittleren und höheren Bereich liegen. Dem Verdichter nachgeschaltete Nachkühler sowie Öl- und Kondensatabscheider dienen dem Zweck, die verdichtete Luft nahezu auf Raumtemperatur abzukühlen und sie hierbei von Wasser- und Ölkondensat zu befreien.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

### 1.3.2 Gasverdichteröle

Es werden Gasverdichteröle auf der Basis von Mineralölen, Hydrocrackölen und Polyglykolen eingesetzt. Solche Gasverdichteröle enthalten in den meisten Fällen keine Additive oder haben allenfalls einen geringen Additivgehalt. Die Viskositäten liegen etwa zwischen

50 und 320 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C (etwa 6 bis 25 mm<sup>2</sup>/s bei 100 °C), vergleiche DIN 51 503 „Schmierstoffe Kältemaschinenöle – Teil 1: Mindestanforderungen“.

In Verdichtern für aggressive Gase werden keine mineralölhaltigen Öle eingesetzt.

Auch hier handelt es sich grundsätzlich um geschlossene Systeme. Leckagen sind selten, eine merkliche Verdampfung von Verdichterölen tritt dabei in der Regel nicht auf, zumal die Viskositäten der Gasverdichteröle im mittleren und höheren Bereich liegen.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

### 1.3.3 Kältemaschinenöle

Es werden Kältemaschinenöle auf der Basis von naphthenbasischen Mineralölen, Polyalphaolefinen und speziellen synthetischen Estern eingesetzt. Kältemaschinenöle enthalten in der Regel keine Additive. Bei der Auswahl des geeigneten Kältemaschinenöls ist u. a. auf die Verträglichkeit mit dem eingesetzten Kältemittel zu achten.

Kältemaschinenöle werden in der Nahrungsmittelindustrie, in der chemischen Industrie, in der Klima- und Haustechnik, auf Kühlschiffen und in anderen Bereichen, in denen Kälte erzeugt wird, eingesetzt.

*Bemerkung zur Toxikologie/Arbeitsmedizin: Toxikologische und arbeitsmedizinische Erkenntnisse sind nach derzeitigem Stand nicht publiziert worden. Bei Einsatz in der Lebensmittelindustrie ist eine Freigabe nach dem Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz erforderlich.*

Bei Kälteverdichtern handelt es sich grundsätzlich um geschlossene Systeme. Erhebliche Leckagen von Kältemaschinenölen treten in der Regel nicht auf. In den seltenen Fällen von Leckagen muss nicht mit einer merklichen Verdampfung gerechnet werden, da die Viskositäten von Kältemaschinenölen im mittleren Bereich liegen.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

### 1.4 Turbinenöle

Es werden Turbinenöle auf der Basis von paraffinischen Mineralölen, Hydrocrackölen und Polyalphaolefinen eingesetzt. Die thermisch hoch belasteten Gas- und Dampfturbinenöle enthalten 1 bis 4 % Additive (Oxidations- und Korrosionsinhibitoren, Verschleißschutzadditive). Bei Wasserturbinenölen handelt es sich um schwach additivierte Mineralöle. Es werden vereinzelt

auch Esteröle eingesetzt. Die Viskositäten von Turbinenölen liegen zwischen etwa 30 und 100 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C. Die Flammpunkte liegen zwischen 230 und 320 °C.

Die technischen Anforderungen an diese Öle regelt DIN 51515, Teil 1 (Schmier- und Regleröle L-TD, Mindestanforderungen).

Bei diesen Prüfständen handelt es sich schon aus Gründen des Lärmschutzes in der Regel um geschlossene Anlagen, die vor dem Begehen ausreichend belüftet werden müssen. Turbinen sind geschlossene Systeme. Leckagen von Turbinenölen sind selten.

In den seltenen Fällen von Leckagen muss nicht mit einer merklichen Verdampfung gerechnet werden, da die Viskositäten der Turbinenöle im mittleren und höheren Bereich liegen.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

Häufig werden mineralölfreie Esteröle und keine Mineralöle eingesetzt.

### 1.5 Isolieröle

Isolieröle werden im Bereich der Elektrotechnik in Transformatoren, Wandlern, Schaltern, Kabeln etc. zur Isolierung und Wärmeableitung eingesetzt. Im Allgemeinen handelt es sich bei Isolierölen um dünnflüssige Mineralöle mit einem geringen Anteil an Additiven (bis zu 1%, Oxidationsinhibitoren). Die üblichen Viskositäten von Isolierölen liegen bei ca. 10 mm<sup>2</sup>/s mit einem Flammpunkt von ca. 150 °C. Isolieröle werden in geschlossenen Systemen eingesetzt.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

### 1.6 Wärmeträgeröle

Wärmeträgeröle werden zum indirekten Beheizen oder zum Wärmeaustausch und -transport verwendet. Überwiegend werden Mineralöle ohne Additive und synthetische Flüssigkeiten (z. B. Dibenzyltoluole und Polyalphaolefine) eingesetzt. Die Flammpunkte liegen zwischen 120 und 230 °C, die Viskositäten bei 40 °C zwischen 4,5 und 135 mm<sup>2</sup>/s. Die Siedepunkte liegen oberhalb von 250 °C.

Wärmeträgeröle werden drucklos in geschlossenen Systemen eingesetzt.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

## 1.7 Absorptionsöle (Gaswaschöle)

Gaswaschöle sind komplexe Kohlenwasserstoffgemische, die Kohlenwasserstoffdämpfe und -aerosole aus einem Gasstrom absorbieren können. Nicht zu betrachten sind andere Absorptionsflüssigkeiten vom Typ der Glykole oder Reaktivabtrennflüssigkeiten (z. B. Aminoalkohole). Die Verwendung erfolgt im Bereich der Abtrennung von flüchtigen Komponenten in Gasströmen aus Raffinerien und Kokereien sowie bei der Abluftreinigung, z. B. in Walzwerken. In Raffinerien und Kokereien werden eigene Zwischenprodukte verwendet. Eine Raffineriegasabtrennung (C4 bis C8) erfolgt z. B. mit Schwerbenzin (C8 bis C12); die Zusammensetzung des Benzins hängt von den verarbeiteten Rohölen ab.

Die Abtrennung von Walzölen aus der Abluft erfolgt mit inhibierten (Zusatz von phenolischen Antioxidantien) Weißölen oder paraffinbasierten Solvaten. Diese Öle haben Flammpunkte oberhalb von 180 °C und Viskositäten von 15 bis 35 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C.

Die Anwendung erfolgt nur in geschlossenen Systemen (10 bis 50 m<sup>3</sup>) bei Raumtemperatur. Weitere Ermittlungen gemäß TRGS 402 sind zur Gefährdungsbeurteilung nicht notwendig.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

## 1.8 Schmierfette

Einsatzgebiete sind hauptsächlich Wälz- und Gleitlager jeglicher Ausführung und Größe, offene und geschlossene Getriebe sowie Seilzüge. Der wichtigste Anwendungsvorteil der Schmierfette gegenüber den Schmierölen ist die Eigenschaft, nicht zu fließen und an der Schmierstelle zu haften. War die Fettschmierung in der Vergangenheit größtenteils eine Verlustschmierung, findet heute mehr und mehr nur noch Lebensdauer-schmierung statt. Die verbleibende Verlustschmierung wird zunehmend von biologisch abbaubaren Produkten übernommen. Schmierfette sind unter Verwendung von Metallseifen, Gel-Bildnern und Polymeren aufgedickte Schmieröle. Schmierfette bestehen aus bis zu 95 % Basisöl (Mineralöl oder synthetische Flüssigkeiten, Verdicker und Additive). Dabei handelt es sich um mittel- bis hochviskose Basisöle mit einem Flammpunkt größer 170 °C.

Schmierfette werden zumeist in geschlossenen, seltener in offenen Systemen angewendet. Bei normalem, bestimmungsgemäßen Betrieb (empfohlene Anwendungstemperaturen werden nicht überschritten) dürften

arbeitshygienisch relevante Kohlenwasserstoffkonzentrationen in der Luft nach derzeitigem Kenntnisstand weder bei geschlossenen noch bei offenen Systemen erreicht werden. Auch das Befüllen von Schmier-systemen führt nicht zu einer relevanten inhalativen Belastung. Dazu gehören auch das Befüllen von Lagern und Entsorgungsmaßnahmen.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

### **Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.1 bis 1.8**

*Verwendung von komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen in geschlossenen Systemen:*

*Unter besonderen Voraussetzungen kann es auch bei normalerweise geschlossenen Systemen zu Emissionen von komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen kommen. Dabei handelt es sich entweder um Störungen (Undichtigkeiten im geschlossenen System) oder um Instandhaltungsmaßnahmen bei geöffneten Systemen. Es gibt auch wenige Sonderanwendungen, bei denen z. B. Getriebeöle in offenen Getrieben verwendet werden.*

*In der Regel kommt es somit nicht zu Emissionen von komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen. Bei Instandhaltungsmaßnahmen und unfallartigen Emissionen sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen (siehe § 13 GefStoffV).*

*In den Jahren 2009 bis 2011 wurden im Rahmen des Messsystems Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (MGU) in den o. g. Anwendungsbereichen 19 personenbezogene Messungen bei Instandhaltungsmaßnahmen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 0,8 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 8,7 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.*

## 1.9 Schmieröle

Schmieröle bestehen im Allgemeinen aus mineralischen Basisölen und den für den Einsatzzweck geeigneten Additivsystemen. Die Viskositäten liegen jeweils gemessen bei 40 °C im weiten Bereich zwischen wenigen mm<sup>2</sup>/s und über 1500 mm<sup>2</sup>/s. Die Flammpunkte liegen zwischen 100 und 300 °C. Die im Folgenden aufgeführten Untergruppen lassen sich unterscheiden.

### 1.9.1 Spindelöle

Spindelöle für Werkzeugmaschinen und Werkzeugspindeln sind meist niedrigviskose, oft additivierte Schmieröle und werden z. B. für schnell laufende, meist gleitgelagerte Maschinen und Maschinenteile wie Schleifspindeln oder Textilmaschinen eingesetzt. Typische Einsätze erfolgen im Allgemeinen im Maschinenbau, im Fahrzeugbau und in der Textilproduktion.

Die Systeme sind vorwiegend im Innenbereich und meist bei Ölnebelschmierung mittels Injektorsystemen grundsätzlich geschlossen. Die Temperaturen übersteigen selten 40 °C.

Es liegen keine Hinweise auf die Verwendung von Ölen mit einem Flammpunkt < 100 °C als Spindelöle vor.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe B.

### 1.9.2 Spezialmaschinenöle

Spezialmaschinenöle sind meist niedrig- bis mittelviskose, meist additivierte Schmieröle und werden eingesetzt zur Tauch-, Umlauf- und Verlustschmierung bei Maschinen und Maschinenteilen mit besonderen Anforderungen an die Art der Schmierung, z. B. in der Feinmechanik oder Wehrtechnik. Abweichend von den anderen „Schmierölen“ werden hier – den besonderen Einsätzen wie Tief- oder Hochtemperatureignung, Haftvermögen u. a. entsprechend – auch andere als mineralische Basisfluids eingesetzt.

Die Systeme finden sich im Innen- und Außenbereich; wegen der geringen Mengen oder der Kapselung der Systeme besteht eine nur geringe Exposition.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe B.

### 1.9.3 Maschinenöle

Maschinenöle sind meist mittelviskose, additivierte Schmieröle und werden eingesetzt zur Umlauf-, Tauch- und Verlustschmierung. Sie gehören im Allgemeinen den ISO VG-Klassen 10 bis 460 an. Sie werden z. B. im Maschinenbau, im Fahrzeugbau, im allgemeinen Produktions-, Transport- und Verpackungswesen, in Arbeitsmaschinen, Produktionsmaschinen und Fördereinrichtungen eingesetzt. Nach Einsatzanforderungen wird gemäß DIN ISO 6743 zwischen Schmierölypen L-AN, B, C, CL und CLP unterschieden.

Die Systeme sind im Innen- und Außenbereich zu finden. Sie sind in der Regel geschlossen und die Temperaturen liegen unter 80 °C.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe B.

#### **Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.9.1 bis 1.9.3**

*In den Jahren 2009 bis 2011 wurden im MGU 32 personenbezogene Messungen vorgenommen, das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 5,4 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 52,5 mg/m<sup>3</sup>, weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.*

Emissionsgruppe: KKG Gruppe B.

### 1.9.4 Zylinderöle

Zylinderöle sind hoch- bis höchstviskose, häufig additivierte Schmieröle und werden insbesondere für die Schmierung von dampfberührten gleitenden Teilen an dampfbetriebenen Aggregaten wie Dampfmaschinen, Schmiedeanlagen oder Dampfkränen eingesetzt. Sie werden im Innen- und im Außenbereich verwendet, gehören den ISO VG-Klassen über 680 an und werden als Schmieröle Typ Z (DIN ISO 6743) bezeichnet. Die Flammpunkte liegen oberhalb von 300 °C.

Wegen der geringen Flüchtigkeit, des Einsatzes in geschlossenen Systemen und der geringen Einsatzmengen besteht keine Exposition.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe D.

### 1.9.5 Druckluftgeräteöle

Druckluftgeräteöle werden zur Schmierung von Druckluftgeräten eingesetzt. Druckluftgeräte neuerer Bauart sind lebensdauer geschmiert und benötigen daher keine zusätzliche Schmierung über die Druckluft. Die für Kleingeräte eingesetzten Schmiermengen sind sehr gering. Selbst bei größeren Anlagen mit 100 und mehr Geräten liegen die Verbrauchsmengen bei einem Liter pro Jahr.

Bei der Anwendung von Abbruchhämmern in der Bauwirtschaft ist die Belastung durch Ölaerosole sehr gering. Gefährdungsbestimmend ist die Staubbelastung. Für die Schmierung werden sowohl synthetische Öle (z. B. Polyglykole) als auch Kohlenwasserstoffgemische mit Flammpunkten oberhalb von 180 °C eingesetzt. Aufgrund der vorliegenden Informationen ist die Belastung sehr gering.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.

### 1.10 Kettensägeöle

Bei der Herstellung von Kettensägeölen werden mineralölbasierte Materialien und solche auf der Basis pflanzlicher oder synthetischer Esteröle verwendet \*. Die meist vorzufindende Additivierung beinhaltet besonders Haftzusätze und Verschleißschutzkomponenten. Diese Öle gehören meist den ISO VG-Klassen 46 bis 460 an; die Flammpunkte liegen im Allgemeinen über 200 °C. Solche Öle werden in der Forstwirtschaft, der Holzverarbeitenden Industrie, im Handwerk und beim privaten Endverbraucher eingesetzt. Sie werden benötigt zur Verlustschmierung von Sägeketten und Kettenschwertern.

\* Besondere Hinweise:  
Die Verwendung von Altölen als Kettensägeöle ist nach boden-, abfall- und wasserrechtlichen Vorgaben untersagt.  
Sägegatteröle sind Gleitbahnöle im Sinne des Abschnitts 1.11.

Da die Öle auch im Forst und in sonstigen Außenbereichen verwendet werden, wird ihre biologische Abbaubarkeit als eine Grundforderung aus dem Boden- und Wasserrecht abgeleitet.

Die durch das Abschleudern und Vernebeln entstehende Exposition wird minimiert durch die hochwirksamen Haftzusätze, die aus Gründen der Schmierwirksamkeit erforderlich sind.

Beim Betrieb von Kettensägen mit Verbrennungsmotoren ist eine Mischexposition zusammen mit Kraftstoffen, Zweitakt-Motorölen, Motorabgasen und Stäuben aus den zerspannten Materialien (in der Regel Holz) zu beurteilen, die bei der Beurteilung der Exposition die führenden Komponenten sind.

Bei normalem Betrieb werden arbeitshygienisch relevante Konzentrationen nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht erreicht.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.

### 1.11 Gleitbahnöle (Bettbahnöle)

Als Basisflüssigkeiten für Gleitbahnöle werden hauptsächlich Mineralöle verwendet. In Einzelfällen werden auch Gleitbahnöle auf der Basis von synthetischen Estern eingesetzt. Es handelt sich überwiegend um eine Verlustschmierung. Die aufgetragenen Öle werden abgespült und gelangen in den Kühlschmierstoffkreislauf.

Übliche Viskositäten liegen zwischen 32 und 320 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C. Die Flammpunkte werden mit > 200 °C angegeben.

Damit Gleitbahnöle nicht durch Kühlschmierstoffe abgewaschen werden, ist bei Werkzeugmaschinen eine Abdeckung der Gleitbahnen in der Regel technologisch erforderlich. Gleitbahnöle werden z. B. auch als Sägegatteröle eingesetzt. Die Gleitbahnöle werden thermisch gering beansprucht.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.

### 1.12 Prozessöle

Prozessöle, teilweise auch als Verarbeitungsöle oder Fabrikationsöle bezeichnet, sind ein komplexes Gemisch von Kohlenwasserstoffen und werden in verschiedenen Anwendungsbereichen als Rohstoff eingesetzt.

Eine Definition lautet: Prozessöle sind Mineralölprodukte des Schmierölbereiches, die bei der Herstellung eines Erzeugnisses eingesetzt werden und zu mehr als 80 % als Komponente im Fertigprodukt, das kein Mineralölprodukt ist, verbleiben.

#### 1.12.1 Mineralöl als Weichmacher in verschiedenen Polymeren

Mineralöle werden bei der Herstellung unterschiedlicher Polymere verwendet. Nähere Erkenntnisse liegen nur zum Einsatz von Mineralölen in Kautschukmischungen vor.

##### **Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.12.1**

*In den Jahren 2003 bis 2011 wurden im MGU 15 personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 1,35 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 15,1 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.*

Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.

### 1.13 Druckfarben

Druckfarben für den Offsetdruck enthalten bis zu 30 % schwer flüchtige Verdüner. Hierbei handelt es sich um gereinigte pflanzliche Öle oder Mineralöle mit einem Siedebereich von > 260 °C und einem Dampfdruck von < 10 Pa (20 °C). Im Zeitungsdruck sind auch höhere Mineralölgehalte möglich. Diese Verdünnungsmittel ermöglichen das Verarbeiten der Farben in der Druckmaschine. Nach dem Drucken werden die Öle vom Papier aufgenommen (wegschlagen) oder härten durch Reaktion mit Luftsauerstoff im Druckfarbenfilm aus (oxidative Trocknung). Eine Verdunstung findet nahezu nicht statt.

##### **Bemerkung:**

*Im Offsetdruck sind bei der Berechnung der Luftgrenzwerte nach der RCP-Methode die gleichzeitige Verwendung von Gummiluch- und Walzenwaschmitteln auf Kohlenwasserstoffbasis sowie Sonderreiniger zu beachten.*

Druckfarben für den Siebdruck enthalten häufig neben anderen Lösemitteln auch additivfreie mineralölhaltige Lösemittel mit Kohlenwasserstoffen nach RCP (vergleiche TRGS 900). Druckfarben für den Verpackungstiefdruck und den Flexodruck enthalten ebenso wie Digitaldruckfarben (Inkjet) im Regelfall keine mineralölhaltigen Lösemittel.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe B.

## 1.14 Trennmittel

Trennmittel werden zum Formentrennen, in der Beton, Asphalt und Bitumen verarbeitenden Industrie eingesetzt, wobei vorwiegend nichtwassermischbare und untergeordnet wassergemischte Zubereitungen zur Anwendung kommen. Als Basisflüssigkeiten werden vorwiegend Mineral- und Esteröle eingesetzt. Deren Flammpunkte liegen meist über 100 °C. Es sind Additive zugemischt, die den Korrosionsschutz, das Haft-, Spül- und Emulgiervermögen verbessern. Weiterhin werden zum Teil auch Lösemittel auf der Basis von Kohlenwasserstoffen mit Flammpunkt kleiner 100 °C zugesetzt, um eine optimale Filmbildung auf der Formoberfläche zu erzielen.

Die Verwendung von Trennmitteln erfolgt vorwiegend in offenen Systemen, wobei die Exposition beim Einsatz auftritt und die Hauptbelastung durch Inhalation der Sprühnebel und Hautkontakt gegeben ist.

Bei Auftragsverfahren ohne Aerosolbildung ist beim Einsatz von Produkten mit einem Flammpunkt größer 100 °C die inhalative Belastung gering.

### 1.14.1 Formtrennmittel im Bausektor

Überwiegend kommen in diesem Bereich Trennmittel (Schalöl) mit einem Flammpunkt größer 100 °C zum Einsatz, die in der Regel im Sprühverfahren aufgetragen werden. Bei diesen kurzfristigen Tätigkeiten ist wegen der hohen Aerosolbelastung Atemschutz (partikelfilternde Halbmasken FFP2) zu tragen.

#### **Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.14.1**

*In den Jahren 2003 bis 2011 wurden im MGU zwölf personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 4,3 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 72,3 mg/m<sup>3</sup>. Die Daten stammen überwiegend von Messungen aus dem Baustellenbereich (Ortbeton) und nur wenige aus den Fertigteilverken. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.*

*Bei Einsatz mit anderen Aufgabetechniken oder von wassergemischten Trennmitteln wurden keine Messungen durchgeführt.*

- Nichtwassermischbare Trennmittel  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe B
- Wassergemischte Trennmittel, Sprühverfahren  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe B
- Wassergemischte Trennmittel im Übrigen  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.

### 1.14.2 Formtrennmittel beim Gießen im Metallbereich

Im Metallbereich werden Trennmittel als Formtrennstoffe

in Druckgießverfahren von Aluminium-, Magnesium- und Zinklegierungen eingesetzt und haben die Aufgabe, Entformungsschwierigkeiten im Prozess zu verhindern. Es werden nichtwassermischbare und wassergemischte Trennmittel eingesetzt, wobei die Verwendung von graphitierten Mineralölen eine untergeordnete Rolle spielt.

Als Basisflüssigkeit der wassermischbaren Trennmittel werden vorzugsweise Polyethylenwachse und Silikonöle eingesetzt. Im Weiteren gleicht der Aufbau den wassermischbaren Kühlschmierstoffen.

Beim Aluminiumkokillen- und -stranggießen werden vorzugsweise nichtwassermischbare Trennmittel auf der Basis von Mineralölen sowie natürlichen oder synthetischen Estern eingesetzt, deren Flammpunkt über 200 °C liegt. Das Aufbringen des Trennmittels erfolgt unter Druck durch Öffnungen in der Kokille. Beim Aluminiumstrangguss treten Temperaturen bis ca. 700 °C auf.

Beim Kokillenguss von Eisen- und Kupferlegierungen werden in Analogie zu den Schmierstoffen zum Schmieden von Eisen- und Kupferwerkstoffen bevorzugt wassergemischte, feststoffhaltige und -freie Trennmittel eingesetzt.

Beim Aluminiumkokillen- und -stranggießen wird häufig in offene Formen gesprüht, wobei die Freisetzung von Trennmitteln und deren Zersetzungsprodukten durch die Steuerung des Prozesses minimiert wird.

Beim Kokillenguss von Eisen- und Kupferlegierungen werden Trennmittel überwiegend gesprüht. Die Aufbringung erfolgt weitgehend automatisch in geschlossener Umgebung oder unter Absaugung, sodass die Exposition als gering zu bewerten ist.

#### **Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.14.2**

*Nichtwassermischbare Trennmittel, die versprüht werden*  
*In den Jahren 2009 bis 2011 wurden zwölf personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 4,9 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 107 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.*

#### **Wassergemischte Trennmittel, die versprüht werden**

*In den Jahren 2009 bis 2011 wurden 18 personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 2,7 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 7,9 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.*

- Nichtwassermischbare Trennmittel, Sprühverfahren  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe A
- Nichtwassermischbare Trennmittel, im Übrigen  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe B
- Wassergemischte Trennmittel, Sprühverfahren  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.

### 1.14.3 Formtrennmittel in der Kunststoffverarbeitung

#### **Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.14.3**

*Nichtwassermischbare Trennmittel, die versprüht werden*  
In den Jahren 2000 bis 2008 wurden elf personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 25,8 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 91,6 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.

#### **Wassergemischte Trennmittel**

*In den Jahren 2003 bis 2011 wurden 15 personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 5,3 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 28,5 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.*

- Nichtwassermischbare Trennmittel, Sprühverfahren  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe A
- Nichtwassermischbare Trennmittel, im Übrigen  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe C
- Wassergemischte Trennmittel  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.

### 1.14.4 Formtrennmittel in der Glasbearbeitung

#### **Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.14.4**

*In den Jahren 2000 bis 2008 wurden zwei personenbezogene Messungen vorgenommen. Die Messwerte lagen bei 1,3 mg/m<sup>3</sup> und 2,2 mg/m<sup>3</sup>.*

*Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.*

### 1.15 Staubbindemittel

Bei der Produktion von Dämmstoffen aus künstlichen Mineralfasern werden als Staubbindemittel verschiedene Öle eingesetzt. Im Endprodukt sind zwischen 0,3 und 0,8 Massenprozent dieser Kohlenwasserstoffe enthalten. Es handelt sich um mineralöhlhaltige wassergemischte Zubereitungen, die in geschlossenen Systemen eingesetzt werden.

*In Steinbrüchen und Untertage werden keine KKG als Staubbindemittel eingesetzt.*

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand kann die Verwendung von Staubbindemitteln bei der Herstellung von Dämmstoffen aus künstlichen Mineralfasern aus arbeitshygienischer Sicht als weitgehend unkritisch angesehen werden.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.

### 1.16 Korrosionsschutzflüssigkeiten

Korrosionsschutzflüssigkeiten werden zur Verhinderung der Korrosion von Metallteilen in vielen Industriebereichen eingesetzt (Metallindustrie, Elektroindustrie, Fahrzeug- und Maschinenbau usw.) Die Flammpunkte liegen zwischen 21 und 150 °C, die Viskositäten liegen zwischen 4,8 und 68 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C.

Die Zusammensetzung von Korrosionsschutzflüssigkeiten kann sehr unterschiedlich sein. Sie ist abhängig von der Dauer, für die der Korrosionsschutz gewährleistet werden soll und von speziellen Anwendungen (Dampfphasen-Korrosionsinhibitoren (VCI) für Lagerung und Transport).

Als mögliche Inhaltsstoffe sind u. a. sekundäre Amine (z. B. Morpholin, Diethanolamin, Dicyclohexylamin), Nitrite und als verfahrensbedingt entstehende Gefahrstoffe entsprechende Nitrosamine in Betracht zu ziehen.

#### 1.16.1 Nichtwassermischbare lösemittelhaltige Korrosionsschutzflüssigkeiten

Nichtwassermischbare lösemittelhaltige Korrosionsschutzflüssigkeiten enthalten neben flüchtigen kohlenwasserstoffhaltigen Lösemitteln (z. B. Testbenzine, Isoparaffine), je nach Anforderungen an den Korrosionsschutz, zwischen 3 und 50 % filmbildende Additive bzw. mittel- bis hochviskose Mineralöle oder synthetische Flüssigkeiten. Diese Korrosionsschutzflüssigkeiten werden im Tauch- und Sprühverfahren sowie durch Streichen und Walzen aufgetragen.

Beim Tauchen in offenen Bädern sowie beim Streichen, Pinseln oder Walzen besteht die Möglichkeit einer arbeitshygienisch relevanten Exposition gegenüber leicht flüchtigen Bestandteilen der Gruppe der nichtwassermischbaren lösemittelhaltigen Korrosionsschutzflüssigkeiten.

Beim Sprühverfahren besteht Exposition gegenüber allen Inhaltsstoffen der Korrosionsschutzflüssigkeiten in Form von Aerosolen und Dämpfen. Es ist daher zunächst zu prüfen, ob emissionsärmere Verfahren eingesetzt werden können. Wenn dies nicht möglich ist, sind geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

#### **Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.16.1**

#### **Nichtwassermischbare lösemittelhaltige Korrosionsschutzflüssigkeiten, im Übrigen**

*In den Jahren 2009 bis 2011 wurden 23 personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 22,5 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 210 mg/m<sup>3</sup>.*

Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.

- Geschlossene Behandlungs- und Abdunststrecke  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe C
- Im Übrigen  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe A.

### 1.16.2 Nichtwassermischbare lösemittelfreie Korrosionsschutzflüssigkeiten

Nichtwassermischbare lösemittelfreie Korrosionsschutzflüssigkeiten bestehen aus Film bildenden mittel- bis hochviskosen Mineralöl- oder Syntheseflüssigkeiten und Additiven. In diese Gruppe gehören auch die sogenannten Post- oder Prelubes. Die Viskositäten liegen unter 15 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C (Prelubes bis 80 mm<sup>2</sup>/s), die Flammpunkte oberhalb von 115 °C. Diese Korrosionsschutzflüssigkeiten werden mittels Tauchen, Sprühen (auch elektrostatisch), Streichen und Walzen aufgetragen.

Beim Sprühverfahren besteht Exposition gegenüber allen Inhaltsstoffen der Korrosionsschutzflüssigkeiten in Form von Aerosolen und Dämpfen. Es ist daher zunächst zu prüfen, ob emissionsärmere Verfahren eingesetzt werden können. Wenn dies nicht möglich ist, sind geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

#### Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.16.2

##### Nichtwassermischbare lösemittelfreie Korrosionsschutzflüssigkeiten, Verfahren mit Aerosolbildung

In den Jahren 2003 bis 2011 wurden 30 personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 5,5 mg/m<sup>3</sup> und das 90-Perzentil bei 19,8 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.

##### Nichtwassermischbare lösemittelfreie Korrosionsschutzflüssigkeiten, im Übrigen

In den Jahren 2003 bis 2011 wurden 31 personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 3,1 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 54,7 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.

Gruppeneinteilung:

- In geschlossenen Anlagen  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe C
- Im Übrigen  
Emissionsgruppe: KKG Gruppe B.

### 1.16.3 Wassergemischte Korrosionsschutzflüssigkeiten

Wassergemischte Korrosionsschutzflüssigkeiten enthalten neben Mineralöl- oder Syntheseöl noch Korrosionsschutzadditive, Emulgatoren und Netzmittel. Sie sind in ihrer Zusammensetzung den wassermischbaren bzw. wassergemischten Kühlschmierstoffen ähnlich und werden als 2 bis 20-%ige Emulsion angesetzt. Diese

Korrosionsschutzflüssigkeiten werden durch Tauchen oder Sprühen aufgebracht.

Nicht unter den Regelungsbereich fallen mineralölfreie wasserlösliche Druckflüssigkeiten mit Korrosionsschutzeigenschaften.

Beim Sprühverfahren besteht Exposition gegenüber allen Inhaltsstoffen der Korrosionsschutzflüssigkeiten in Form von Aerosolen und Dämpfen. Es ist daher zunächst zu prüfen, ob emissionsärmere Verfahren eingesetzt werden können. Wenn dies nicht möglich ist, sind geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

#### Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.16.3

##### Wassergemischte Korrosionsschutzflüssigkeiten, Verfahren mit Aerosolbildung

In den Jahren 2003 bis 2011 wurden 31 personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 2,65 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 12,7 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.

Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.

## 1.17 Dielektrika

Beim Funkenerodieren werden als Dielektrika sowohl deionisiertes Wasser als auch gering oder nicht additivierte Gemische, überwiegend aus aliphatischen Kohlenwasserstoffen mit geringem Aromatenanteil, eingesetzt.

Bei der überwiegenden Mehrheit der auf dem europäischen und US-amerikanischen Markt vertriebenen Dielektrika handelt es sich um niedrigviskose Kohlenwasserstoffgemische, die keine Additive oder nur Spuren von Antioxidantien enthalten.

Bei Dielektrika, die mehr als 1% Additive enthalten, werden in der Regel niedrigviskose, paraffinische Mineralöle von ca. 2 bis 6 mm<sup>2</sup>/s bei 20 °C mit Flammpunkten zwischen 70 und 130 °C verwendet.

Üblicherweise werden offene oder halboffene Bäder mit einer Absaugung an der Entstehungsstelle verwendet. Erhöhte Expositionen sind bei Schruppvorgängen sowie beim Entfernen der Absaugeinrichtungen zum Ein- und Ausspannen der Teile zu erwarten.

Stationäre Messungen im Bereich der Maschinen zeigen bei sogenannten Schlichtvorgängen Messwerte im Bereich der Nachweisgrenze. Nur bei sogenannten Schruppvorgängen (höhere Entladungsenergie) konnten direkt oberhalb in ca. 5 bis 20 cm Abstand zur



Badoberfläche des Dielektrikums deutlich nachweisbare Emissionen ermittelt werden. Die Auswirkungen dieser Emissionen auf die Belastungssituation der Beschäftigten zeigen die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse:

**Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.17**

*In den Jahren 2009 bis 2011 wurden 43 personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 12,4 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 107 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.*

*Emissionsgruppe: KKG Gruppe A.*

## 1.18 Reiniger

Es ist sinnvoll, Reiniger aufgrund der unterschiedlichen Anwendungstechnik und der sich daraus ergebenden Anforderungen zum Arbeitsschutz in nichtwassermischbare und wassergemischte Reiniger zu unterscheiden.

### 1.18.1 Nichtwassermischbare Reiniger

Nur Reiniger auf der Basis kohlenwasserstoffhaltiger Lösemittel mit mehr als 1% Additivanteil fallen unter diese Gruppe. Reiniger auf der Basis anderer organischer Lösemittel (z. B. Alkohole) werden nur zu Spezialzwecken (z. B. in der Elektroindustrie) eingesetzt. Für organische Lösemittel existieren z. T. bereits Luftgrenzwerte, die eingehalten werden müssen.

Die Reiniger werden in der Regel im Tauch- oder im Sprühverfahren in geschlossenen Systemen aufgebracht.

*Die Verwendung halogenhaltiger Lösemittel ist entweder verboten oder anderweitig geregelt.*

### 1.18.2 Kaltreiniger, selbst spaltend

Die Anwendung der Reiniger kann in sehr unterschiedlicher Weise erfolgen. Sie reicht von der Reinigung einzelner Teile in kleinen Tauchbädern, Pinselwaschtischen bis zur Entfettung von Fahrzeugkarosserien oder der Entwachsung von Kraftfahrzeugen in Großanlagen und durch Versprühen unter Hochdruck.

Eine Ausnahme bildet die Gruppe der selbst spaltenden Kaltreiniger, die teilweise offen unter Hochdruck direkt auf das zu reinigende Teil, z. B. bei der Motorwäsche, gesprüht werden, wobei Aerosole entstehen.

Expositionsbestimmend sind die Kohlenwasserstoffe, da der Additivanteil maximal 0,2% beträgt. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass es sich hier meistens um Tätigkeiten handelt, die nicht über einen längeren

Zeitraum durchgeführt werden.

Im Kfz-Handwerk werden solche Reiniger auch in Verbindung mit Heißdampf Hochdruckreinigern eingesetzt. Dabei ist eine Exposition sowohl über das Aerosol als auch den Dampf möglich. In größeren Einheiten gibt es speziell eingerichtete Waschplätze. Damit die Funktion von Ölabscheidern nicht außer Kraft gesetzt wird, werden häufig demulgierende Emulsionen verwendet.

**Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.18.1 und 1.18.2**

*In den Jahren 2009 bis 2011 wurden 33 personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 33,5 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 218 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.*

*Emissionsgruppe: KKG Gruppe A.*

### 1.18.3 Wassergemischte Reiniger

Es handelt sich in der Regel um alkalische Zubereitungen, die als Korrosionsschutzkomponente Kohlenwasserstoffe enthalten.

*Wasserlösliche Reiniger kommen als alkalische, neutrale oder saure Reiniger zur Anwendung. Diese Reiniger enthalten keine Kohlenwasserstoffe.*

Der eigentliche Reinigungsvorgang wird in der industriellen Produktion nahezu ausschließlich in geschlossenen Anlagen durchgeführt. Das erwärmte Reinigungsmittel wird darin durch Sprühen, Tauchen, Fluten oder Hochdruckstrahlen einmal oder mehrfach aufgebracht. Eine Exposition an der Abdunststrecke ist möglich, wenn Teile die Reinigungsanlage nicht vollständig trocken verlassen (Sacklöcher).

**Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.18.3**

*In den Jahren 2000 bis 2008 wurden fünf personenbezogene Messungen vorgenommen. Die Messwerte lagen in einem Bereich von 0,5 mg/m<sup>3</sup> bis 81,2 mg/m<sup>3</sup>.*

*Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.*

## 1.19 Härteöle

Härteöle werden zur Abkühlung von erwärmtem Stahl eingesetzt, um ein definiertes Gefüge zu erzielen. Die auf ca. 1000 °C erwärmten Werkstücke werden in geschlossenen oder offenen Anlagen in das Ölbad getaucht, das selbst eine Temperatur von 80 bis 220 °C hat. Durch die Wärmeeinwirkung in der Grenzschicht Öl/Werkstück kommt es dort zu thermischen Zersetzungs Vorgängen. Es werden Mineralöle mit Viskositäten

zwischen 10 und 30 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C (Anlass-, Warmbadöle) eingesetzt. Zunehmend werden Hydrocracköle mit einer Viskosität von ca. 30 mm<sup>2</sup>/s verwendet.

*Bemerkung zur Toxikologie/Arbeitsmedizin: Die bei der arbeitsmedizinisch-toxikologischen Beurteilung führende Gruppe von entstehenden Luftinhaltsstoffen ist nicht die der Kohlenwasserstoffe, sondern die der beim Prozess entstehenden Crackprodukte. Zurzeit wird dafür Kohlenmonoxid als Leitkomponente verwendet.*

In der Umgebung von Härtebädern kommt es zu einer Exposition gegenüber Crackprodukten wie Kohlenmonoxid und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK). Für Kohlenmonoxid zeigen Ergebnisse aus Anlagen mit Dauerüberwachung, dass Überschreitungen mit nachfolgendem Alarm regelmäßig vorkommen. An solchen Anlagen ist die Konzentration von Kohlenmonoxid in der Luft im Sinne einer Leitmesskomponente gefährdungsbestimmend.

Aktuelle Analysen auf PAK haben gezeigt, dass bei Verwendung moderner Härteöle eine Gefährdung ausgeschlossen werden kann. Die Kennzeichnungsgrenze von 50 mg Benzo[a]pyren/kg (TRGS 905 Nummer 4) wird nicht erreicht. Bei Anlagen mit langer Standzeit und geringer Austauschrate empfehlen sich Arbeitsstoffanalysen und gegebenenfalls Luftmessungen auf PAK (Leitkomponente Benzo[a]pyren).

Weiterhin wird in Härtereien die Raumluftkonzentration von Kohlenmonoxid zum Teil kontinuierlich überwacht. Vereinzelt liegen Messergebnisse für PAK und Kohlenwasserstoffe unterhalb der Bestimmungsgrenze vor.

#### **Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.19**

*In den Jahren 2009 bis 2011 wurden 16 personenbezogene Messungen vorgenommen. Das 50-Perzentil der Luftbelastung lag bei 1,2 mg/m<sup>3</sup> und das 95-Perzentil bei 17,2 mg/m<sup>3</sup>. Weitere Daten sind der Tabelle in Anhang 4 zu entnehmen.*

*Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.*

Die Herstellung erfolgt in der Regel in geschlossenen Systemen (In-Line Blending) bzw. in abgedeckten Tanks oder Rührkesseln.

Für die Betrachtung der Emissionen ist darüber hinaus die Temperatur von Bedeutung. Drei Temperaturbereiche lassen sich charakterisieren: < 30 °C, 30 bis 60 °C und > 60 °C.

#### **Informationen zur Luftbelastung bei Anwendungen nach Anhang 1.20**

*In den Jahren 2000 bis 2011 wurden vier personenbezogene Messungen vorgenommen. Die Messwerte lagen in einem Bereich von 1,4 mg/m<sup>3</sup> bis 5 mg/m<sup>3</sup>.*

*Emissionsgruppe: KKG Gruppe C.*

## **1.20 Herstellung von Kohlenwasserstoffgemischen**

Die Herstellungsmethoden sind unterschiedlich, was allgemeingültige Aussagen über entstehende Emissionen erschwert. Generell kann davon ausgegangen werden, dass aus Gründen der Wirtschaftlichkeit möglichst bei Raumtemperatur produziert wird. Andererseits kann die schlechte Löslichkeit bestimmter Additive eine deutlich erhöhte Temperatur erfordern.

# Anhang 2

## Abgestuftes Konzept zur Beurteilung von Arbeitsbereichen bei Tätigkeiten mit KKG

Für die Ermittlung und Beurteilung von Ausmaß und Dauer der inhalativen Exposition bei Tätigkeiten mit KKG ist die TRGS 402 (Ausgabe 6/2008) heranzuziehen. Im Nachfolgenden wird auf die Besonderheiten bei Tätigkeiten mit diesen Stoffgemischen hinsichtlich der Befundunsicherheit gemäß Abschnitt 2.10 der TRGS 402 eingegangen. Da KKG keinen verbindlichen Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) haben, kann die Beurteilung z. B. anhand des Standes der Technik (vergleiche Abschnitt 5.3 der TRGS 402 und Abschnitt 4.3 dieser Information) erfolgen. Bei Bedarf ist eine Wirksamkeitskontrolle notwendig, um den Erfolg der Maßnahme zu dokumentieren (vergleiche Anhang 3).

Für alle Tätigkeiten mit KKG sind zunächst die Basismaßnahmen gemäß Abschnitt 3.2 umzusetzen. Abhängig von der Tätigkeit und den technischen Randbedingungen (z. B. der technischen Lüftung) kann die Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen gemäß TRGS 400 nach folgenden Stufen abgeschlossen werden:

### Umsetzung der Basismaßnahmen

#### **Stufe 1 Umsetzung der Basismaßnahmen ohne Wirksamkeitskontrolle**

Erfüllt die Tätigkeit folgende Kriterien, so kann mit Umsetzung der Basismaßnahmen davon ausgegangen werden, dass der Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ auch ohne Wirksamkeitskontrolle lauten kann (vergleiche Abschnitt 5.1 (2) TRGS 402). Dies würde zutreffen bei Anwendungen in geschlossenen Systemen oder bei Anwendungen ohne Aerosolbildung unter Verwendung von Kohlenwasserstoffgemischen mit sehr niedrigem Verdampfungsverlust (hoher Siedepunkt):

- z. B. Einsatz von Hydraulik-, Getriebe-, Isolierölen oder Schmierfetten.

#### **Stufe 2 Umsetzung der Basismaßnahmen mit Wirksamkeitskontrolle**

Kann nach Umsetzung der Basismaßnahmen nicht abschließend davon ausgegangen werden, dass der Befund auch ohne Wirksamkeitskontrolle „Schutzmaßnahmen ausreichend“ lauten kann (vergleiche Abschnitt 5.1 (2) TRGS 402), so hat eine Wirksamkeitskontrolle zu erfolgen. Abweichend von den o. g. Verfahren würde dies auf Anwendungen mit geringer Aerosolbildung und mit Kohlenwasserstoffgemischen mit geringem Verdampfungsverlust (hoher Siedepunkt) in geschlossenen Hallen wie z. B.

- Verlustschmierung mit Gleit- und Bettbahnöl,
- Auftragen von Trennmitteln mittels Pinseln oder beim
- Einsatz von Druckluftgeräteölen zutreffen.

Darüber hinaus zählen Verfahren mit Aerosolbildung in offenen Hallen wie z. B. der

- Trennmittelauftrag bei der Herstellung von Betonfertigteilen zu diesen Anwendungen.

Hat die Wirksamkeitskontrolle den Befund „Schutzmaßnahmen nicht ausreichend“ ergeben, sind technische Schutzmaßnahmen erforderlich.

#### **Schutzziel nur unter Einsatz von technischen Schutzmaßnahmen zu erreichen**

Bei zahlreichen Anwendungen kann davon ausgegangen werden, dass die alleinige Umsetzung der Basismaßnahmen nicht ausreicht, um den Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ zu erhalten. Zu diesen gehören z. B. Anwendungen mit Aerosolbildung und/oder der Einsatz von Kohlenwasserstoffgemischen mit Verdampfungsverlust. Dazu zählen

- der Einsatz nichtwassermischbarer Trennmittel bei der Kunststoffverarbeitung,
- offene Anwendungen beim Einsatz von nichtwassermischbaren Korrosionsschutzflüssigkeiten oder
- der Einsatz wassergemischter Trennmittel im Sprühverfahren.

Je nach den individuellen Randbedingungen kann die Durchführung technischer Maßnahmen in verschiedenen Stufen durchgeführt werden.

#### **Stufe 3 Umsetzung der Basismaßnahmen und einfache technische Schutzmaßnahmen**

Unter bestimmten Voraussetzungen kann es ausreichen, die Ausbreitung von Aerosolen z. B. durch Einhausungen zu verhindern. Weitere Randbedingungen, die erfüllt sein müssen, wären in diesem Fall eine ausreichende natürliche Lüftung durch Fenster, Tore und Dachreiter. Folgende Kriterien können für diese Verfahren angewendet werden:

- Das eingesetzte Kohlenwasserstoffgemisch hat einen geringen Verdampfungsverlust
- druckloser Auftrag des Kohlenwasserstoffgemisches
- große Öffnungsflächen zur Unterstützung der natürlichen Lüftung (z. B. halboffene Hallen im Betonfertigbau).

Nach Durchführung der Maßnahmen hat eine Wirksamkeitskontrolle zu erfolgen. Ergibt diese den Befund „Schutzmaßnahmen nicht ausreichend“, sind weitere Maßnahmen erforderlich.

#### **Stufe 4 Umsetzung der Basismaßnahmen und weiterführende technische Schutzmaßnahmen – Prozesslufttechnische Maßnahmen**

Als weitere Maßnahmen eignen sich prozesslufttechnische Maßnahmen, die sich auf die Absaugung von Maschinen und Nebenaggregaten beziehen. Die Auslegung der Erfassung bzw. Absaugung ist dem jeweiligen Anwendungsfall anzupassen. Hinweise enthält die Richtlinie VDI 2262 Blatt 4 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Erfassen luftfremder Stoffe“ sowie die Richtlinie VDI 3802 Blatt 2 „Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten – Absaugung luftfremder Stoffe an materialabtragenden Werkzeugmaschinen“. Die abgesaugte Luft ist in jedem Fall als Fortluft (unter Berücksichtigung der BImSchV) nach außen abzuführen. Kriterien für den Einsatz derartiger Maßnahmen sind z. B.

- das eingesetzte Kohlenwasserstoffgemisch hat einen nicht zu vernachlässigenden Verdampfungsverlust  
oder
- der Auftrag des Kohlenwasserstoffgemisches erfolgt mit Aerosolbildung.

Wird eine Luftrückführung aufgrund der Randbedingung (z. B. Verfahren mit mäßiger Emission) in Erwägung gezogen, so sind die Bedingungen der Richtlinie VDI 2262 Blatt 3 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Lufttechnische Maßnahmen“ in vollem Umfang anzuwenden.

Nach Durchführung der prozesslufttechnischen Maßnahmen hat eine Wirksamkeitskontrolle zu erfolgen, hat diese den Befund „Schutzmaßnahmen nicht ausreichend“ ergeben, sind in der Regel zusätzlich hallenlufttechnische Maßnahmen erforderlich.

#### **Stufe 5 Umsetzung der Basismaßnahmen und weiterführende technische Schutzmaßnahmen – hallenlufttechnische Maßnahmen**

Die hallenlufttechnischen Maßnahmen sind gemäß der Richtlinie VDI 3802 Blatt 1 „Lüftungstechnische Maßnahmen in Industriebetrieben“ auszulegen. Wegen der Komplexität dieser Maßnahmen sollte die Planung der gesamten Lüftungstechnik (Hallenlüftung und Prozesslüftung) ein qualifiziertes Ingenieurbüro übernehmen, das durch Vorlegen von Referenzen belegen kann, dass es derartige Maßnahmen bereits erfolgreich umgesetzt hat.

Die Luftführung als Umluft hat sich beim Einsatz von Kohlenwasserstoffgemischen als nicht sinnvoll herausgestellt. Die Nutzung von regenerativen Wärmetauschern speziell vom Typ Wärmeräuder ist ebenfalls zu vermeiden.

Folgende Randparameter haben sich als günstig erwiesen:

- flächenbezogener Zuluftvolumenstrom von mindestens  $20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{h}$
- Zuluftdurchlässe möglichst im Bodenbereich mit Austrittsgeschwindigkeiten  $< 0,4 \text{ m/s}$
- Abluft im Deckenbereich.

Abschließend hat eine Wirksamkeitskontrolle zu erfolgen.

#### **Stufe 6 Umsetzung der Basismaßnahmen und Umsetzung der technischen Schutzmaßnahmen nach Abschnitt 3.3 dieser Information (Best Practice)**

Konnte mit den bisher beschriebenen Schutzmaßnahmen das Schutzziel nicht erreicht werden, so sind als technische Maßnahmen in vollem Umfang die in Abschnitt 3.3 dieser Information genannten Maßnahmen nach dem „Best Practice Modell“ durchzuführen.

Sind sämtliche Maßnahmen nach dem „Best Practice Modell“ durchgeführt, kann davon ausgegangen werden, dass der Stand der Technik eingehalten ist und der Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ lautet.

Eine weitere Wirksamkeitskontrolle ist nicht mehr notwendig.

# Anhang 3

## Messung und Messstrategie für KKG

### 1. Leitfaden zur Messung und messtechnischen Wirksamkeitskontrolle

Vor einer messtechnischen Bewertung sind zunächst die nach Anhang 2 empfohlenen Maßnahmen durchzuführen, die sicherstellen sollen, dass die technischen Randbedingungen den heute gängigen Möglichkeiten entsprechen, also den Stand der Technik darstellen. Die Messung sollte abschließend der Bestätigung dienen, dass die getroffenen Maßnahmen ausreichend sind.

Nach Ermittlung sämtlicher Randbedingungen ist festzulegen, welches Kohlenwasserstoffgemisch im Wesentlichen für die Emission verantwortlich und somit zu bewerten ist. Dabei sind sämtliche im Arbeitsbereich verwendeten Kohlenwasserstoffgemische zu berücksichtigen. Insbesondere leicht flüchtige Kohlenwasserstoffe, die unter den Geltungsbereich der Arbeitsplatzgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische – RCP nach TRGS 900 fallen, sind mit zu berücksichtigen. Auch komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische untereinander können die Messung stark beeinflussen. Ein in die Gruppe A eingestufte KKG beeinflusst das Messergebnis anderer KKG in etwa so wie ein Kohlenwasserstoffgemisch nach RCP.

In regelmäßigen Abständen ist zu prüfen, ob die in der Gefährdungsbeurteilung ermittelten Betriebsbedingungen noch gelten. Wird eine Änderung festgestellt und beeinflusst dies die Exposition wesentlich, ist eine erneute Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und der Stand der Technik durch abschließende Messungen abzusichern.

Das Messverfahren für sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische beruht auf der Messung der CH-Valenzschwingung und erfasst sämtliche organischen Moleküle, die derartige Molekülanteile aufweisen (z. B. Kohlenwasserstoffe (RCP), Lösemittel wie Aceton, Alkohole, Essigester). Messergebnisse ohne eine besonders sorgfältige Ermittlung von Fremdemissionen sind nicht zu bewerten. Allgemein lässt sich feststellen, dass sich Beeinflussungen umso stärker auswirken, je schwerer flüchtig das im Arbeitsbereich eingesetzte komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemisch ist.

Bei Messungen auf komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische ist grundsätzlich parallel zu der Probenahme auf das jeweilige Kohlenwasserstoffgemisch eine Probenahme auf leicht flüchtige Kohlenwasserstoffe und Lösemittel vorzunehmen. Dazu sind parallel das Messverfahren für sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische und das gaschromatographische Verfahren für die Kohlenwasserstoffgemische – RCP einzusetzen.

Für sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische ist bei Messwerten, die oberhalb des festgestellten Standes der Technik liegen (vergleiche Abschnitt 4.3) zu prüfen, ob bei der gaschromatographischen Auswertung der Aktivkohleröhrchen andere Emissionen festgestellt werden können.

Werden z. B. Lösemittel oder Kohlenwasserstoffe – RCP als Störkomponenten in nennenswertem Umfang (> 50 % des Standes der Technik bei den jeweiligen Kohlenwasserstoffgemischen) ermittelt, ist eine Bewertung für sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische nicht möglich. Diese zweite, parallel gezogene Probe bietet somit eine gute Sicherheit dafür, dass mögliche Beeinflussungen erkannt und ausgeschlossen werden können. Aus der Auswertung der Parallelprobe lässt sich in der Regel das emissionsbestimmende Kohlenwasserstoffgemisch ermitteln und bewerten.

Eine ausführliche Erläuterung zu dieser Problematik enthalten der BIA-Report 5/99 (Messen, Beurteilen und Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen) und das Online-Portal Kühlschmierstoffe (ESKA-Verlag), das gemeinsam von der Berufsgenossenschaft Holz und Metall, der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, dem Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) und Kühlschmierstoffherstellern zusammengestellt wurde.

### 2. Messverfahren

Die Messverfahren für KSS und sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische unterscheiden sich nur wenig. Bei beiden Verfahren wird die kohlenwasserstoffhaltige Luft mittels einer geeigneten Pumpe durch ein mit einem Glasfaserfilter und XAD-2-Adsorberharz bestücktes GGP-Probenahmesystem gesaugt. Das in der Luft enthaltene Aerosol des sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemisches wird vom Glasfaserfilter zurückgehalten, der Dampf wird am XAD-2 adsorbiert.

Das beaufschlagte Filter und das XAD-2 werden mit jeweils 10 mL Tetrachlorethen 16 h extrahiert. Das Adsorberharz wird durch Filtration vom Lösungsmittel getrennt. Die quantitative Auswertung erfolgt infrarotspektrometrisch mittels Kalibrierkurven. Als Vergleichsstandard wird das jeweils am Arbeitsplatz verwendete komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemisch zugrunde gelegt.

Eine detaillierte Methodenbeschreibung enthält die IFA-Arbeitsmappe (Kennzahl 7750/1).

### 3. Kenndaten des Verfahrens

Die Validierung der Methode wurde mit ausgewählten, repräsentativen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen der Gruppen A, B und C durchgeführt.

Messbereich in mg/m <sup>3</sup>	Erweiterte Messunsicherheit über das Gesamtverfahren nach EN 482		Verfahrensvariationskoeffizient der analytischen Methode in %	Wiederfindungs- rate in %	Lagerfähigkeit der Proben in Tagen
	Messbereich in mg/m <sup>3</sup>	U in %			
0,5 bis > 250	1	25,3	0,9 bis 4,1	100 bis 102	14
	10	22,4			
	20	22,3			
	40	21,2			
	100	20,8			

Tabelle 6: Kenndaten des Messverfahrens für KKG

# Anhang 4

## Messergebnisse von Messungen der Unfallversicherungsträger in Arbeitsbereichen mit Tätigkeiten mit KKG

Die Messwerte wurden im qualitätsgesicherten Messsystem der UV-Träger zur Gefährdungsermittlung (MGU) ermittelt, in der Expositionsdatenbank MEGA dokumentiert und im IFA ausgewertet. Für die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse wurden die Daten aus dem Zeitraum 2009 bis 2011 verwendet.

Bei einigen Anwendungen/Produktgruppen wurde in diesem Zeitraum eine nicht ausreichende Zahl an Messungen durchgeführt, für diese Anwendungen wurde der Datenzeitraum auf 2003 bis 2011 ausgedehnt. Diese Ergebnisse sind kursiv angezeigt.

Kapitel	Anwendungsbereich	Gruppe	Anzahl Messwerte	50-Perzentil in mg/m <sup>3</sup>	75-Perzentil in mg/m <sup>3</sup>	90-Perzentil in mg/m <sup>3</sup>	95-Perzentil in mg/m <sup>3</sup>
4.3	Sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische – Teil A	A	103	14,0	45,5	81,1	128
4.3	Sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische – Teil B	B	81	5,4	18,8	60,6	85,6
4.3	Sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische – Teil C	C	60	2,7	8,6	23	93
4.3	Sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische – Teil D	D	19	0,8	2,0	6,6	8,7
Anhang 1 1.1 - 1.3	Getriebeöle, Umlauföle, Motorenöle	<b>D</b>	19	0,8	2,0	6,6	8,7
1.2.1 - 1.2.3	Hydraulikflüssigkeiten: auf Mineralölbasis, schwer entflammbar (teilweise mineralölhaltig), Multifunktionsöle als Hydraulikflüssigkeiten						
1.3.1 - 1.3.3	Verdichteröle: Luftverdichteröle, Gasverdichteröle, Kältemaschinenöle						
1.4	Turbinenöle						
1.5	Isolieröle						
1.6	Wärmeträgeröle						
1.7	Absorptionsöle						
1.8	Schmierfette						
1.9.1 - 1.9.3	Spindelöle, Spezialmaschinenöle, Maschinenöle	B	31	5,4	12,8	23,5	52,5
1.9.4 - 1.9.5	Zylinderöle, Druckluftgeräteöle	C					
1.10	Kettensägeöle	C	0				
1.11	Gleitbahnöle	C	6				
1.12	Prozessöle	<b>C</b>	15	1,35	3,0	10,8	15,1
1.12.1	Mineralölweichmacher in Polymeren						
1.12.2	Fluxöle in Bitumenmischungen						
1.13	Druckfarben	B					
1.14.1	Formtrennmittel im Bausektor (Betonfertigteile, Ortbeton)	B	19	5,3	54,0	61,8	72,3
	• Nichtwassermischbare Trennmittel – Sprühverfahren	B					
	• Nichtwassermischbare Trennmittel – im Übrigen	B					
	• Wassergemischte Trennmittel – Sprühverfahren	C					
	• Wassergemischte Trennmittel – im Übrigen	C					

Kapitel	Anwendungsbereich	Gruppe	Anzahl Messwerte	50-Perzentil in mg/m <sup>3</sup>	75-Perzentil in mg/m <sup>3</sup>	90-Perzentil in mg/m <sup>3</sup>	95-Perzentil in mg/m <sup>3</sup>
1.14.2	Formtrennmittel beim Gießen im Metallbereich <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtwassermischbare Trennmittel – Sprühverfahren</li> <li>• Nichtwassermischbare Trennmittel – im Übrigen</li> <li>• Wassergemischte Trennmittel – Sprühverfahren</li> <li>• Wassergemischte Trennmittel – im Übrigen</li> </ul>	A	12	4,9	69,0	89,4	107
		B	4				
		C	18	2,7	5,4	7,4	7,9
		C					
1.14.3	Formtrennmittel in der Kunststoffverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtwassermischbare Trennmittel – Sprühverfahren</li> <li>• Nichtwassermischbare Trennmittel – im Übrigen</li> <li>• Wassergemischte Trennmittel</li> </ul>	A	11	25,8	43,7	64,3	91,6
		C	15	5,3	15	20,5	28,5
		C					
1.14.4	Formtrennmittel in der Glasbearbeitung	C					
1.15	Staubbindemittel	C	2				
1.16.1	Nichtwassermischbare lösemittelhaltige Korrosionsschutzflüssigkeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>• geschlossene Anlagen mit Abdunststrecke</li> <li>• im Übrigen</li> </ul>	C	1				
		A	23	22,5	77,8	154	210
1.16.2	Nichtwassermischbare lösemittelfreie Korrosionsschutzflüssigkeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren mit Aerosolbildung</li> <li>• Verfahren in geschlossenen Anlagen</li> <li>• im Übrigen</li> </ul>	B	30	5,5	10,1	19,8	42,6
		C					
		B	31	3,1	17,2	49,6	54,7
1.16.3	Wassergemischte Korrosionsschutzflüssigkeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren mit Aerosolbildung</li> <li>• im Übrigen</li> </ul>	C	31	2,65	7,0	9,5	12,7
1.17	Dielektrika <ul style="list-style-type: none"> <li>• in geschlossenen Anlagen</li> <li>• im Übrigen</li> </ul>	A					
			43	12,4	18,0	61,1	107
1.18.1, 1.18.2	Nichtwassermischbare Reiniger und Kaltreiniger selbst spaltend	A	33	33,5	60,0	175	218
1.18.3	Wassergemischte Reiniger	C	3				
1.19	Härteöle in offenen und geschlossenen Anlagen	C	16	1,2	2,1	7,4	17,2
1.20	Herstellung von komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen	C	4 <i>C<sub>min</sub> 1,4 mg/m<sup>3</sup></i> <i>C<sub>max</sub> 5 mg/m<sup>3</sup></i>				



# Anhang 5

## Weiterführende Literatur

Nachstehend sind folgende Bezugsquellen zusammengestellt:

### 1. Gesetze, Verordnungen

*Bezugsquelle:*

*Buchhandel und Internet: z. B. [www.baua.de](http://www.baua.de)*

Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere

- TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt: Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen“,
- TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“,
- TRGS 560 „Lufrückführung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben“,
- TRGS 615 „Verwendungsbeschränkungen für Korrosionsschutzmittel, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“,
- TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“,

Begründungen zu Arbeitsplatzgrenzwerten. Begründung zu Kohlenwasserstoffgemische in TRGS 900. Arbeitsplatzgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische Verwendung als Lösemittel (Lösemittelkohlenwasserstoffe), additivfrei (RCP-Methode),

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) 1907/2006, Abl. Amtsblatt der Europäischen Union L 353/1 vom 31.12.2008, einschließlich Anpassungsverordnungen.

### 2. Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

*Bezugsquelle:*

*Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)*

#### Regeln

„Sicherheitsregeln für Durchlauftrockner von Druck- und Papierverarbeitungsanlagen“  
(DGUV Regel 113-002, ehemals BGR 107),

„Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“  
(DGUV Regel 109-002, ehemals BGR 121),

„Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“  
(DGUV Regel 109-003, ehemals BGR/GUV-R 143),

„Benutzung von Schutzkleidung“  
(DGUV Regel 112-189/112-989, ehemals BGR/GUV-R 189),

„Benutzung von Atemschutzgeräten“  
(DGUV Regel 112-190, ehemals BGR/GUV-R 190),

„Benutzung von Fuß- und Knieschutz“  
(DGUV Regel 112-191/112-991, ehemals BGR/GUV-R 191),

„Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“  
(DGUV Regel 112-192/112-992, ehemals BGR/GUV-R 192),

„Benutzung von Schutzhandschuhen“  
(DGUV Regel 112-195/112-995, ehemals BGR/GUV-R 195).

#### Informationen

„Hautschutz in Metallbetrieben“  
(DGUV Information 209-022, ehemals BGI 658).

### 3. Normen/VDE-Bestimmungen

*Bezugsquelle:*

*Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin bzw.*

*VDE-Verlag, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin*

DIN EN 12 599: „Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen“,

DIN 51385 (E April 2008): „Schmierstoffe, Kühlschmierstoffe – Begriffe“,

DIN 51520/21: „Anforderungen an KSS“,

DIN 51581-1: „Prüfung von Mineralölerzeugnissen – Bestimmung des Verdampfungsverlustes – Teil 1: Verfahren nach Noack“,

DIN 51581-2: „Prüfung von Mineralölerzeugnissen – Bestimmung des Verdampfungsverlustes – Teil 2: Gaschromatographisches Verfahren“,

Richtlinie VDI 2071: „Wärmerückgewinnung in Raumlufttechnischen Anlagen“,

Richtlinie VDI 2262 Blatt 3: „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz, Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe, Lufttechnische Maßnahmen“,

Richtlinie VDI 2262 Blatt 4: „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz, Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Erfassen luftfremder Stoffe“,

Richtlinie VDI 3676: „Massenkraftabscheider“,

Richtlinie VDI 3677 Blatt 1: „Filternde Abscheider – Oberflächenfilter“,  
Richtlinie VDI 3677 Blatt 2: „Filternde Abscheider – Tiefenfilter aus Fasern“,  
Richtlinie VDI 3678 Blatt 2: „Elektrofilter – Prozess und Raumlufthereinigung“,  
Richtlinie VDI 3679 Blatt 1: „Naßabscheider für partikelförmige Stoffe“,  
Richtlinie VDI 3679 Blatt 2: „Naßabscheider – Abgasreinigung durch Absorption (Wäscher)“,  
Richtlinie VDI 3679 Blatt 3 (Entwurf): „Nassabscheider – Tropfenabscheider“,  
Richtlinie VDI 3802: „Raumluftheizungsanlagen für Fertigungsstätten“.

Breuer, D.; Gabriel, S.; von Hahn, N.; Range, D.: „Kühlschmierstoffe und sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische in Arbeitsbereichen“. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 66 (2006) Nr. 10, S. 399–405,  
BC/CEN/ENTR/000/2002-16 – Analytical methods for chemical agents – Final Report, Sankt Augustin, 27. Juni 2005,  
Datenbank „Gestis International Limit Values“, IFA, <http://www.dguv.de>, Webcode d6247.

#### 4. Sonstige Informationsquellen

*Bezugsquelle:*

[www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

Erich Schmidt Verlag, Genthiner Straße 30 G, 10785 Berlin

[www.ifa-arbeitsmappedital.de](http://www.ifa-arbeitsmappedital.de)

BIA-Report 7/96: „Kühlschmierstoffe“,

BIA-Report 5/99: „Messen, Beurteilen und Schutzmaßnahmen beim Umgang mit komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen“,

BGIA-Report 4/2004: „Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der spanenden Metallbearbeitung“,

„Kühlschmierstoffe und andere komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische“, KSS-Online-Portal, [www.kuehlschmierstoff.de/](http://www.kuehlschmierstoff.de/)

Kennzahl 7735: „Kohlenwasserstoffgemische – RCP“, IFA-Arbeitsmappe,

Kennzahl 7750: „Kühlschmierstoffe“, IFA Arbeitsmappe,

Kennzahl 7750/1: „Kühlschmierstoffe und sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische, nichtwasser-mischbar“, IFA-Arbeitsmappe,

Kennzahl 8610: „Sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische“, IFA Arbeitsmappe,

Nagel, D.; Stockmann, R.; Schaber, K: „Berechnung der Verdunstungseinflüsse auf die Aerosolmesstechnik bei der Bewertung von Kühlschmierstoffabscheidern“. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 67 (2007) Nr. 7/8, S. 297–303,

Bestellungen: Hauptverwaltung Köln  
www.bgetem.de, Webcode: 11205644  
Telefon: 02 21 / 37 78 - 10 20  
Telefax: 02 21 / 37 78 - 10 21  
E-Mail: versand@bgetem.de

**Berufsgenossenschaft  
Energie Textil Elektro  
Medienerzeugnisse**

Gustav-Heinemann-Ufer 130  
50968 Köln  
Tel.: 0221 3778-0  
Fax: 0221 3778-1199  
[www.bgetem.de](http://www.bgetem.de)  
Bestell-Nr. DGUV Information 213-726