

# Kühlschmierstoffe und sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische in Arbeitsbereichen

Ergebnisse eines Messprogramms zur Feststellung des Standes der Technik beim Einsatz kohlenwasserstoffhaltiger Gemische

D. Breuer, S. Gabriel, N. von Hahn, D. Range

**Zusammenfassung** Mit der neuen Gefahrstoffverordnung wurden Anfang 2005 alle Grenzwerte ausgesetzt, die nicht arbeitsmedizinisch-toxikologisch begründet sind, so auch die technisch abgeleiteten Luftgrenzwerte für Kühlschmierstoffe oder sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische (KKG). Bereits seit 2000 gibt es im Berufsgenossenschaftlichen Messsystem Gefahrstoffe eine für Kühlschmierstoffe und sonstige KKG abgestimmte Messstrategie mit der Zielsetzung, für die schwierige Bewertung dieser Arbeitsbereiche valide Daten zu erhalten. In den letzten fünf Jahren wurden ca. 7 000 Messungen von Kühlschmierstoffen und mehr als 500 von sonstigen KKG durchgeführt. Die Auswertung bestätigt, dass die Kühlschmierstoffemissionen bei ca. 75 % der Messungen unter einer Luftkonzentration von 10 mg/m<sup>3</sup> liegen. Für sonstige KKG war bei der Vielzahl der möglichen Anwendungen und 500 Einzelmessungen eine detaillierte Auswertung oft nicht möglich. Es stellt sich heraus, dass weitere Arbeitsbereiche existieren, in denen KKG eingesetzt werden. Die Aufstellung der Anwendungsbereiche und deren Zuordnung in eine der drei Emissionsgruppen wurden entsprechend aktualisiert. Für die Gruppe A wurde eine Luftkonzentration von 100 mg/m<sup>3</sup> und für die Gruppe B von 40 mg/m<sup>3</sup> meist unterschritten. In einigen Fällen wurde die Gruppenzuordnung geändert.

## Metal-working fluids and other complex hydrocarbon-containing mixtures in work areas – Results of a measurement programme to determine the state of the art for the use of hydrocarbon-containing mixtures

**Abstract** The new Ordinance on Hazardous Substances in 2005 suspended all the threshold values that were not justified in terms of toxicological occupational medicine, including the technically derived airborne threshold values for metal-working fluids (MWF) or other complex hydrocarbon-containing mixtures. Since as early as 2000, the BG measurement system for hazardous substances has included a measuring strategy tailored to MWF and other complex hydrocarbon-containing mixtures with the aim of obtaining valid data for the complicated assessment of these work areas. Over the last five years, around 7 000 measurements were conducted on MWF and over 500 on other complex hydrocarbon-containing mixtures. The evaluation confirms that the emissions for MWF are below an airborne concentration of 10 mg/m<sup>3</sup> for around 75 % of the measurements. With their variety of different applications for other complex hydrocarbon-containing mixtures a detailed evaluation was often not possible on the basis of 500 individual measurements. It was found that there are additional work areas where complex hydrocarbon-containing mixtures are used. The list of the areas of their application and their categorisation into one of the three emission groups was updated accordingly. Substances in Group A were mostly below an airborne concentration of 100 mg/m<sup>3</sup>, and those in Group B were mostly below 40 mg/m<sup>3</sup>. The substances' categorisation was also changed in several cases.

Dr. rer. nat. Dietmar Breuer, Stefan Gabriel,  
Dr. rer. nat. Nadja von Hahn, Doerthe Range,

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA,  
Sankt Augustin.

## 1 Einleitung

Kohlenwasserstoffhaltige Gemische werden in vielen Bereichen der industriellen Fertigung eingesetzt. Im Rahmen der technischen Prozesse erfüllen sie die unterschiedlichsten Aufgaben, z. B. als Schmiermittel (Kühlschmierstoffe, Schmieröle), Trennmittel, Lösungsmittel oder Prozessflüssigkeit (z. B. Dielektrikum). Der Anteil der Kohlenwasserstoffe im verwendeten Produkt kann dabei von wenigen bis nahezu einhundert Prozent reichen. Da die Gemische häufig komplexe Zusammensetzungen haben, war es bisher nicht möglich, arbeitsmedizinisch-toxikologisch begründete Luftgrenzwerte für kohlenwasserstoffhaltige Gemische aufzustellen. Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) hatte deshalb Mitte der 1990er Jahre ein Konzept zur Bewertung von kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen erarbeitet, das auf deren verschiedenen Einsatzbereichen beruhte. Die wichtigsten Anwendungsbereiche für Kohlenwasserstoffgemische wurden dabei in vier Gruppen zusammengefasst [1]:

Teil 1: MAK für Kühlschmierstoffdämpfe und -aerosole; wassermischbare und nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe mit einem Flammpunkt > 100 °C.

Teil 2: Luftgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische (in der Regel Verwendung als Lösemittel).

Teil 3: Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren.

Teil 4: Sonstige komplexe Kohlenwasserstoffgemische, die nicht den Teilen 1 bis 3 zuzuordnen sind, z. B. Dielektrika (beim Funkenerodieren), Trennmittel (beim Druckgießen, als Schalöle usw.), Härteöle, Kühlschmierstoffe mit Flammpunkt < 100 °C, usw.

Im Laufe der Jahre wurden für alle vier Gruppen Luftgrenzwerte erarbeitet. Während die Luftgrenzwerte für die Teile 1 und 4 auf dem Stand der Technik basierten, war es möglich, den Luftgrenzwert für Teil 2 aus den arbeitsmedizinisch-toxikologisch begründeten Luftgrenzwerten für Einzelstoffe abzuleiten.

Mit Änderung der Rechtslage in Deutschland durch Inkrafttreten der neuen Gefahrstoffverordnung [2] wurden Anfang 2005 alle Grenzwerte, die nicht arbeitsmedizinisch-toxikologisch begründet waren, ausgesetzt. In diesem Zusammenhang entfielen vorerst auch die Luftgrenzwerte für die komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemische (KKG), Teile 1 bis 4. Allerdings wurden die Kohlenwasserstoffgemische in die Bearbeitungsliste des AGS aufgenommen [3].

Eine mögliche Gefährdung der Beschäftigten durch Kühlschmierstoffe oder sonstige KKG kann in der Regel nicht durch Substitution beseitigt werden. Somit sind Arbeitsverfahren nach dem Stand der Technik anzuwenden [4]: *Der Stand der Technik ist der Entwicklungsstand, fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zum Schutz der Gesundheit*

und zur Sicherheit der Beschäftigten gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind [2].

Ein wesentlicher Aspekt bei der Bewertung des Standes der Technik ist die Feststellung der Exposition. Die Expositionen gegenüber Kühlschmierstoffen und sonstigen KKG wurden zuletzt im Rahmen der Erarbeitung der Luftgrenzwerte zusammengestellt (s. o.). Diese Datenkollektive sind zwar für sonstige KKG, Teil 4, noch relativ aktuell, jedoch unvollständig. Demgegenüber sind die Daten für Kühlschmierstoffe, Teil 1, zum Teil mehr als zehn Jahre alt und geben die Situation somit nicht mehr aktuell wieder.

Im Berufsgenossenschaftlichen Messsystem Gefahrstoffe (BGMG) wurde Anfang des Jahres 2000 eine neue Messstrategie für Kühlschmierstoffe und sonstige KKG eingeführt. Die wesentliche Neuerung dabei war, Querbeeinflussungen durch eine Parallelmessung von Kohlenwasserstoffen zu identifizieren [5]. Die Zuverlässigkeit der Messergebnisse wurde dadurch deutlich erhöht. Die Anzahl der Daten ist nach nunmehr fünf Jahren ausreichend groß, um eine fundierte Auswertung zur Ermittlung der Expositionssituation durchzuführen.

### 2 Das Berufsgenossenschaftliche Messsystem Gefahrstoffe und die Expositionsdatenbank MEGA

Das Berufsgenossenschaftliche Messsystem Gefahrstoffe (BGMG) ist ein Monitoringsystem zur Arbeitsplatzüberwachung und dient der Ermittlung und Dokumentation valider und bewertbarer Messdaten sowie der zugehörigen Betriebsdaten über Gefahrstoffexpositionen am Arbeitsplatz [6]. Es wird durch einen arbeitsteiligen Verbund aus dem Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz – BGIA und den Messtechnischen Diensten der gesetzlichen Unfallversicherungsträger getragen. Seine Aufgaben sind in § 19 SGB VII verankert. Gefahrstoffkonzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz werden in dem nach DIN EN ISO 9001:2000 qualitätsgesicherten Messsystem [7] durch standardisierte Probenahme- und Analysenverfahren ermittelt. Parallel zu den Messungen werden systematisch Betriebs- und Expositionsdaten erfasst, pro Probenträger bis zu 250 Einzelinformationen. Hierzu gehören u. a. die verschlüsselten Arbeitsbereiche, eingesetzte Produkte und deren Zuordnung zu Produktgruppen, die in dem für diesen Beitrag ausgewerteten Messprogramm eine wesentliche Rolle spielten. Die Dokumentation der Daten erfolgt in der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA „Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz“ [8], die seit 1972 geführt wird und mit Stand von Dezember 2005 1 629 000 Datensätze mit 760 unterschiedlichen Gefahrstoffen und 330 biologischen Arbeitsstoffen aus ca. 47 000 Betrieben enthält. Für statistische Auswertungen stehen 70 Selektionskriterien zur Expositionsabschätzung zur Verfügung.

### 3 Mess- und Beurteilungsstrategie im BGMG

Bei Kohlenwasserstoff- und kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen kann eine große Bandbreite verschiedener Inhaltsstoffe auftreten. Kohlenwasserstoffgemische der Teile 2 und 3 bestehen in der Regel aus leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffen. Somit ist bei der Probenahme eine Berücksichtigung

der Gas- bzw. Dampfphase ausreichend. Kühlschmierstoffe oder KKG der Teile 1 und 4 dagegen enthalten häufig auch schwer flüchtige Anteile, die in Arbeitsbereichen partikulär auftreten, so dass neben dem Dampf auch das Aerosol zu erfassen ist.

#### 3.1 Probenahme für Kühlschmierstoffe und sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische

Für die gleichzeitige Probenahme von Dämpfen und Aerosolen eignet sich das Probenahmesystem GGP (Gesamtstaub-Gas-Probenahme) des BGIA [9]. Die Filterkassette des GGP wird für die Probenahme der Aerosolanteile mit einem Glasfaserfilter bestückt, während die Dämpfe an XAD-2 adsorbiert werden. Der Volumenstrom beträgt 3,5 l/min. Die beaufschlagten Probenräucher werden mit Tetrachlorethen extrahiert, der Kohlenwasserstoffgehalt infrarotspektrometrisch analysiert und auf das jeweilige Kohlenwasserstoffgemisch bezogen beurteilt [10 bis 12].

Im Zusammenhang mit der Messung werden systematisch sämtliche Randbedingungen ermittelt und es wird festgelegt, welche Beurteilungsgrundlage zu wählen ist. Werden verschiedene Kohlenwasserstoffgemische parallel verwendet, kann das emissionsbestimmende Kohlenwasserstoffgemisch häufig nicht abschließend festgelegt werden. Bewertungen waren in der Vergangenheit nicht selten fehlerhaft, weil sie auf das falsche Kohlenwasserstoffgemisch bezogen wurden. Die Erfahrungen im BGMG haben gezeigt, dass eine messtechnische Prüfung sinnvoll ist, um diese Frage zu beantworten.

Aus diesem Grund wird im BGMG seit Anfang 2000 bei Messungen von Kühlschmierstoffen oder sonstigen KKG, deren Auswertungen mittels wenig spezifischer Summenbestimmung durch Infrarotspektrometrie erfolgen, grundsätzlich parallel zur Probenahme des Kohlenwasserstoffgemisches eine Probenahme mit einem Aktivkohleröhrchen auf leicht flüchtige Kohlenwasserstoffe und Lösungsmittel durchgeführt. Diese zweite Probe wird gaschromatografisch analysiert. Darüber hinaus werden die chromatografischen Arbeitsbedingungen so gewählt, dass langkettige Kohlenwasserstoffe bis hin zu C<sub>15</sub> identifiziert werden.

Mithilfe der Parallelproben gelingt es in der Regel, Störungen durch leichter flüchtige Kohlenwasserstoffe oder Lösungsmittel zu erkennen. Die Sicherheit der Aussagen von Messergebnissen in Arbeitsbereichen, in denen Kühlschmierstoffe bzw. sonstige KKG eingesetzt werden, wurde seitdem deutlich verbessert.

#### 3.2 Kühlschmierstoffe

Sollten auf dem Aktivkohleröhrchen keine Kohlenwasserstoffe oder Lösungsmittel nachgewiesen werden, kann eine Bewertung von Kühlschmierstoffen erfolgen. In der Regel werden jedoch, z. B. bedingt durch den Straßenverkehr, geringe ubiquitäre Mengen an Kohlenwasserstoffen gefunden. Von einer signifikanten Beeinflussung der Messung kann aber erst ausgegangen werden, wenn in der Summe mehr als 5 mg/m<sup>3</sup> Kohlenwasserstoffe nachgewiesen werden. Werden in der Probe mehr als 20 mg/m<sup>3</sup> Kohlenwasserstoffe bestimmt oder Lösungsmittel nachgewiesen, wird in der Berichterstattung automatisch die Bezeichnung „Kühlschmierstoff“ in „aliphatische Kohlenwasserstoffe“ geändert. Eine Beurteilung auf der Basis „Kühlschmierstoffe“ kann nicht mehr erfolgen.

Werden andererseits in der infrarotspektrometrisch untersuchten Kühlschmierstoffprobe Konzentrationen von  $> 10 \text{ mg/m}^3$  (Überschreitung des bisherigen Grenzwertes) ermittelt, erfolgt eine „manuelle“ Kontrolle der Parallelprobe (Aktivkohleröhrchen). Werden Beeinflussungen erkannt, wird die Bezeichnung manuell in „aliphatische Kohlenwasserstoffe“ geändert.

Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass bei Messergebnissen  $< 10 \text{ mg/m}^3$  nur selten signifikante Beeinflussungen festgestellt werden. Daher erfolgt in diesen Fällen keine zusätzliche „manuelle“ Kontrolle der Parallelprobe. Um eine Fehlertoleranz von 30 % einzuhalten, wird als Abbruchkriterium eine Konzentration von  $7 \text{ mg/m}^3$  gewählt. Dies entspricht nach DIN EN 482 [13] der maximalen Fehlergrenze, die Verfahren für die Messung von Gefahrstoffen in der Luft in Arbeitsbereichen aufweisen dürfen.

### 3.3 Sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische (KKG)

Die Vorgehensweise für sonstige KKG entspricht der für Kühlschmierstoffe. Es ist jedoch zu beachten, dass die im Teil 4 zusammengefassten Kohlenwasserstoffgemische eine viel größere Bandbreite von Kohlenwasserstoffen enthalten als Kühlschmierstoffe.

Bei leicht flüchtigen KKG, wie z. B. den Kühlschmierstoffen mit einem Flammpunkt  $< 100 \text{ °C}$ , müssen die leicht flüchtigen Komponenten des Gemisches in jedem Falle auch in den Parallelproben nachgewiesen werden. Hier dient die Kontrollprobe eher der Zuordnung zum Kohlenwasserstoffgemisch. Eine Änderung der Bewertungsgrundlage erfolgt

nur, wenn eindeutig kohlenwasserstofffremde Komponenten, z. B. Lösungsmittel, nachgewiesen wurden.

Bei weniger flüchtigen KKG können in der Parallelprobe, bei der die Auswertung bis hin zu einer Kohlenstoffzahl von 15 erfolgt, ebenfalls Kohlenwasserstoffkomponenten nachgewiesen werden. In jedem Einzelfall ist zu klären, ob eine Beeinflussung des Messergebnisses durch andere Stoffe vorliegt oder die nachgewiesenen Komponenten Bestandteile des komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemisches waren.

## 4 Ergebnisübersicht

In den Jahren 2000 bis 2005 wurden ca. 7 500 Messungen von Kühlschmierstoffen und sonstigen KKG durchgeführt. Homogene Expositionsgruppen wurden über die Selektion nach Gefahrstoffen, Produktgruppen und Arbeitsbereichen erzielt. In die Auswertung wurden repräsentative Schichtmittelwerte mit einer dokumentierten Expositionsdauer von  $\geq 6 \text{ h}$  und einer Probenahmedauer  $\geq 1 \text{ h}$  aus den Jahren 2000 bis 2005 einbezogen. Falls die Bestimmungsgrenze des Messverfahrens bei Einzelwerten unterschritten war, wurde die Hälfte des Messwertes bei der Auswertung berücksichtigt.

### 4.1 Kühlschmierstoffe

Im betrachteten Zeitraum wurden 6 978 Messungen von Kühlschmierstoffen vorgenommen, die sich zu etwa 75 % ( $n = 5 441$ ) auf wassergemischte Kühlschmierstoffe und 25 % ( $n = 1 823$ ) auf nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe mit einem Flammpunkt  $> 100 \text{ °C}$  aufteilen. In **Tabelle 1** sind die

Tabelle 1. Messergebnisse für Kühlschmierstoffe.

	Anzahl der Messdaten	Anzahl der Betriebe	50%-Wert in $\text{mg/m}^3$	90%-Wert in $\text{mg/m}^3$	95%-Wert in $\text{mg/m}^3$
Alle Kühlschmierstoffe	6978	1534	4,7	17,1	23,8
Alle Kühlschmierstoffe, Aerosol	6973		0,25	1,7	2,3
Wassermischbare Kühlschmierstoffe	5441	1337	4,9	17,3	24,5
Wassermischbare Kühlschmierstoffe, Aerosol	5437		0,6	1,7	2,3
Nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe, Flammpunkt $> 100 \text{ °C}$	1823	485	4,1	16,9	22,8
Nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe, Flammpunkt $> 100 \text{ °C}$ , Aerosol	1820		0,25	1,5	2,0

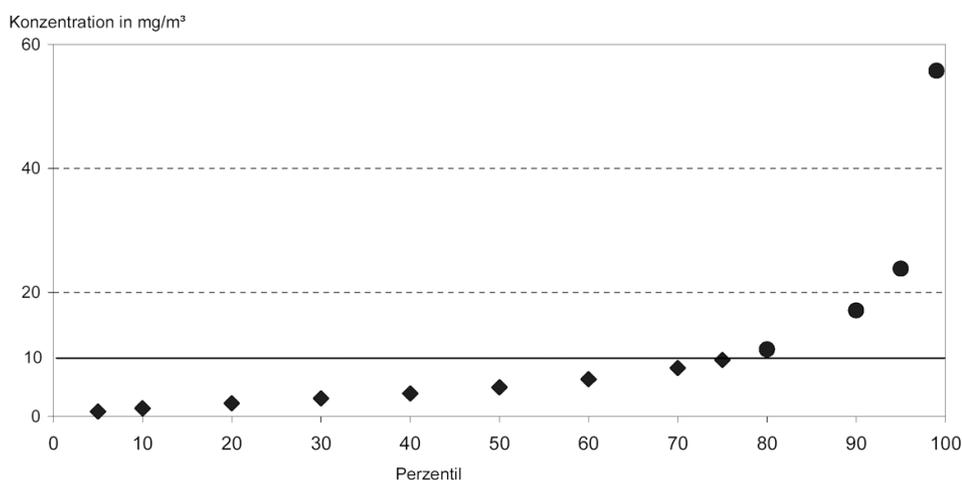


Tabelle 2. Messergebnisse aus Arbeitsbereichen, in denen Kühlschmierstoffe eingesetzt werden.

Bearbeitungsverfahren	Anzahl der Messwerte	50-%-Wert in mg/m <sup>3</sup>	90-%-Wert in mg/m <sup>3</sup>	95-%-Wert in mg/m <sup>3</sup>
Sägen	131	2,3	5,1	8,1
Fräsen	645	4,1	14,7	22,0
Bohren	232	4,3	14,0	18,0
Drehen, Hobeln	1 236	5,1	17,1	23,3
Schleifen	1 728	6,5	23,6	35,4
Stanzen, Schneiden	103	2,7	12,5	14,2
NC-Bearbeitungsmaschinen	113	5,7	17,1	24,3
CNC-Bearbeitungsmaschinen	1 812	4,4	14,4	20,3
Walzen	103	4,2	9,1	10,4
Bearbeitungszentrum	213	3,7	11,8	16,6

Tabelle 3. Messergebnisse für sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische.

KKG Gruppe	Anzahl der Messwerte	50-%-Wert in mg/m <sup>3</sup>	90-%-Wert in mg/m <sup>3</sup>	95-%-Wert in mg/m <sup>3</sup>
A	177	13,9	111	143
B	324	3,0	17,8	44,3
C	34	3,6	10,2	20,2

Ergebnisse für die Summe aus Dampf und Aerosol und für das Aerosol zusammenfassend dargestellt.

Die Resultate zeigen, dass zwischen wassermischbaren und nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen nur noch unwesentliche Unterschiede bestehen. Daraufhin wurde eine separate Auswertung im Folgenden außer Acht gelassen. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass die Werte für das Aerosol durchweg sehr niedrig sind und höhere Werte nur in Einzelfällen auftreten. Im Folgenden wurde daher auf die Auswertung der Aerosolmesswerte verzichtet. Messungen der Aerosolkonzentration werden jedoch weiterhin durchgeführt, da hohe Ergebnisse in der Regel gute Hinweise u. a. auf Fehler in der technischen Lüftungsanlage oder eine unzureichende Erfassung der Kühlschmierstoffe liefern.

Die Verteilung der Messwerte für Kühlschmierstoffe zeigt, dass mehr als 75 % der Messwerte unterhalb des früheren Luftgrenzwertes von 10 mg/m<sup>3</sup> liegen (Bild).

Betrachtet man einzelne Arbeitsbereiche, in denen Kühlschmierstoffe eingesetzt werden, so bestätigen sich die Verteilungen aus früheren Auswertungen (Tabelle 2) [14]. So führen Verfahren mit höherer Bearbeitungsgeschwindigkeit zu stärkeren Emissionen von Kühlschmierstoffdämpfen und -aerosolen als Verfahren mit niedrigeren Bearbeitungsgeschwindigkeiten. Die höchsten Konzentrationen werden weiterhin an Schleifarbeitsplätzen ermittelt.

#### 4.2 Sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische

Die Anzahl der Messwerte für sonstige KKG ist weitaus geringer als für Kühlschmierstoffe. Es liegen 555 Einzelmessungen aus den verschiedenen Anwendungsbereichen vor. Aufgrund der Datenlage war eine weiterführende, nach Arbeitsbereichen aufgeschlüsselte Auswertung nur eingeschränkt möglich.

Die statistische Auswertung erfolgte in Anlehnung an die drei früheren Grenzwertgruppen. Diese Einteilung wurde auch vom AGS in die Bearbeitungsliste übernommen:

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

**Gruppe B:** Nicht wassermischbare Kohlenwasserstoffe, die aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und ihrer Anwendung verfahrensbedingt keine erhöhten Emissionen (vgl. Gruppe A) erwarten lassen. Wassergemischte Kohlenwasserstoffprodukte, die aufgrund ihrer Anwendung erhöhte Emissionen (vgl. Gruppe C) erwarten lassen.

**Gruppe C:** Nicht wassermischbare additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, die z. B. in geschlossenen Systemen verwendet werden und daher keine Emissionen erwarten lassen. Wassergemischte additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, deren Anwendung und Zusammensetzung verfahrensbedingt keine erhöhten Emissionen erwarten lassen. Zunächst wurde auf der Basis dieser drei Gruppen getrennt ausgewertet, wobei auf eine Auswertung der Aerosolmesswerte verzichtet wurde. Tabelle 3 liefert eine Übersicht über die Ergebnisse.

Für Gruppe C liegen nur 34 Messwerte vor, daher wurde auf eine weitere Aufschlüsselung nach Arbeitsbereichen verzichtet. Entsprechend der Definition werden für diese Gruppe allerdings auch keine nennenswerten Emissionen erwartet. Dies wird durch die Messergebnisse, die deutlich unter dem Niveau der Ergebnisse für Kühlschmierstoffe liegen, bestätigt.

Die vergangenen Jahre haben gezeigt, dass bei der ursprünglichen Einteilung einige Anwendungsbereiche nicht berücksichtigt wurden. Es handelt sich dabei um Formtrennmittel in der Kunststoffverarbeitung sowie um Schleif- und Formtrennmittel in der Glasindustrie. Diese Anwendungen wurden nun unter Vorbehalt entsprechend den Definitionen in die Gruppen A bzw. C eingestuft. Bei den nicht wassermischbaren Umformhilfsstoffen wurde mit der Blechumformung eine weitere Untergruppe eingeführt. In Tabelle 4 sind alle zurzeit identifizierten Anwendungsbereiche, in

Nr.	Anwendungsbereich	Gruppe
1	Getriebeöle	C
2	Hydraulikflüssigkeiten	C
3	Verdichteröle	
3.1	Luftverdichteröle	C
3.2	Gasverdichteröle	C
3.3	Kältemaschinenöle	C
4	Schmieröle	
4.1	Spindelöle	B
4.2	Spezialmaschinenöle	B
4.3	Maschinenöle	B <sup>++</sup>
4.4	Zylinderöle	C
4.5	Druckluftgeräteöle	C
5	Kettensägeöle	C
6	Gleitbahnöle	C
7	Turbinenöle	C
8	Isolieröle	C
9	Wärmeträgeröle	C
10	Prozessöle	
10.1	Mineralölweichmacher in Polymeren technische Gummiartikel Reifenherstellung gesamte Gummiindustrie	B
10.2	Fluxöle in Bitumenmischungen	C
10.3	lebensmitteltechnische Schmierstoffe	C
11	Druckfarben	B
12	Absorptionsöle	C
13	Trennmittel	
13.1	Formtrennmittel im Bausektor (Betonfertigteile, Ort beton) nicht wassermischbare Trennmittel – Sprühverfahren nicht wassermischbare Trennmittel – im Übrigen wassergemischte Trennmittel – Sprühverfahren wassergemischte Trennmittel – im Übrigen	B <sup>-</sup> B B C
13.2	Formtrennmittel beim Gießen im Metallbereich nicht wassermischbare Trennmittel – Sprühverfahren nicht wassermischbare Trennmittel – im Übrigen wassergemischte Trennmittel – Sprühverfahren wassergemischte Trennmittel – im Übrigen	A B C <sup>-</sup> C
13.3	Formtrennmittel in der Kunststoffverarbeitung nicht wassermischbare Trennmittel – Sprühverfahren nicht wassermischbare Trennmittel – im Übrigen wassergemischte Trennmittel – Sprühverfahren wassergemischte Trennmittel – im Übrigen	A C C C
13.4	Formtrennmittel in der Glasbearbeitung nicht wassermischbare Trennmittel wassergemischte Trennmittel	C C
14	Staubbindemittel	C
15	Korrosionsschutzflüssigkeiten	
15.1	nicht wassermischbare Lösungsmittelhaltige Korrosionsschutzflüssigkeiten geschlossene Anlagen mit Abdunststrecke im Übrigen	C B <sup>-</sup>
15.2	nicht wassermischbare lösungsmittelfreie Korrosionsschutzflüssigkeiten Verfahren mit Aerosolbildung Verfahren in geschlossenen Anlagen im Übrigen	A C B
15.3	wassermischbare Korrosionsflüssigkeiten Verfahren mit Aerosolbildung im Übrigen	B C
16	Kühlschmierstoffe Flammpunkt < 100 °C	A
17	Dielektrika in geschlossenen Anlagen im Übrigen	C A
18	Reiniger	
18.1	nicht wassermischbare Reiniger	A
18.2	wassergemischte Reiniger	C
18.3	Kaltreiniger selbst spaltend	A
19	Schmierfette	C
20	Härteöle in offenen Anlagen in geschlossenen Anlagen	C <sup>-</sup> C
21	Umformhilfsstoffe/Schmiedehilfsstoffe	
21.1	nicht wassermischbare Umformhilfsstoffe	B
21.2	Stahlrohrproduktion Kaltmassivumformung Herstellung von Verbindungselementen – Gewindewalzen Blechumformung (z. B. Tiefziehen, Schneiden, Drücken, Biegen) wassermischbare und wassergemischte Umformhilfsstoffe	C <sup>-</sup>
22	Herstellung von komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen offene Anlagen, Verarbeitungstemperatur > 60 °C offene Anlagen, Verarbeitungstemperatur 30 °C bis 60 °C abgedeckte Anlagen, Verarbeitungstemperatur > 60 °C im Übrigen	A B B C
23	Schleifmittel in der Glasbearbeitung nicht wassermischbare Schleifmittel wassergemischte Schleifmittel	C

**Tabelle 4. Anwendungsbereiche für sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische und deren Einteilung in Emissionsgruppen.**

Fettdruck: KKG, die aufgrund der Auswertung einer anderen Gruppe zugeordnet wurden, als noch in der TRGS 901 laufende Nr. 72 vorgegeben.

-- Eingruppierung in eine niedrige Emissionsgruppe,  
++ Eingruppierung in eine höhere Emissionsgruppe

denen KKG eingesetzt werden, aufgeführt; neu hinzu gekommene Bereiche sind in dieser und der nachfolgenden Tabelle kursiv gedruckt. Die ursprüngliche in der Technischen Tegel für Gefahrstoffe (TRGS) 901 vorgestellte Aufteilung konnte mit der aktuellen Auswertung weitestgehend bestätigt werden. So wurden z. B. für nicht wassermischbare Korrosionsschutzmittel im Sprühverfahren, Dielektrika oder Kühlschmierstoffe mit einem Flammpunkt < 100 °C erneut recht hohe Werte ermittelt. Für einige Anwendungen, wie z. B. Formtrennmittel im Bausektor (Sprühverfahren), wurden geringere Werte ermittelt, so dass die frühere Einstufung nicht bestätigt werden konnte. Entsprechend der Auswertung muss die Einstufung jedoch nur für wenige Anwendungen geändert werden. In den meisten Fällen handelt es sich um die Einstufung in eine emissionsärmere Gruppe der sonstigen KKG (Änderung von Gruppe A in B oder Gruppe B in C). Lediglich bei der Verwendung von Maschinenölen muss das Kohlenwasserstoffgemisch in eine höhere Emissionsgruppe – Änderung von Gruppe C in B – eingestuft werden. Eine Übersicht über die neuen Einstufungen kann Tabelle 4 entnommen werden.

Für die Gruppen A und B konnten einige Arbeitsbereiche mit einer größeren Anzahl an Messergebnissen getrennt ausgewertet werden; die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

## 5 Zusammenfassung

Die neuerliche Auswertung von Datenkollektiven für Kühlschmierstoffe und sonstige KKG hat gezeigt, dass die Festlegungen des Standes der Technik, die im Zusammenhang mit der Aufstellung von Luftgrenzwerten in den vergangenen zehn Jahren durchgeführt wurden, noch weitestgehend aktuell sind. Die im Jahre 2000 im BGMG eingeführte

Tabelle 5. Messwerte zu sonstigen KKG nach Arbeitsbereichen/Produktgruppen.

Anwendung	Anzahl der Messdaten	50-Perzentil in mg/m <sup>3</sup>	90-Perzentil in mg/m <sup>3</sup>	95-Perzentil in mg/m <sup>3</sup>
Korrosionsschutzmittel, nicht wassermischbar, Verfahren mit Aerosolbildung	30	15,1	113,3	149,7
Korrosionsschutzmittel, nicht wassermischbar, im Übrigen und wassermischbar, Verfahren mit Aerosolbildung	13	9,9	56,4	60,4
Dielektrika	40	11,6	111	127
Kaltreiniger, selbst spaltend	8	–	–	–
Kühlschmierstoffe, nicht wassermischbar, Flammpunkt < 100 °C	63	17,9	118	191
Formtrennmittel im Bausektor, nicht wassermischbar, Sprühverfahren	22	3,5	50,6	57,8
Formtrennmittel im Bausektor, nicht wassermischbar im Übrigen, Formtrennmittel beim Gießen <i>Formtrennmittel in der Kunststoffbearbeitung</i> <i>Formtrennmittel in der Glasbearbeitung</i>	70	3,5	9,7	13,6
Formtrennmittel im Metallbereich, wassergemischt, Sprühverfahren	60	3,3	9,0	12,5
Umformhilfsstoffe, nicht wassermischbar, Kaltmassivumformung, Blechumformung, Herstellung von Gewindewalzen	152	2,9	25,9	44,9
Umformhilfsstoffe, wassermischbar	38	2,8	6,9	10,4
Schmieröle, Spezialmaschinenöle, Prozessöle	31	5,1	36,1	67,0
Härteöle in offenen Anlagen	21	1,0	3,4	6,4

neue Messstrategie hat sich bestens bewährt. War es vorher sehr aufwändig, durch Fremdemissionen beeinflusste Messwerte zu identifizieren, so können die Messwerte nun sicher und eindeutig zugeordnet werden. Daher können diese repräsentativen Messdatensammlungen hervorragend zur Expositionsbeschreibung verwendet werden.

### 5.1 Kühlschmierstoffe

Mehr als 75 % der Messwerte für Kühlschmierstoffe liegen unter einem Wert von 10 mg/m<sup>3</sup> und nur etwa 5 % überschreiten 20 mg/m<sup>3</sup> (Bild). Bei der Auswertung nach Arbeitsverfahren zeigt sich, dass die Messwerte für Verfahren mit hoher Bearbeitungsgeschwindigkeit, also verstärkter Aerosolbildung, in der Regel erhöht sind. Im Vergleich zu den Messkollektiven, die bei der Aufstellung des ehemaligen Luftgrenzwertes ausgewertet wurden [14], liegen die aktuellen Werte im Mittel etwas niedriger, zeigen aber keine wesentliche Veränderung der Expositionssituation.

### 5.2 Sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische (KKG)

Die Messwerte zeigen, dass die Einteilung der Gruppen prinzipiell richtig war. Es stellte sich jedoch heraus, dass einige der Einstufungen zu ändern sind. In der Regel mussten KKG in günstigere Emissionsgruppen eingestuft werden. Nach der Datenbewertung können für die drei Gruppen folgende Rückschlüsse auf die Expositionssituation gezogen werden:

Gruppe A – Bei der Aufstellung des Luftgrenzwertes war vorgesehen, den Luftgrenzwert für die Gruppe A zum 28. Februar 2006 von 200 mg/m<sup>3</sup> auf 100 mg/m<sup>3</sup> abzusenken, sofern keine begründeten Einsprüche vorliegen. Die vorliegenden Messergebnisse für diese Bereiche zeigen, dass die Exposition gegenüber diesen KKG in der Regel unter 100 mg/m<sup>3</sup> liegt.

Gruppe B – Bei der Aufstellung des Luftgrenzwertes war vorgesehen, den Luftgrenzwert für die Gruppe B zum 28. Februar 2006 von 40 mg/m<sup>3</sup> auf 25 mg/m<sup>3</sup> abzusenken, sofern keine begründeten Einsprüche vorliegen. Die vorliegenden Messergebnisse zeigen, dass die Exposition gegenüber diesen KKG in der Regel mit bis zu 40 mg/m<sup>3</sup> gut beschrieben wird.

Gruppe C – Für diese Gruppe wurde in der Vergangenheit kein Luftgrenzwert aufgestellt, weil die dort aufgeführten Arbeitsverfahren keine oder nur geringe Emissionen erwarten lassen. Es liegen nur wenige Messwerte vor, die jedoch durchweg niedrig sind und somit die Annahme bestätigen. Für Kühlschmierstoffe gibt es mittlerweile sehr viele Messergebnisse aus den verschiedensten Arbeitsbereichen, die eine gute Basis zur Beschreibung der Expositionssituation bilden. Leider ist die Anzahl der Messungen von sonstigen KKG immer noch nicht hoch genug, um für alle Bereiche eine vergleichbare Feststellung zu treffen. Auch weiterhin sind Analogieschlüsse notwendig. In einigen Jahren sollte daher für diese Kohlenwasserstoffgemische eine weitere Auswertung durchgeführt werden, um die Zuverlässigkeit der Daten zu erhöhen.

## Literatur

- [1] Luftgrenzwerte für komplexe, kohlenwasserstoffhaltige Gemische. BArbBl. (1996) Nr. 6, S. 61.
- [2] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 23. Dezember 2004. BGBl. I (2004), S. 3758, geänd. BGBl. I (2004), S. 3855.
- [3] Bearbeitungsliste des AGS zur TRGS 900. [http://www.baua.de/nn\\_5846/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Technische-Regeln-fuer-Gefahrstoffe-\\_28TRGS\\_29/Downloads/Bearbeitungsliste\\_20des\\_20AGS\\_20zur\\_20TRGS\\_20900.pdf](http://www.baua.de/nn_5846/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Technische-Regeln-fuer-Gefahrstoffe-_28TRGS_29/Downloads/Bearbeitungsliste_20des_20AGS_20zur_20TRGS_20900.pdf), Januar 2006.
- [4] Kabinettsache, Datenblatt 15/09036. Begründung zum Entwurf einer Verordnung zur Anpassung an die Gefahrstoffverordnung an die EG-Richtlinie 98/24/EG und andere Richtlinien. [http://www.baua.de/nn\\_12292/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Rechtstexte/pdf/Begrueundung-Gefahrstoffverordnung.pdf](http://www.baua.de/nn_12292/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Rechtstexte/pdf/Begrueundung-Gefahrstoffverordnung.pdf).
- [5] Messstrategie für Kühlschmierstoffe und komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische (Kennzahl 0514/5). In: BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 30 Lfg. IV/03. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt 1989 – Losebl.-Ausg. [www.bgia-arbeitsmappedigital.de](http://www.bgia-arbeitsmappedigital.de)
- [6] Das Berufsgenossenschaftliche Messsystem Gefahrstoffe der Unfallversicherungsträger. 5. Aufl. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2005.
- [7] Gabriel, S.; Voitl, S.; Charisse, M.; Deppe, D.: Das Qualitätsmanagementsystem im Berufsgenossenschaftlichen Messsystem Gefahrstoffe – BGMG. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 66 (2006) Nr. 1/2, S. 33-37.
- [8] Gabriel, S.: The BG measurement System for Hazardous Substances (BGMG) and the Exposure Database of Hazardous Substances (MEGA). Int. J. Occup. Saf. Ergon. 12 (2006) Nr. 1, S. 101-104.
- [9] Geräte zur Probenahme von Stoffen, die gleichzeitig partikel- und dampfförmig vorliegen (Kennzahl 3040). In: BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 34. Lfg. IV/05. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt 1989 – Losebl.-Ausg. [www.bgia-arbeitsmappedigital.de/3040](http://www.bgia-arbeitsmappedigital.de/3040)
- [10] Messverfahren für Gefahrstoffe – Kühlschmierstoffe (Kennzahl 7750). In: BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 19. Lfg. XI/97. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt 1989 – Losebl.-Ausg. [www.bgia-arbeitsmappedigital.de/7750](http://www.bgia-arbeitsmappedigital.de/7750)
- [11] Messverfahren für Gefahrstoffe – Mineralöle, Dampf und Aerosol (Kennzahl 8000). In: BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 19. Lfg. XI/97. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt 1989 – Losebl.-Ausg. [www.bgia-arbeitsmappedigital.de/8000](http://www.bgia-arbeitsmappedigital.de/8000)
- [12] Messverfahren für Gefahrstoffe – Sonstige komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische (Kennzahl 8610). In: BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 30. Lfg. IV/03. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt 1989 – Losebl.-Ausg. [www.bgia-arbeitsmappedigital.de/8610](http://www.bgia-arbeitsmappedigital.de/8610)
- [13] DIN EN 482: Arbeitsplatzatmosphäre – Allgemeine Anforderungen an Verfahren für Messung von chemischen Arbeitsstoffen. Berlin: Beuth 1994.
- [14] Arbeitsbereichsmessergebnisse von KSS-Dämpfen und -aerosolen. In: Kühlschmierstoffe und andere komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische. CD-ROM, Ausg. 2003. Hamburg: Storck 2003.