

# Anpassung der Arbeitsplatzgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische (Lösemittelkohlenwasserstoffe)

## Teil 2: Anwendung der neuen Grenzwerte

W. Pflaumbaum, A. Csomor, S. Werner, R. Jacobi, D. Breuer, K. Heine, F. Kalberlah, E. Leibold, E. Nies

**Zusammenfassung** Die Arbeitsplatzgrenzwerte zur Beurteilung der Konzentrationen von Lösemittelkohlenwasserstoffen wurden vom deutschen Ausschuss für Gefahrstoffe überarbeitet. Dies hat Auswirkungen für Lieferanten und nachgeschaltete Anwender. Die geänderten Rahmenbedingungen erfordern auch eine Anpassung des empfohlenen Messverfahrens für Arbeitsplatzmessungen. Aktualisierte Praxishilfen zur Umsetzung des modifizierten Konzepts sind im Internet verfügbar.

### Adjustment of the occupational exposure limit values for hydrocarbon mixtures (hydrocarbon solvents) – Part 2: Implementation of the new limit values

**Abstract** The occupational exposure limits (AGW) for hydrocarbon mixtures in solvents (free from additives) have been revised by the German Committee on Hazardous Substances. The resulting adjustment implies repercussions for suppliers and downstream users, respectively. Moreover, adaptations of the recommended measurement procedures for monitoring the atmosphere at workplaces are required. Updated practical aids concerning the implementation of the modified scheme are available on the internet.

## 1 Einführung

Kohlenwasserstoffgemische bestehen ausschließlich aus Kohlenwasserstoffen, d. h. aus organischen Verbindungen, die sich nur aus den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff zusammensetzen. Hierzu gehören n-Aliphaten, Isoaliphaten, Cycloaliphaten (Naphthene) und Aromaten. Sie stellen in der Regel Siedeschnitte aus der Erdölverarbeitung dar.

Wie im vorausgegangen Beitrag zu diesem Thema beschrieben [1], wurden in Deutschland die Grenzwerte für additivfreie Lösemittelkohlenwasserstoffgemische an den aktuellen Stand der Wissenschaft angepasst und das Beurteilungskonzept etwas vereinfacht. Es gelten die in **Tabelle 1** aufgeführten Gruppengrenzwerte.

Diese Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) sind anzuwenden auf flüssige Gemische, die aus Kohlenwasserstoffen mit bis zu

**Tabelle 1.** Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für Kohlenwasserstoffgemische, Verwendung als Lösemittel (Lösemittelkohlenwasserstoffe), additivfrei, nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe 900.

Gruppe	AGW in mg/m <sup>3</sup>	Spitzenbegrenzung
C <sub>6</sub> -C <sub>8</sub> -Aliphaten	700	2 (II)
C <sub>9</sub> -C <sub>14</sub> -Aliphaten	300	
C <sub>9</sub> -C <sub>14</sub> -Aromaten	50	

14 Kohlenstoffatomen pro Molekül bestehen (Siedebereich bis ca. 250 °C) oder diese als Bestandteile enthalten, einen Benzolgehalt unter 0,1 Gew.-% aufweisen und denen keine kohlenwasserstofffremden Additive von mehr als 1 Gew.-% zugesetzt sind. Sie werden als Lösemittel in Lacken, Farben, Klebern, Reinigern, Verdünnern usw. verwendet. Liegen Gemische aus Kohlenwasserstoffen und anderen Lösemitteln vor, dann erfolgt die Berechnung des Grenzwertes nur auf der Basis des Kohlenwasserstoffanteils in der Gesamt Mischung. Die Vorgehensweise zur Berechnung der Grenzwerte mittels der RCP-Formel (RCP: reciprocal calculation-based procedure, Kehrwertrechenverfahren) wird in der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 900 Nr. 2.9 beschrieben [2] und im Folgenden näher erläutert.

## 2 Berechnung des anzuwendenden neuen Grenzwertes

### 2.1 Grundregeln

Der für ein bestimmtes Kohlenwasserstoffgemisch anzuwendende AGW (Gemischgrenzwert, AGW<sub>Gemisch</sub> gemäß Gl. (1)) ist anhand der Zusammensetzung des Kohlenwasserstoffgemisches mittels der RCP-Formel zu berechnen:

$$\frac{1}{AGW_{\text{Gemisch}}} = \frac{\text{Fraktion}_a}{AGW_a} + \frac{\text{Fraktion}_b}{AGW_b} + \frac{\text{Fraktion}_n}{AGW_n} \quad (1)$$

Fraktion: Massenanteil (w/w) der jeweiligen RCP-Gruppe des Kohlenwasserstoffgemisches oder eines Kohlenwasserstoffgemisches mit bekanntem RCP-Grenzwert oder eines den RCP-Gruppen zugehörigen Einzelkohlenwasserstoffs im flüssigen Lösemittel.

AGW<sub>a...n</sub>: Gruppengrenzwert der jeweiligen Fraktion oder RCP-Grenzwert des Kohlenwasserstoffgemisches oder stoffspezifischer Arbeitsplatzgrenzwert

Dabei ist zu beachten, dass

- Einzelkohlenwasserstoffe, die einer der RCP-Gruppen zuzuordnen sind, bei der Berechnung des Gemischgrenzwertes mit ihren Gruppengrenzwerten zu berücksichtigen sind, auch solche mit einem stoffspezifischen und vom Gruppengrenzwert abweichenden AGW. Beispielsweise muss der C<sub>9</sub>-Aromat 1,2,4-Trimethylbenzol bei der Berechnung des Gemischgrenzwertes mit dem Gruppengrenzwert der C<sub>9</sub>-C<sub>14</sub>-Aromaten in Höhe von 50 mg/m<sup>3</sup> statt mit seinem AGW in Höhe von 100 mg/m<sup>3</sup> [2] in die Berechnung einfließen.

Dr. Wolfgang Pflaumbaum, Dipl.-Chem. Silke Werner, Prof. Dr. Dietmar Breuer, Dr. Eberhard Nies, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin.

Dr. Anita Csomor, Regierungspräsidium Kassel.

Dr. Reinhard Jacobi, DHC Solvent Chemie, Mülheim an der Ruhr.

Dr. Karin Heine, Dr. Fritz Kalberlah, Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe (FoBiG), Freiburg.

Dr. Edgar Leibold, BASF SE, Ludwigshafen.

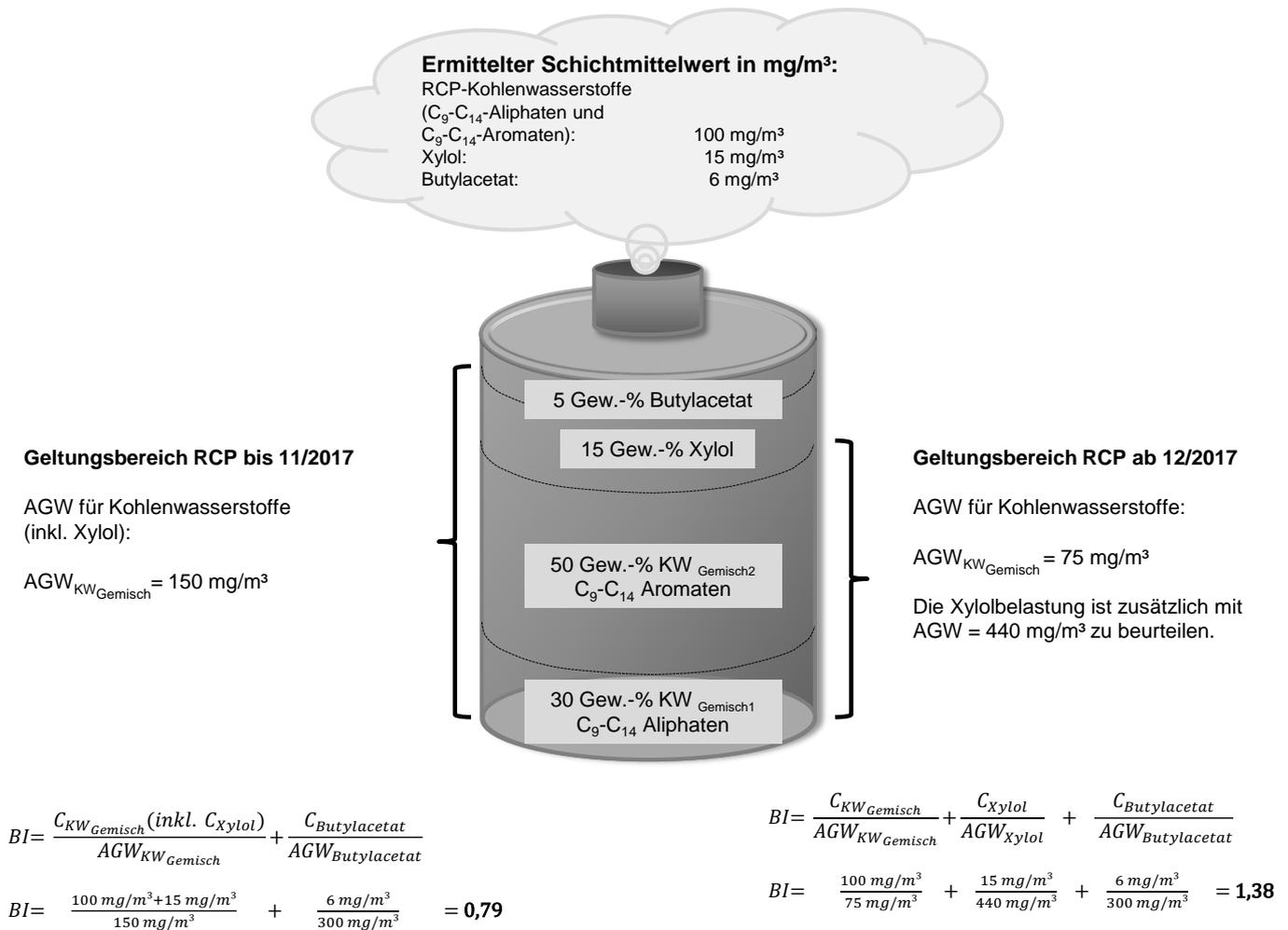


Bild 1. Konsequenzen des geänderten RCP-Konzepts auf die Expositionsbewertung (BI = Bewertungsindex nach TRGS 402).

- nicht in die RCP-Gruppen fallende Kohlenwasserstoffe, wie C<sub>7</sub>- und C<sub>8</sub>-Aromaten (Toluol, alle Xylol-Isomeren und Ethylbenzol), C<sub>5</sub>-Aliphaten oder Naphthalin, nicht in die Berechnung des Gemischgrenzwertes einbezogen werden. Bei der Ermittlung der Bewertungsindizes nach Abs. 5.2.1 (2) TRGS 402 [3] werden diese Stoffe mit ihren stoffspezifischen AGW berücksichtigt.
- die errechneten AGW wie folgt auf- oder abzurunden sind:  
 < 100 mg/m<sup>3</sup>: auf volle 25,  
 > 100 mg/m<sup>3</sup>: auf volle 50.

**2.2 Rechenbeispiel**

Beim nachfolgenden Anwendungsbeispiel wird der AGW für den Kohlenwasserstoffanteil eines fiktiven Verdünners, bestehend aus mehreren Kohlenwasserstoffgemischen, Einzelkohlenwasserstoffen sowie einem weiteren Lösungsmittel errechnet. Der Verdünner setze sich aus folgenden Inhaltsstoffen zusammen (Bild 1):

- 30 Gew.-% Kohlenwasserstoffgemisch 1 (bestehend aus C<sub>9</sub>-C<sub>14</sub>-Aliphaten, AGW: 300 mg/m<sup>3</sup>),
- 50 Gew.-% Kohlenwasserstoffgemisch 2 (bestehend aus C<sub>9</sub>-C<sub>14</sub>-Aromaten, AGW: 50 mg/m<sup>3</sup>),
- 15 Gew.-% Xylol (Isomerengemisch),
- 5 Gew.-% Butylacetat.

Zur Berechnung des AGW muss im ersten Schritt geprüft werden, welche Bestandteile des Verdünners unter die

RCP-Bewertung fallen. Xylol ist ein aromatischer C<sub>8</sub>-Kohlenwasserstoff und liegt damit außerhalb des mit dem RCP-Verfahren geregelten Bereichs, der für Aromaten eine Mindestkohlenstoffzahl von neun pro Molekül vorsieht (Tabelle 1). Auch Butylacetat ist nicht zu berücksichtigen, da es zwei Sauerstoffatome pro Molekül enthält und somit kein reiner Kohlenwasserstoff ist. Bei der Berechnung des Gemischgrenzwertes müssen daher nur die Bestandteile Kohlenwasserstoffgemisch 1 (KW<sub>Gemisch1</sub>) und Kohlenwasserstoffgemisch 2 (KW<sub>Gemisch2</sub>) betrachtet werden.

Der RCP-Kohlenwasserstoffanteil im Gemisch beträgt damit insgesamt 80 Gew.-%, davon entfallen mengenmäßig 37,5 Gew.-% auf KW<sub>Gemisch1</sub> (Fraktion 1 = 0,375) und 62,5 Gew.-% auf KW<sub>Gemisch2</sub> (Fraktion 2 = 0,625).

Der RCP-Grenzwert errechnet sich gemäß Gl. (1) wie folgt:

$$\frac{1}{AGW_{Gemisch}} = \frac{0,375}{300 \text{ mg/m}^3} + \frac{0,625}{50 \text{ mg/m}^3} \quad (2)$$

$$AGW_{Gemisch} = 75 \text{ mg/m}^3,$$

mit Anwendung der oben beschriebenen Rundungsregel: AGW<sub>Gemisch</sub> = 75 mg/m<sup>3</sup>.

Bei der Expositionsbewertung der gesamten Arbeitsplatzatmosphäre gehen die Kohlenwasserstoffe aus den beiden Kohlenwasserstoffgemischen 1 und 2 mit diesem AGW<sub>Gemisch</sub> ein, während Xylol und Butylacetat, die nicht Bestandteile der RCP-Regelungen sind, mit ihren stoffspezifischen AGW – nach TRGS 900 derzeit 440 bzw. 300 mg/m<sup>3</sup> –

Tabelle 2. Beschreibung der handelsüblichen Lösemittelkohlenwasserstoffe mit neuem und altem AGW nach der RCP-Methode.

Lösemittelbeschreibung UVCB-Kohlenwasserstoff	Typische Eigenschaften							AGW gerundet in mg/m <sup>3</sup>	
	Siede- grenzen in °C	Flamm- punkt in °C	Kohlenstoff- zahl (Bandbreite)	n-Hexan (Gew.-%)	Aliphaten (Gew.-%)	Aromaten (Gew.-%)	Mole- kular- gewicht	alt	neu
Technisches Hexan Hydrocarbons, C <sub>6</sub> , n-alkanes, iso-alkanes, cyclics, n-hexane rich	65 bis 70	<0	C <sub>6</sub>	55	>99	<0,01	86	300	250
Aliphatische Lösemittel 60–95 Hydrocarbons, C <sub>6</sub> -C <sub>7</sub> , isoalkanes, cyclics, <5 % n-hexane	60 bis 100	<0	C <sub>6</sub> bis C <sub>7</sub>	3	>99	<0,01	94	1200	650
Technisches Heptan Hydrocarbons, C <sub>7</sub> , n-alkanes, iso-alkanes, cyclics	90 bis 100	<0	C <sub>7</sub>	<1	>99	<0,01	100	1400 <sup>1)</sup>	700 <sup>1)</sup>
Aliphatische Lösemittel 80–110 Hydrocarbons, C <sub>6</sub> -C <sub>7</sub> , n-alkanes, isoalkanes, cyclics, <5 % n-hexane	75 bis 115	<0	C <sub>6</sub> bis C <sub>7</sub>	3	>99	<0,01	100	1200	650
Aliphatische Lösemittel 100–140 Hydrocarbons, C <sub>7</sub> -C <sub>9</sub> , n-alkanes, isoalkanes, cyclics	95 bis 145	4	C <sub>7</sub> bis C <sub>9</sub>	<1	>99	<0,01	112	1150	550
Aliphatische Lösemittel 135–165 Hydrocarbons, C <sub>9</sub> -C <sub>11</sub> , n-alkanes, isoalkanes, cyclics, <2 % aromatics	130 bis 170	30	C <sub>9</sub> bis C <sub>11</sub>	NA	>99	<0,1	130	600	300 <sup>2) 3)</sup>
Testbenzine 150–200 Hydrocarbons, C <sub>9</sub> -C <sub>12</sub> , n-alkanes, isoalkanes, cyclics, aromatics (2–25 %)	145 bis 200	40	C <sub>9</sub> bis C <sub>12</sub>	NA	80	20	140	300	150 <sup>2)</sup>
Entaromatisierte Testbenzine 150–200 Hydrocarbons, C <sub>9</sub> -C <sub>12</sub> , n-alkanes, isoalkanes, cyclics, <2 % aromatics	145 bis 200	40	C <sub>9</sub> bis C <sub>12</sub>	NA	>99	<0,1	142	600	300 <sup>2)</sup>
Testbenzine 180–220 Hydrocarbons, C <sub>10</sub> -C <sub>13</sub> , n-alkanes, isoalkanes, cyclics, aromatics (2–25 %)	175 bis 220	60	C <sub>10</sub> bis C <sub>13</sub>	NA	80	20	159	300	150 <sup>2) 4)</sup> 100 <sup>2) 5)</sup>
Entaromatisierte Testbenzine 180–220 Hydrocarbons, C <sub>10</sub> -C <sub>13</sub> , n-alkanes, isoalkanes, cyclics, <2 % aromatics	180 bis 220	60	C <sub>10</sub> bis C <sub>13</sub>	NA	>99	<0,1	160	600	300 <sup>2)</sup>

berücksichtigt werden müssen. Für die Berechnung des Bewertungsindex nach TRGS 402 (Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition [3]) Nummer 5.2.1 Abs. 2 sind die Stoffindizes für das Kohlenwasserstoffgemisch, Xylol und Butylacetat zu addieren.

Weitere Beispiele zur Berechnung des anzuwendenden AGW sowie eine Übersicht der handelsüblichen Lösemittelkohlenwasserstoffgemische mit Angabe des neuen AGW und der Bezeichnung nach HSPA („Naming Convention“, siehe Teil 1 [1]) finden sich in der IFA-Arbeitsmappe [4], Kennzahl 0514/2. Zur Berechnung kann auch der im Internet verfügbare Online-Rechner für Kohlenwasserstoffge-

Lösemittelbeschreibung UVCB-Kohlenwasserstoff	Typische Eigenschaften							AGW gerundet in mg/m <sup>3</sup>	
	Siede- grenzen in °C	Flamm- punkt in °C	Kohlenstoff- zahl (Bandbreite)	n-Hexan (Gew.-%)	Aliphaten (Gew.-%)	Aromaten (Gew.-%)	Mole- kular- gewicht	alt	neu
Hochsiedende Testbenzine 200–250 Hydrocarbons, C <sub>11</sub> -C <sub>14</sub> , n-alkanes, isoalkanes, cyclics, aromatics (2–25 %)	190 bis 250	75	C <sub>11</sub> bis C <sub>14</sub>	NA	75	25	177	250	150
Hochsiedende entaromati- sierte Testbenzine 200–250 Hydrocarbons, C <sub>11</sub> -C <sub>14</sub> , n-alkanes, isoalkanes, cyclics, <2 % aromatics	190 bis 250	75	C <sub>11</sub> bis C <sub>14</sub>	NA	>99	<0,1	179	600	300
Isoparaffinische Lösemittel 150–190 Hydrocarbons, C <sub>9</sub> -C <sub>11</sub> , isoalkanes, cyclics, <2 % aromatics	150 bis 195	40	C <sub>9</sub> bis C <sub>11</sub>	NA	>99	<0,1	149	600	300
Isoparaffinische Lösemittel 150–190 Hydrocarbons, C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub> , isoalkanes, <2 % aromatics	175 bis 220	40	C <sub>10</sub> bis C <sub>12</sub>	NA	>99	<0,1	170	600	300
Aromatische Lösemittel 160–185 Hydrocarbons, C <sub>9</sub> , aromatics	155 bis 185	45	C <sub>9</sub>	NA	<0,01	>99	124	100	50
Aromatische Lösemittel 180–215 Hydrocarbons, C <sub>10</sub> , aromatics, >1 % naphthalene	180 bis 215	60	C <sub>10</sub>	NA Naphthalin 8 Gew.-% <sup>6)</sup>	<0,01	92	135	100	50
Naphthalinarme aromatische Lösemittel 180–215 Hydrocarbons, C <sub>10</sub> , aromatics, <1 % naphthalene	180 bis 215	60	C <sub>10</sub>	NA Naphthalin <1 Gew.-% <sup>6)</sup>	<0,01	>99	134	100	50

- 1) Bei einem Gehalt von 1 Gew.-% n-Hexan
- 2) Der Decalingehalt ist bei der Berechnung des Grenzwertes zu berücksichtigen.
- 3) Bei einem Gehalt von <1 Gew.-% Decalin
- 4) Bei einem Gehalt von <1,5 Gew.-% Decalin
- 5) Bei einem Gehalt von >1,5 Gew.-% Decalin
- 6) Naphthalin wird nicht mehr in der RCP-Formel berücksichtigt. Es wird analytisch separat bestimmt und nach TRGS 402 mit seinem stoffspezifischen AGW beurteilt.  
NA = nicht angegeben

mische [5] des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) genutzt werden (Bild 2).

### 3 Konsequenzen für Lösemittellieferanten

Die neuen, niedrigeren Gruppengrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische, aufgeführt in der TRGS 900, bedeuten für alle handelsüblichen Lösemittelkohlenwasserstoffgemische niedrigere AGW, die bei industrieller und professioneller Verwendung zu beachten sind. Lieferanten (Hersteller und Importeure) von Lösemittelkohlenwasserstoffgemischen sind gehalten, in Kapitel 8.1 des Sicherheitsdatenblattes für ihre Produkte (UVCB<sup>1)</sup>-

Stoffe) die mittels RCP-Methode kalkulierten neuen AGW als nationale Grenzwerte für Lang- und Kurzzeitexpositionen auszuweisen.

In Tabelle 2 ist eine Übersicht von 17 handelsüblichen der insgesamt 77 unter REACH registrierten und damit in der Europäischen Union (EU) verkehrsfähigen Lösemittelkohlenwasserstoffgemische mit einer Auswahl zugeordneter UVCB-Kohlenwasserstoffe sowie einer Gegenüberstellung der alten und neuen AGW nach der RCP-Methode dargestellt.

### 4 Konsequenzen für nachgeschaltete Anwender

Für nachgeschaltete Anwender können sich die Änderungen in der Gefährdungsbeurteilung und auf die Inhalte des Sicherheitsdatenblattes auswirken.

<sup>1)</sup> UVCB: Stoffe unbekannter variabler Zusammensetzung, komplexe Reaktionsprodukte oder biologische Materialien.

Fraktion	Maximaler Massenanteil in %	Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)
C6-C8 Aliphaten	2	700 mg/m <sup>3</sup>
C9-C14 Aliphaten	76	300 mg/m <sup>3</sup>
C9-C14 Aromaten	22	50 mg/m <sup>3</sup>
[Auswählen]		
[Auswählen]		
n-Hexan		180 mg/m <sup>3</sup>
Decahydronaphthalin (Decalin)		29 mg/m <sup>3</sup>
Summe Pentane, Toluol, Xylol, Ethylbenzol und Naphthalin		
andere Bestandteile, die keine Kohlenwasserstoffe sind		

Berechneter Grenzwert: 150 mg/m<sup>3</sup> Kurzzeitwert (Spitzenbegrenzung): Überschreitungsfaktor 2 (II)

Neue Eingabe Eingabe bearbeiten

Bild 2. Bildschirmoberfläche des „RCP-Rechners“ im Onlineangebot des IFA.

#### 4.1 Tätigkeiten mit Lösemittelkohlenwasserstoffgemischen

Anwender, die Lösemittelkohlenwasserstoffgemische oder lösemittelkohlenwasserstoffgemischhaltige Produkte einsetzen oder herstellen, müssen auf der Basis der neuen – in der Regel niedrigeren – AGW und des geänderten Geltungsbereiches eine erneute Gefährdungsbeurteilung durchführen. Dabei ist kritisch zu prüfen, ob die Informationen aus der vorliegenden Gefährdungsbeurteilung ausreichend sind, um die Neubewertung vornehmen zu können.

Bestimmte Einzelstoffe, die früher unter den Geltungsbereich des RCP-Konzepts fielen, aber bei seiner Neufassung herausgelöst wurden, müssen nun getrennt mit einem individuellen AGW bewertet werden. Dieser AGW kann auch höher liegen als der ehemalige Gruppengrenzwert. So fielen die Xylolisomeren ursprünglich in den Definitionsbereich der RCP-Gruppe kurzkettiger Aromaten mit einem gemeinsamen Grenzwert von 200 mg/m<sup>3</sup>. Im aktuellen Regelwerk liegen die Xylole außerhalb des RCP-Regelungsbereiches und fließen nach TRGS 900 mit ihrem stoffspezifischen AGW in Höhe von 440 mg/m<sup>3</sup> in die Gesamtbewertung ein (Rechenbeispiel in Abschn. 2).

Eine Neubewertung auf der Basis der alten Daten kann nur erfolgen, wenn ausreichende Informationen über die Zusammensetzung der eingesetzten Kohlenwasserstoffgemische vorliegen. Eine Berechnung des neuen Gemischgrenzwerts ist möglich, wenn die Massenanteile der einzelnen RCP-Fraktionen und der ausgenommenen Kohlenwasserstoffe vorliegen und wenn die Luftkonzentrationen ggf. vorhandener C<sub>5</sub>-Aliphaten, C<sub>7</sub>- und C<sub>8</sub>-Aromaten sowie von Naphthalin stoffspezifisch in den Analyseergebnissen ausgewiesen sind (siehe Bild 1).

Liegen keine ausreichenden Informationen für die Aktualisierung der Gefährdungsbeurteilung vor, müssen die erforderlichen Daten ermittelt werden. Wie bereits angedeutet, ist dabei zu bedenken, dass neben Benzol jetzt auch Pentan (alle Isomeren), Toluol, Ethylbenzol, Xylol (alle Isomeren) und Naphthalin nach TRGS 402 stoffspezifisch anhand ihrer Grenzwerte zu beurteilen sind. Sie fallen nach dem neuen Konzept nicht mehr unter die AGW für Lösemittelkohlenwasserstoffgemische nach der RCP-Regelung. Sind die erforderlichen Daten nicht zu beschaffen, kann alternativ eine „Worst-case“-Betrachtung erfolgen und für die Beurteilung aller Kohlenwasserstoffgemische z. B. der AGW von 29 mg/m<sup>3</sup> für Decalin oder der niedrige Gruppengrenzwert für C<sub>9</sub>-C<sub>14</sub>-Aromaten von 50 mg/m<sup>3</sup> herangezogen werden.

Falls für die Gewichtsanteile der einzelnen Kohlenwasserstoffgruppen lediglich Spannen angegeben sind (z. B. „15 bis 40 %“), ist ebenfalls nach dem „Worst-case“-Prinzip zu verfahren.

Bei der Neubewertung der inhalativen Exposition ist zu beachten, dass bei der Summation nach TRGS 402 Nummer 5.2.1 Absatz 2 (Bewertungsindex) neben dem Stoffindex für das Kohlenwasserstoffgemisch auch die Stoffindizes der nicht unter die RCP-Formel

fallenden Kohlenwasserstoffe Pentan, Toluol, Ethylbenzol, Xylol und Naphthalin und ggf. sonstiger Stoffe zu berücksichtigen sind (siehe Rechenbeispiel in Abschn. 2). Informationen zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei Exposition gegenüber Lösemittelkohlenwasserstoffgemischen mit Beispielen enthält die IFA-Arbeitsmappe [4]. Nach Anhang „Arbeitsmedizinische Pflicht- und Angebotsvorsorge“ (Teil 1) der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) [6] ist eine Pflichtvorsorge u. a. bei Tätigkeiten mit Toluol und Xylole vorgesehen, „wenn der [stoffspezifische] Arbeitsplatzgrenzwert [...] nach der Gefahrstoffverordnung nicht eingehalten wird“. Wegen der jetzt erfolgten Ausgrenzung von C<sub>7</sub>- und C<sub>8</sub>-Aromaten aus dem RCP-Regime müssen die Xylol- und Toluolkonzentrationen am Arbeitsplatz separat ermittelt werden. Aus den so erhaltenen Ergebnissen lässt sich unmittelbar ablesen, ob eine arbeitsmedizinische Vorsorge zu veranlassen ist. Nach dem alten RCP-Konzept musste nur die Kohlenwasserstoffkonzentration für die Beurteilung nach TRGS 402 bestimmt werden; im Hinblick auf die Regelungen der ArbMedVV waren also zusätzliche Ermittlungen durchzuführen.

#### 4.2 Herstellung von Produkten aus Lösemittelkohlenwasserstoffgemischen

Sofern bei der Herstellung nur ein Lösemittelkohlenwasserstoffgemisch eingesetzt wird, kann der im Sicherheitsdatenblatt angegebene AGW übernommen werden, wenn er bereits nach dem neuen RCP-Konzept berechnet wurde. Anderenfalls muss der neue AGW beim Lösemittelherstellern angefordert oder über eine Analyse des Kohlenwasserstoffgemisches selbst ermittelt werden.

Werden bei der Herstellung des Produkts jedoch mehrere Lösemittelkohlenwasserstoffgemische eingesetzt oder einem Lösemittelkohlenwasserstoffgemisch in der RCP-Formel zu berücksichtigende Einzelkohlenwasserstoffe (Abschn. 2) zugesetzt, ist vom Hersteller des Produktes gegebenenfalls ein neuer AGW nach dem im Abschnitt 2.9 der TRGS 900 beschriebenen RCP-Konzept zu berechnen und nach TRGS 900 im Sicherheitsdatenblatt anzugeben.

## 5 Messung und analytische Bestimmung

### 5.1 Materialproben

In Einzelfällen steht keine Information über die Zusammensetzung eines Kohlenwasserstoffgemisches zur Verfügung. Daher kann es für die Berechnung des Luftgrenzwertes nach dem RCP-Konzept erforderlich sein, dieses Kohlenwasserstoffgemisch chemisch zu analysieren, um so die Anteile der verschiedenen Kohlenwasserstofffraktionen zu ermitteln. Wegen der Vielzahl möglicher Isomeren – sowohl bei den aliphatischen als auch bei den aromatischen Kohlenwasserstoffen – werden nur diejenigen Substanzen einzeln bestimmt, die gesondert zu berücksichtigen sind. Materialproben mit dem Analysenwunsch „Kohlenwasserstoffgemische“ werden gaschromatographisch untersucht (IFA-Arbeitsmappe [4], Kennzahl 7735). Als Grundlage der Grenzwertberechnung sind die Anteile der folgenden Gruppen und Einzelsubstanzen zu bestimmen:

1. aliphatische Kohlenwasserstoffe C<sub>6</sub> bis C<sub>8</sub>,
2. aliphatische Kohlenwasserstoffe C<sub>9</sub> bis C<sub>14</sub>,
3. aromatische Kohlenwasserstoffe C<sub>9</sub> bis C<sub>14</sub>,
4. Stoffe, die gesondert zu berücksichtigen sind: n-Hexan, Decahydronaphthalin, Toluol, Ethylbenzol, o-Xylol, m-Xylol, p-Xylol und Naphthalin.

Die Signale im Chromatogramm werden nach folgender Konvention zugeordnet: In der Gruppe der aliphatischen Kohlenwasserstoffe C<sub>6</sub> bis C<sub>8</sub> wird die Grenze oberhalb der Retentionszeit von n-Pentan und im Übergangsbereich zwischen C<sub>8</sub> und C<sub>9</sub> die Grenze bei der Retentionszeit von n-Octan gesetzt. Um den Anteil von C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>-Aliphaten zu berechnen, ordnet man also alle Signale, deren Retentionszeiten zwischen n-Pentan und n-Octan (einschließlich) liegen, diesem Bereich zu. n-Pentan und alle Signale, deren Retentionszeiten unterhalb derjenigen von n-Pentan liegen, werden der Gruppe der aliphatischen C<sub>5</sub>-Kohlenwasserstoffen zugewiesen. Alle Signale, deren Retentionszeiten zwischen n-Octan und n-Tetradecan (einschließlich) liegen, werden dem Bereich der C<sub>9</sub>-C<sub>14</sub>-Aliphaten zugeordnet und entsprechend berechnet. Die Signale für n-Hexan und Decahydronaphthalin werden gesondert ausgewertet.

Von den aromatischen Kohlenwasserstoffen werden Naphthalin, Toluol, o-, m-, p-Xylol und Ethylbenzol als Einzelsubstanzen identifiziert, da sie mit ihren stoffspezifischen AGW beurteilt werden und ihr Massenanteil nicht in die RCP-Formel einfließt. Alle anderen aromatischen C<sub>9</sub>-C<sub>14</sub>-Kohlenwasserstoffe werden der Gruppe der C<sub>9</sub>-C<sub>14</sub>-Aromaten zugeordnet.

### 5.2 Luftproben

Für die Analyse von Luftproben kann weiterhin auf das beschriebene Verfahren für RCP mit einer Probenahme auf Aktivkohle und anschließender gaschromatographischer Analyse zurückgegriffen werden (IFA-Arbeitsmappe [4], Kennzahl 7735). Die Analytik wird entsprechend angepasst.

Die Grenzen werden analog zum oben beschriebenen Verfahren gezogen, sodass die geforderten Bereiche (aliphatische Kohlenwasserstoffe C<sub>6</sub> bis C<sub>14</sub> und aromatische Kohlenwasserstoffe C<sub>9</sub> bis C<sub>14</sub>) erfasst werden.

Abhängig von den Angaben im Sicherheitsdatenblatt zur Zusammensetzung des Kohlenwasserstoffgemisches müssen gegebenenfalls folgende Probenahmen zusätzlich durchgeführt werden:

- Zur Bestimmung der Konzentration der Komponenten Ethylbenzol, Toluol und o-, m-, p-Xylol muss zukünftig eine weitere Probenahme parallel erfolgen. Beispielsweise kann ein Aktivkohleröhrchen beaufschlagt und gemäß IFA-Arbeitsmappe [4], Kennzahl 7735, untersucht werden.
- Für die aliphatischen C<sub>5</sub>-Kohlenwasserstoffisomeren muss eine weitere Probenahme parallel erfolgen. Bisher gibt es nur für n-Pentan beschriebene validierte Methoden (z. B. IFA-Arbeitsmappe, Kennzahl 7732). Die Isomeren 2-Methylbutan und 2,2-Dimethylpropan (Neopentan) sind sehr flüchtig. Daher wird empfohlen, bis zur Verfügbarkeit einer validierten Methode zwei hintereinander geschaltete Aktivkohleröhrchen für die Probenahme einzusetzen, um einen Durchbruch zu vermeiden.
- Bei der Konzentrationsbestimmung von Naphthalin muss zur simultanen Erfassung der Dampf- und der Partikelphase eine Probenahme auf einem Silicagelröhrchen mit vorgeschaltetem Filter erfolgen (IFA-Arbeitsmappe, Kennzahl 8055).

Nicht eindeutig identifizierbare Stoffe werden wie bisher als Kohlenwasserstoffe bewertet und entsprechend berücksichtigt. Die Beschreibung des Verfahrens in der IFA-Arbeitsmappe wurde kürzlich überarbeitet und an die neuen Anforderungen angepasst.

## 6 Ausblick

Die Neuregelungen für Lösemittelkohlenwasserstoffgemische sind seit ihrer Veröffentlichung im Gemeinsamen Ministerialblatt [2] als verbindlich zu betrachten. Eine Übergangsfrist ist nicht vorgesehen. Dennoch muss damit gerechnet werden, dass es einige Zeit dauern wird, bis die geänderten AGW auch in den Sicherheitsdatenblättern für kohlenwasserstoffhaltige Produkte (z. B. Reiniger, Verdüner, Farben oder Lacke) Berücksichtigung finden. Die entsprechenden Angaben im Sicherheitsdatenblatt sollten deshalb bis auf Weiteres sehr kritisch in Augenschein genommen werden. Bestehen Zweifel, ob ein Gemisch-Arbeitsplatzgrenzwert nach dem aktuellen RCP-Konzept berechnet wurde, empfiehlt es sich, beim Hersteller nachzufragen. Falls im Sicherheitsdatenblatt AGW als Gruppengrenzwerte für Lösemittelkohlenwasserstoffgemische genannt werden, die größer als 700 mg/m<sup>3</sup> sind, kann man davon ausgehen, dass noch das veraltete Verfahren angewandt wurde. Auf der IFA-Internetseite „Arbeitsplatzgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische“ stehen dem Anwender ergänzende Informationen zu den neuen AGW und deren Anwendung (u. a. ein Faltblatt und Rechenbeispiele) einschließlich integriertem „RCP-Rechner“ [5] zur Verfügung.

Das Grenzwertkonzept für Lösemittelkohlenwasserstoffgemische ist als dynamisches System aufzufassen, das vor dem Hintergrund wachsender Erkenntnisse zur Toxikologie von Einzelkomponenten einem ständigen Anpassungsdruck unterworfen ist. Schon in naher Zukunft muss sich der Ausschuss für Gefahrstoffe darum bemühen, Einzel-

stoffgrenzwerte für Diethylbenzol-Isomere, 1,2,4-Triethylbenzol, n-Butylbenzol, Biphenyl, Methylnaphthalin-Isomere und Tetralin aufzustellen. Diese Stoffe weisen zwar unbestritten eine höhere toxikologische Wirkstärke auf als die zur Aufstellung der Gruppengrenzwerte für die entsprechende Kohlenwasserstofffraktion herangezogenen Leit-substanzen, sind aber bisher nicht mit einem individuellen AGW in der TRGS 900 aufgeführt.

### Danksagung

Frau *Gabriele Janssen*, Fa. Bernd Schwegmann, danken wir für die konstruktive Fachdiskussion bei der Entwicklung des RCP-Rechners und des Faltblattes.

### Literatur

- [1] *Nies, E.; Heine, K.; Jacobi, R.; Leibold, E.; Breuer, D.; Csomor, A.; Pflaumbaum, W.; Werner, S.; Kalberlah, F.*: Anpassung der Arbeitsplatzgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische (Lösemittelkohlenwasserstoffe). Teil 1: Ableitung der neuen Grenzwerte. *Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft* 77 (2017) Nr. 11/12, S. 481-486.
- [2] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). *GMBL*. (2017) Nr. 50, S. 919-922.
- [3] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402). *GMBL*. (2010) Nr. 12, S. 231-253; zul. geänd. *GMBL*. (2016) Nr. 43, S. 843-846.
- [4] IFA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin. Berlin: Erich Schmidt – Losebl-Ausg. 1989. [www.ifa-arbeitsmappedigital.de](http://www.ifa-arbeitsmappedigital.de)
- [5] Rechner für Kohlenwasserstoffgemische, AGW für Lösemittelkohlenwasserstoffe. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin. [www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa), Webcode: d17651.
- [6] Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge vom 18. Dezember 2008. *BGBl. I* (2008), S. 2768-2779; zul. geänd. *BGBl. I* (2016), S. 2549. [www.gesetze-im-internet.de/arbmedvv/ArbMedVV.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/arbmedvv/ArbMedVV.pdf)