

# Bewertung von alten Kohlenwasserstoffmessungen mit den neuen Arbeitsplatzgrenzwerten für Kohlenwasserstoffgemische

R. Rühl, U. Bagschik, D. Breuer, D. Höber, F. Kalberlah, I. Krutisch, B. Küter, U. Musanke, H. Ott, T. Rabente

**Zusammenfassung** Mit den neuen Arbeitsplatzgrenzwerten für Kohlenwasserstoffgemische stellt sich die Frage, wie die vielen Messergebnisse zu bewerten sind, die in der Vergangenheit an entsprechend exponierten Arbeitsplätzen ermittelt wurden. Das hier vorgestellte Konzept wurde in Abstimmung mit den Sozialpartnern und Arbeitsschutzinstitutionen erarbeitet und ermöglicht die Bewertung der früher ermittelten Kohlenwasserstoffkonzentrationen mit den neuen Arbeitsplatzgrenzwerten. Damit ist gewährleistet, dass nicht alle Kohlenwasserstoffmessungen neu durchgeführt werden müssen.

## Assessment of old hydrocarbon measurements using the new workplace limit values for hydrocarbon mixtures

**Abstract** The new workplace limit values for hydrocarbon mixtures raise the question of how the numerous measurements are to be assessed that were recorded in the past at correspondingly exposed workplaces. The concept presented here was devised in co-operation with social partners and occupational health and safety institutions, and it facilitates an assessment of the hydrocarbon concentrations obtained earlier using the new workplace limits. This ensures that not all of the hydrocarbon measurements have to be performed anew.

## 1 Einführung

Kohlenwasserstoffgemische werden in der Arbeitswelt in vielen Bereichen als Lösemittel eingesetzt. Die weite Ver-

breitung führte dazu, dass Anfang der 1990er Jahre mit der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 404 eine Regelung zur Beurteilung der Exposition gegenüber Lösemittelkohlenwasserstoffgemischen erarbeitet und in den folgenden Jahren weiter entwickelt wurde. Letztendlich gab es fünf Gruppen von Kohlenwasserstoffgemischen, deren Grenzwerte in Abhängigkeit von ihrem Gehalt an aromatischen, cycloaliphatischen und aliphatischen Kohlenwasserstoffen zwischen 100 und 1 000 mg/m<sup>3</sup> Luft variierten. Diese TRGS 404 (später TRGS 900 und 901 Nr. 72 Teil 2) wurde sehr gut angenommen. Zahlreiche Expositionsbeschreibungen der Berufsgenossenschaften und der Länder beruhen auf diesen Grenzwerten und müssen jetzt angepasst werden. Auch sind Änderungen in zahlreichen GISCODE-Gruppen notwendig, die Anpassungen in Sicherheitsdatenblättern, Technischen Merkblättern, Katalogen, auf Gebinden und in den GISBAU-Informationen erforderlich machen. Mit der Gefahrstoffverordnung vom Dezember 2004 und der gleichzeitigen Umstellung des Grenzwertsystems auf gesundheitsbasiert begründete Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) sind die Luftgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische aus der TRGS 900 entfallen. Da die Kohlenwasserstoffproblematik in der Praxis einen sehr hohen Stellenwert hat, erarbeitete der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) ein neues Grenzwertkonzept für diese Stoffe. Das Konzept beruht auf dem sogenannten RCP-Verfahren (RCP = Reciprocal Calculation Procedure), bei dem aus Grenzwerten der Inhaltsstoffe ein Gemischgrenzwert errechnet wird [1].

Es ist zu begrüßen, dass mit dem neuen Konzept nun wieder Bewertungsmaßstäbe für die Kohlenwasserstoffgemische vorliegen. Leider sind die alten Grenzwerte nach der TRGS 900 bzw. 404 und die neuen „RCP-Grenzwerte“ nicht ohne Aufwand ineinander umzuwandeln. So ist es z. B. notwendig, dass Hersteller und Inverkehrbringer von kohlenwasserstoffhaltigen Zubereitungen den entsprechenden Kohlenwasserstoff-AGW (KW-AGW) für die von ihnen vertriebene Zubereitung oder deren genaue Zusammensetzung angeben, aus der man den KW-AGW berechnen kann. Diese Anforderung ist jedoch häufig nicht erfüllt, da Sicherheitsdatenblätter sehr oft unvollständig ausgefüllt sind und Fehler enthalten [2].

Für den Fall, dass im Sicherheitsdatenblatt kein AGW für das verwendete Kohlenwasserstoffgemisch angegeben und dessen Zusammensetzung nicht bekannt ist, ist der niedrigste KW-AGW von 100 mg/m<sup>3</sup> für die Beurteilung heranzuziehen [3]. Dies bedeutet, dass u. U. die Bewertung der Exposition zu einer Überschreitung dieses „Worst-Case-AGW“ führen würde und damit Schutzmaßnahmen erforderlich würden, die bei Berücksichtigung des wirklichen KW-AGW nicht notwendig sind. Hier sind die Hersteller und Inverkehrbringer gefordert, möglichst umfassende Informationen zum Kohlenwasserstoffgemisch verfügbar zu machen, um diesen Fall zu vermeiden. Die Unfallversicherungsträger haben in

Dr. rer. nat. Reinhold Rühl, Dieter Höber,

Dr. rer. nat. Uwe Musanke,

Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Frankfurt am Main.

Dipl.-Ing. Chem. Ute Bagschik,

Dipl.-Biol. Thomas Rabente,

Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft, Fachstelle Gefahrstoffe, Düsseldorf.

Dr. rer. nat. Dietmar Breuer,

BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin.

Dr. Fritz Kalberlah,

Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH (FoBiG), Freiburg.

Dipl.-Ing. Ingrid Krutisch,

Amt für Arbeitsschutz, Hamburg.

Dr.-Ing. Bernhard Küter,

Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung, Wiesbaden.

Dipl.-Ing. Heidi Ott,

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund.

Bewertung alter KW-Gemisch-Messungen durch die neuen KW-AGW (Einheit mg/m<sup>3</sup>).

„Alte“ Kohlenwasserstoffgruppen	KW-GW TRGS 404	KW-GW TRGS 900	Entsprechende neue KW-AGW	Worst-Case-KW-AGW (angenommene Zusammensetzung)	Umrechnungsfaktor X <sup>1)</sup>
Gruppe 1 Aromatenfreie oder entaromatisierte KW-Gemische mit einem Gehalt an: Aromaten < 1 % n-Hexan < 5 % Cyclo-/Isohexane < 25 %	1 000	1 000	1 500 600	<b>600</b>  (100 % C9-16-Aliphaten)	1,66
Gruppe 2 Aromatenarme KW-Gemische mit einem Gehalt an: Aromaten 1 bis 25 % Summe Hexane < 1 %	500	350	1 500 600 200 100	<b>267</b>  (25 % C9-15-Aromaten, 75 % C9-16-Aliphaten)	1,31
Gruppe 3 Aromatenreiche KW-Gemische mit einem Gehalt an: Aromaten > 25 %	200	100	1 500 600 200 100	<b>100</b>  (100 % C9-15-Aromaten)	1
Gruppe 4 KW-Gemische mit einem Gehalt an: n-Hexan ≥ 5 %	200	200	1 500 600 200 100 (n-Hexan: 180)	<b>150</b>  (25 % C9-15-Aromaten, 75 % n-Hexan)	1,33
Gruppe 5 Iso-/cyclohexanreiche KW-Gemische mit einem Gehalt an: Aromaten < 1 % n-Hexan < 5 % Cyclo-/Isohexane ≥ 25 %	---	600	1 500 600 (Cyclohexan: 700)	<b>622</b>  (75 % C9-16-Aliphaten, 25 % Cyclohexane)	0,96

<sup>1)</sup> Umrechnungsfaktor für den alten Bewertungsindex  $Bl_{KW,alt}$ :  $Bl_{KW,neu} = Bl_{KW,alt} * X$   
Umrechnungsfaktor X = KW-GW TRGS 900/Worst-Case-KW-AGW

ihrem Messsystem zur Gefährdungsermittlung – BGMG Vorkehrungen getroffen, damit diese Vorgehensweise nur in Ausnahmefällen angewendet werden muss [4].

Da die Sicherheitsdatenblätter seit dem 1. Juni 2007 unter die REACH-Verordnung fallen und sicher an Qualität gewinnen werden [5], sollten entsprechende Informationen bald eine Selbstverständlichkeit werden.

Dem Anwender bleibt sonst neben einer Beschwerde bei dem für den Lieferanten zuständigen Länderministerium nur, der Aufforderung in 4.1(4) der TRGS 400 zu folgen: „Alternativ wird empfohlen, Produkte zu verwenden, für die der Hersteller vollständige Informationen liefert.“

## 2 Bewertung alter Messdaten mit den neuen KW-AGW

In der Vergangenheit wurden viele tausend Kohlenwasserstoffmessungen durchgeführt. Es ist wünschenswert, dass dieser Erfahrungsschatz weiterhin verwendet und der neuen Regelung anpasst werden kann. Damit diese Expositionsdaten auch in Zukunft zur Beurteilung der Arbeitsplätze herangezogen werden können, wurde ein entsprechendes Konzept erarbeitet. Damit ist eine Beurteilung alter Kohlenwasserstoffmessungen mit den neuen KW-AGW möglich und es müssen nicht Tausende von z. T. sehr aufwendigen Messungen wiederholt werden.

Bei der Bewertung alter Kohlenwasserstoffkonzentrationen in der Luft mit den neuen KW-AGW wird jede Gruppe der alten Luftgrenzwerte betrachtet und mit den für diese

Gruppe infrage kommenden neuen KW-AGW verglichen. Die Umrechnung vom alten Grenzwert nach TRGS 900 bzw. 404 auf den neuen RCP-AGW erfolgt dann in allen Fällen nach dem Worst-Case-Prinzip. Dabei wird jeweils der maximal mögliche Anteil der neuen Gruppen mit dem niedrigsten AGW in den alten Gruppen angenommen, ggf. auch von Kohlenwasserstoffen mit stoffspezifischen AGW.

### 2.1 Berechnung der Kohlenwasserstoff-AGW für die fünf alten Kohlenwasserstoffgruppen

Die KW-AGW können für die fünf bisherigen Kohlenwasserstoffgruppen (siehe **Tabelle**) folgendermaßen berechnet werden:

- Gruppe 1: Aromatenfreie oder entaromatisierte Kohlenwasserstoffgemische

Es wird angenommen, dass das KW-Gemisch zu 100 % aus C9-C16-Aliphaten besteht; daraus folgen ein KW-AGW von 600 mg/m<sup>3</sup> und ein Umrechnungsfaktor für den alten Bewertungsindex von 1,66.

- Gruppe 2: Gehalt an aromatischen Kohlenwasserstoffen bis zu 25 %

Es wird angenommen, dass das KW-Gemisch zu 25 % aus C9-C15-Aromaten und zu 75 % aus C9-C16-Aliphaten besteht; daraus folgen ein Worst-Case-KW-AGW von 267 mg/m<sup>3</sup> [(0,25/100 + 0,75/600)<sup>-1</sup> = 267] und ein Umrechnungsfaktor von 1,31.

- Gruppe 3: Gehalt an aromatischen Kohlenwasserstoffen größer 25 %

Es wird angenommen, dass das KW-Gemisch zu 100 % aus C9-C15-Aromaten besteht, daraus folgen ein Worst-Case-KW-AGW von 100 mg/m<sup>3</sup> und ein Umrechnungsfaktor von 1.

● Gruppe 4: Gehalt an n-Hexan größer als 5 %

Es wird angenommen, dass das KW-Gemisch zu 25 % aus C9-C15-Aromaten und zu 75 % aus n-Hexan besteht; daraus folgen ein Worst-Case-KW-AGW von 150 mg/m<sup>3</sup>  $[(0,25/100 + 0,75/180)^{-1} = 150]$  und ein Umrechnungsfaktor von 1,33.

● Gruppe 5: Iso- und cyclohexanreiche Gemische

Es wird angenommen, dass das KW-Gemisch zu 75 % aus C9-C16-Aliphaten und zu 25 % aus Cyclohexan besteht; daraus folgen ein Worst-Case-KW-AGW von 622 mg/m<sup>3</sup>  $[(0,75/600 + 0,25/700)^{-1} = 622]$  und ein Umrechnungsfaktor von 0,96.

Mit diesen Umrechnungsfaktoren können alte Messergebnisse zu den fünf alten Kohlenwasserstoffgruppen auf der Basis der neuen KW-AGW bewertet werden. Sollten nähere Erkenntnisse zur Zusammensetzung der bei den Expositionsmessungen erfassten Kohlenwasserstoffgemische vorliegen, sind präzisere Bewertungen möglich. Dann kann man genau den KW-AGW berechnen, der für das damals vorliegende Lösemittelgemisch zur Bewertung herangezogen werden muss. Die hierzu notwendige Berechnung haben *Pflaumbaum et al.* [1] beschrieben.

Die Berechnung der AGW nach dem RCP-Konzept liefert in der Regel Zahlen mit Nachkommastellen. Zur besseren Anwendbarkeit des RCP-Konzeptes wurden daher Rundungsregeln eingeführt. Bei AGW von 100 bis 600 mg/m<sup>3</sup> ist auf volle 50, bei AGW über 600 mg/m<sup>3</sup> auf volle 100 zu runden. Diese Rundungsregeln sollten grundsätzlich auch bei der Umrechnung alter Werte verwendet werden.

Bei der Bewertung alter Messdaten mit den neuen KW-AGW liegen die Ergebnisse nach dem hier vorgestellten Konzept auf der sicheren Seite. Sollte es zu Problemen kommen, d. h. zu Bewertungsindizes BI > 1, sollte geprüft werden, ob die Überschreitung der KW-AGW auf die Umrechnung in das neue Grenzwertkonzept zurückzuführen ist oder auf die neuen Erkenntnisse zu gefährlichen Eigenschaften bei aliphatischen Kohlenwasserstoffen. Im ersten Fall können neue Messungen bzw. zusätzliche Informationen zu den eingesetzten Kohlenwasserstoffgemischen Klarheit schaffen. Im zweiten Fall würden die KW-Grenzwerte auch bei einer Beibehaltung des alten Prinzips abgesenkt und damit die Exposition als zu hoch bewertet.

## 2.2 Beispielrechnungen

Die hier vorgestellten Umrechnungsfaktoren (Tabelle) können sowohl für die Bewertung einzelner früherer Kohlenwasserstoffmessungen verwendet werden als auch zur Aktualisierung von Expositionsbeschreibungen. Sollten Messungen an einem Arbeitsplatz vorgenommen worden sein, an dem aromatenreiche Kohlenwasserstoffe verwendet wurden, ändert sich an der Bewertung nichts, denn der Umrechnungsfaktor ist 1.

Wurde die Exposition beim Umgang mit aromatenfreien oder entaromatisierten KW-Gemischen (alte Gruppe 1) mit 721 mg/m<sup>3</sup> ermittelt, waren entsprechend einem alten KW-

Grenzwert von 1 000 mg/m<sup>3</sup> keine Maßnahmen notwendig (Bewertungsindex BI = 0,72). Jetzt ergibt sich mit einem Worst-Case-AGW von 600 mg/m<sup>3</sup> und einem Umrechnungsfaktor von 1,66 ein BI von 1,2 und damit eine AGW-Überschreitung; dies ist auf die neuen Erkenntnisse zu aliphatischen Kohlenwasserstoffen zurückzuführen.

In der Expositionsbeschreibung „Einsatz von Bautenlacken“ ([www.gisbau.de](http://www.gisbau.de), Rubrik „Service“) werden für 74 Messungen in den Jahren 1990 bis 2003 beim Einsatz von maximal 2,5 l Bautenlack der Produktgruppe M-LL 02 (der übliche Alkydharzbauteinlack) die Bewertungsindizes BI 0,015 für den Minimalwert, 0,24 für den Mittelwert, 0,65 für den 95-%-Wert und 1,26 für den Maximalwert angegeben. In diesen Bautenlacken der Produktgruppe M-LL 02 werden aromatenarme KW-Gemische (alte Gruppe 2) eingesetzt. Mit einem Worst-Case-AGW von 267 mg/m<sup>3</sup> und einem Umrechnungsfaktor von 1,31 ergibt sich ein BI von 0,85 für den 95-%-Wert. Der AGW ist somit für diesen wichtigsten Bautenlack noch eingehalten – bei Verwendung von maximal 2,5 l pro Schicht. Hier werden neuen Messungen zeigen müssen, ob sich die Zusammensetzung der Lösemittel geändert hat oder andere Parameter eine Veränderung der Exposition bewirkt haben.

## 3 Fazit und Ausblick

Mit dem hier vorgestellten Konzept können die Ergebnisse der in der Vergangenheit durchgeführten Messungen von Kohlenwasserstoffexpositionen mit den neuen KW-AGW bewertet werden.

### Literatur

- [1] *Pflaumbaum, W.; Bagschik, U.; Blome, H.; Breuer, D.; Jacobi, R.; Kalberlah, F.; Kruse, K.; Krutisch, I.; Rabente, T.; Rühl, R.*: Neue Arbeitsplatzgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische (Lösemittelkohlenwasserstoffe). Teil 1: Ableitung und Anwendung. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 68 (2008) Nr. 6, S. 270-274. Teil 2: Geltungsbereich und Auswirkungen (in Vorbereitung).
- [2] *Rühl, R.; Hamm, G.*: Sicherheitsdatenblätter – Eine Anleitung zum sicheren Umgang? UWSF 18 (2006), S. 201-206.
- [3] Technische Regel für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). Ausg. 1/2006. BArbBl. (2006) Nr. 1, S. 41-55; zul. geänd. GMBL. Nr. 55, S. 1094, und Begründungspapier. [www.baua.de/nn\\_38856/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/900/900-kohlenwasserstoffgemische.pdf](http://www.baua.de/nn_38856/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/900/900-kohlenwasserstoffgemische.pdf)
- [4] *Pflaumbaum, W.; Breuer, D.*: Arbeitsplatzgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische, additivfrei (RCP-Methode). In: BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. Kennzahl 0514/2. 40 Lfg. IV/2008. Hrsg.: BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt – Losebl.-Ausg.
- [5] *Au, M.; Rühl, R.*: Erwartungen des Arbeitsschutzes an REACH. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 68 (2008) Nr. 4, S. 111-117.