

# Von den Technischen Richtkonzentrationen zu den Arbeitsplatzgrenzwerten der neuen Gefahrstoffverordnung

H. Blome, W. Pflaumbaum, M. Berges

**Zusammenfassung** Mit Erscheinen der neuen Gefahrstoffverordnung Anfang 2005 wird das bisherige Grenzwertkonzept grundlegend geändert. Die in den letzten 30 Jahren praktizierte Vorgehensweise, für Stoffe und Gemische technische Grenzwerte nach dem Konzept der Technischen Richtkonzentration (TRK) für krebserzeugende Stoffe aufzustellen, wenn Schwellenwerte nicht abgeleitet werden können, wird aufgegeben. Grenzwerte werden dann wieder wie zuletzt Anfang der 1970er Jahre nur arbeitsmedizinisch-toxikologisch begründet sein. Damit entfallen für viele in der Industrie bedeutsame Stoffe, wie Quarz, Nickel, Cobalt, Dieselmotoremissionen, Kühlschmierstoffe usw., die bisher gültigen Grenzwerte der Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 900. Für diese Stoffe müssen somit neue Konzepte für die Gefährdungsbeurteilung und die Auswahl von geeigneten Schutzmaßnahmen entwickelt werden. Eine mögliche Grundlage für die Gefährdungsbeurteilung kann die Ableitung von risikobasierten Grenzwerten sein. Die Randbedingungen für einen risikobasierten Ansatz werden unter Einbeziehung der Erfahrungen der letzten 30 Jahre mit TRK-Werten diskutiert.

## From technical occupational exposure limits to occupational exposure limit values according to the new Ordinance on hazardous substances

**Abstract** With the publication of the new German Ordinance on hazardous substances at the beginning of 2005, the previous limit value concept will receive a fundamental change. The procedure practised over the last 30 years of assigning technical limit values for substances and mixtures according to the TRK (Technische Richtkonzentrationen; technical occupational exposure limits) concept for carcinogenic substances whenever limit values cannot be derived will be abandoned. Limit values will once again be based solely on the sciences of occupational medicine and toxicology as was the case until the 1970s. Many substances important to industry, such as silica, nickel, cobalt, diesel engine emissions, cooling lubricants, etc., will thus lose their previously applicable limit values established in the Technical Rules for Hazardous Substances, TRGS 900. This will mean that new concepts for assessing potential hazards and a selection of suitable protective measures will need to be developed. One possible basis for evaluating these risks may lie in determining risk-based limit values. While keeping the experience found in today's technical concentration guidelines that had been gained over the last 30 years, the broader conditions for using a risk-based approach will be discussed.

## 1 Einleitung

Die neue Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) sieht einerseits verstärkt grenzwertfreie Beurteilungsmöglichkeiten vor, andererseits werden mit den Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW) auch neue Randbedingungen für die Anwendung von Luftgrenzwerten formuliert. Bislang fußte das Arbeitsplatz-Luftgrenzwertkonzept auf MAK- und TRK-Werten (MAK, Maximale Arbeitsplatzkonzentration; TRK, Technische

Richtkonzentration). TRK werden in der neuen Verordnung nicht mehr genannt. Die AGW beschreiben eine Konzentration, unterhalb der akute und chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind.

Für die Ausfüllung des neuen Grenzwertkonzeptes auf der Basis der AGW ist es sinnvoll, eine Bilanz zu ziehen und Erfahrungen aus dem TRK-Konzept (**Bild 1**) zu nutzen.

## 2 Bisheriges Konzept der Technischen Richtkonzentrationen

Seit 30 Jahren sind Technische Richtkonzentrationen in der Bundesrepublik Deutschland ein Werkzeug für die Arbeitsplatzbeurteilung und Begründung für die Ableitung von Schutzmaßnahmen gewesen. Die zeitliche Entwicklung des TRK-Konzeptes in diesem Zeitraum ist in **Tabelle 1** dargestellt.

Da bestimmte krebserzeugende Stoffe technisch als unvermeidlich angesehen werden, zum Teil auch natürlich vorkommen und Expositionen gegenüber diesen Stoffen nicht völlig ausgeschlossen werden können, benötigt die Praxis des Arbeitsschutzes Richtwerte für die zu treffenden Schutzmaßnahmen und die messtechnische Überwachung. Dieses in der Bundesrepublik Deutschland praktizierte Konzept der Technischen Richtkonzentrationen wird in anderen Ländern (z. B. den USA, der Europäischen Union mit den so genannten „binding limit values“, den Niederlanden oder Schweden) in wesentlichen Punkten in vergleichbarer Vorgehensweise angewendet. Dort kommen allerdings nicht bzw. nicht so deutlich wie in der Vergangenheit in der Bundesrepublik Deutschland die unterschiedlichen Kriterien für die Grenzwertfestsetzung bei der Grenzwertnennung zum Ausdruck. Mehr oder weniger werden auch sozioökonomische Aspekte der technischen Machbarkeit berücksichtigt. Dies kommt auch in den Stellungnahmen der ILO (Internationale Arbeitsorganisation), WHO (Weltgesundheitsorganisation), der international angesehenen Agentur IARC (International Agency for Research on Cancer) und der EU zum Ausdruck.

Unter Technischen Richtkonzentrationen verstand man die Konzentration eines Stoffes, die nach dem Stand der Technik (im Wesentlichen Verfahrens-, Erfassungs- und Lüftungstechnik) erreicht, aber nicht überschritten werden durfte. Sie richtete sich primär an der messtechnischen Überwachbarkeit und dem manchmal etwas schwierig festzustellenden Stand der Technik aus, berücksichtigte aber vorhandene medizinische und toxikologische Kenntnisse. Da auch bei ihrer Einhaltung das Risiko einer Beeinträchtigung der Gesundheit nicht völlig ausgeschlossen werden kann, sollten durch fortgesetzte Verbesserung der technischen Gegebenheiten Konzentrationen angestrebt werden, die möglichst weit unterhalb der TRK liegen.

Nach herrschender Lehrmeinung lassen sich für krebserzeugende Stoffe mit direkt genotoxischer Wirkung prinzi-

Prof. Dr. Helmut Blome, Dr. rer. nat. Wolfgang Pflaumbaum,  
Dr. rer. nat. Markus Berges,

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA,  
Sankt Augustin.

**Das TRK-Konzept**

Die Einhaltung der Technischen Richtkonzentration am Arbeitsplatz soll das Risiko einer Beeinträchtigung der Gesundheit vermindern, vermag dieses jedoch nicht vollständig auszuschließen.

Die Technischen Richtkonzentrationen orientieren sich an den technischen Gegebenheiten und den Möglichkeiten der technischen Prophylaxe unter Heranziehung arbeitsmedizinischer Erfahrungen im Umgang mit dem gefährlichen Stoff sowie toxikologischer Erkenntnisse.

Technische Richtkonzentrationen bedürfen der steten Anpassung an den Stand der technischen Entwicklung und der analytischen Möglichkeiten sowie der Überprüfung nach dem Stand der arbeitsmedizinischen und toxikologischen Erkenntnisse.

**TRK-Ableitungskriterien**

Für die Festlegung der Höhe der Werte sind maßgebend:

- der derzeitige Stand der verfahrens- und lüftungstechnischen Maßnahmen unter Berücksichtigung des in naher Zukunft technisch Erreichbaren,
- die Berücksichtigung vorliegender arbeitsmedizinischer Erfahrungen oder toxikologischer Erkenntnisse,
- die Möglichkeit, die Stoffkonzentrationen im Bereich des TRK-Wertes analytisch zu bestimmen.

Bild 1. TRK-Konzept nach TRGS 102.

Tabelle 1. Historische Entwicklung der Technischen Richtkonzentration und des TRK-Konzeptes.

Historische Entwicklung der Technischen Richtkonzentration und des TRK-Konzeptes	
1972	Konstituierung des Ausschusses für gefährliche Arbeitsstoffe (AgA)
1973	Aufstellung eines technischen Richtwertes für Asbest durch die DFG-Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Der Grenzwert dient der Verhütung von Asbestose (fibrogene Wirkung) und ist nicht auf die krebserzeugende Wirkung abgestellt [1 bis 3].
1974	Veröffentlichung des TRK-Konzeptes und Festlegung der zweiten Technischen Richtkonzentration (Benzol) durch den AgA [4].
1975	Dritte Technische Richtkonzentration (Vinylchlorid) Erstmals wird eine Begründung für die TRK veröffentlicht und als Bezugszeitraum ein Jahr (Jahresmittelwert) festgelegt. Zusätzlich gilt für kurzzeitige Expositionen ein Überschreitungsfaktor von 3 für maximal eine Stunde pro Schicht [5].
1976	Zum ersten Mal wird die TRgA 102 mit Technischen Richtkonzentrationen für Vinylchlorid (Blatt 1) und Benzol (Blatt 2) veröffentlicht. Das TRK-Konzept steht in der TRgA 101 „Begriffsbestimmungen“ [6].
1977	Die erste TRK-Liste wird in der TRgA 102 „Technische Richtkonzentration (TRK) für gefährliche Arbeitsstoffe“ veröffentlicht. Die TRK sind generell als Jahresmittelwerte festgelegt und erhalten für kurzzeitige Expositionen durchgängig einen Kurzzeitwert. Die Konzentration für kurzzeitige Expositionen darf als Mittelwert das Dreifache der TRK innerhalb einer Stunde nicht überschreiten [7].
1979	Absenkung der TRK für Asbest mit Begründung [8]. Veröffentlichung der Messstrategie für Stoffe mit TRK in der TRgA 401, Blatt 1. Für kurzzeitige Expositionen sind in Abhängigkeit von der Expositionsdauer vier Überschreitungsfaktoren festgelegt. Für Expositionen, die kürzer als eine Stunde dauern, beträgt der Faktor 2,6 [9].
1985	Beschluss des AgA, den Bezugszeitraum für TRK vom Jahresmittelwert auf den Schichtmittelwert umzustellen [10].
1986	Verankerung der TRK in der Gefahrstoffverordnung. Aufhebung der TRgA 401, Blatt 1 und Einführung der TRgA 402, die der Einführung einer neuen Messstrategie dient [11]. Hierdurch erfolgt der Umstieg auf den Schichtmittelwert als Bezugszeitraum für die TRK. Für kurzzeitige Expositionen kleiner als eine Stunde gilt jetzt der Faktor 8.
1992	Erstmals wird eine TRK für krebverdächtige Stoffe aufgestellt (Jodmethan). Ferner werden die ersten Erläuterungspapiere für Stoffe ohne TRK veröffentlicht [12].
1993	Für kurzzeitige Expositionen wird ein Faktor von 5 x TRK festgelegt (15-min-Mittelwert, fünfmal pro Schicht, Zeitabstand: 1 h) [13].
1996	Veröffentlichung der ersten Grenzwerte nach dem TRK-Konzept für Gemische (Kühlschmierstoffe, Mehlstaub), die nicht als krebserzeugend oder krebverdächtig anzusehen sind [14]. Für kurzzeitige Expositionen gilt bei TRK-Stoffen jetzt folgende Regelung: Überschreitungsfaktor: 4 x TRK als 15-min-Mittelwert, viermal pro Schicht bei einer maximalen Dauer pro Schicht von 1 h [15]. Das TRK-Konzept wird auf erbgutverändernde Stoffe ausgedehnt [16].
1997	Aufhebung der TRK-Liste in der TRGS 102. Die TRK werden nur noch in der TRGS 900 geführt. Die Begründungen werden in die neue TRGS 901 aufgenommen. Die TRGS 102 enthält nur noch das TRK-Konzept [17].
1998	Beschluss des Ausschusses für Gefahrstoffe (AGS), Luftgrenzwerte nach dem TRK-Konzept aufzustellen, wenn neu festgelegte MAK-Werte nicht eingehalten werden können [18].
1999	Veröffentlichung des ersten Luftgrenzwertes nach dem TRK-Konzept für einen Stoff (Triethylamin), dessen neuer MAK-Wert nach dem Stand der Technik in einigen Bereichen nicht eingehalten werden kann [19].
2004	30 Jahre nach der Veröffentlichung wird das TRK-Konzept abgelöst durch das neue risikobasierte AGW-Konzept der neuen Gefahrstoffverordnung.

piell keine Konzentrationswerte angeben lassen, die mit Sicherheit nicht zu einer Risikoerhöhung führen. Forderungen nach einer nicht nachweisbaren Exposition lassen sich aber bei den meisten krebserzeugenden Arbeitsstoffen nur durch ein Verbot des Umgangs mit diesen Stoffen realisieren. Solange der Ersatz eines krebserzeugenden Stoffes nicht oder noch nicht möglich ist, blieb als realistische Regelung für die Praxis beim Umgang mit diesen Stoffen die Risikominimierung über Toleranzwerte, an denen sich der Umfang der Schutzmaßnahmen – insbesondere aber die Sicherheitstechnik – orientieren konnte.

Bei einer Reihe von Tätigkeiten greift auch dieses Grenzwertkonzept der MAK- und TRK-Werte nicht, z. B. bei Reparatur- und Bauarbeiten. Hier ist die Formulierung von Schutzziele und -maßnahmen sinnvoll.

Eine Besonderheit der TRK bestand darin, dass, entsprechend dem bei verschiedenen Arbeitsverfahren erreichbaren unterschiedlichen Stand der Technik, für denselben Stoff ggf. unterschiedliche TRK festgelegt werden können. Beispiele hierfür sind Dieselmotoremissionen und Cobalt. Es liegt in der Natur der Sache, dass TRK mit Fortschreiten des Standes der Technik angepasst und abgesenkt wurden. Im Jahre 1996 ist der Aufgabenbereich des Unterausschusses (UA) V „Luftgrenzwerte“ des AGS erweitert worden. Danach wurden auch für erbgutverändernde Stoffe der Kategorien I bis III technisch abgeleitete Luftgrenzwerte nach dem TRK-Konzept erarbeitet. Auch für erbgutverändernde Stoffe können nämlich nach derzeitigen Erkenntnissen aufgrund der arbeitsmedizinisch-toxikologischen Daten keine Schwellenwerte für die Luftgrenzwertsetzung abgeleitet werden. Somit bot sich auch hier eine analoge Vorgehensweise wie bei den krebserzeugenden Stoffen an. Darüber hinaus hatte der UA V vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung (BMA) den Auftrag erhalten, die Übernahme von ausländischen Luftgrenzwerten in die TRGS 900 vorzubereiten. Diese übernommenen ausländischen Luftgrenzwerte waren hinsichtlich der nach der GefStoffV zu treffenden Maßnahmen den national oder von der EU erarbeiteten Luftgrenzwerten gleichgestellt. Zur Diskussion standen nur ausländische Luftgrenzwerte derjenigen Staaten, die anerkannte Arbeitsschutzorganisation etabliert hatten. Ausländische Luftgrenzwerte sollten nur dann übernommen werden, wenn für den Stoff kein nationaler oder EU-Luftgrenzwert vorlag bzw. in Vorbereitung war. Im Frühjahr 1997 wurden für 164 Stoffe ausländische Luftgrenzwerte als MAK in die TRGS 900 eingestellt. Die Begründungen für diese Grenzwerte wurden vom Berufsgenossen-

schaftlichen Institut für Arbeitsschutz – BGIA dokumentiert [20 bis 23].

Ab 1997 wurde auch bei den von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) erarbeiteten wissenschaftlich begründeten MAK-Werten vor deren Übernahme in das Technische Regelwerk darauf geprüft, ob neue oder abgesenkte Werte technisch erreichbar sind bzw. ob deren Anwendbarkeit in der Praxis gewährleistet ist. Gegebenenfalls musste vorübergehend von den wissenschaftlichen Vorgaben im sozialen Konsens abgerückt werden. Das TRK- und modifizierte MAK-Werte-Konzept wurde von den Sozialpartnern, den Aufsichtsbehörden sowie der Wissenschaft und unabhängigen Instituten akzeptiert.

### 3 Bedeutung der Stoffe mit technisch begründetem Luftgrenzwert in der Praxis

Um einen Überblick über die praktische Bedeutung der Stoffe mit technisch begründeten Luftgrenzwerten zu gewinnen, wurde die Messdatendokumentation MEGA, in die Messergebnisse aus den Mitgliedsbetrieben der gewerblichen Unfallversicherung, des Bundesverbandes der Unfallkassen und der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften einfließen, im Hinblick auf die Anteile von Analysen für Stoffe mit MAK-Wert und technisch begründeten Grenzwerten ausgewertet. Berücksichtigt wurden die Jahre 2003 und 2004. Der Anteil der Analysen für Stoffe mit technisch begründetem Luftgrenzwert beträgt 45 %. Diese Zahl muss in Bezug gesetzt werden zum Anteil der Grenzwerte mit technischer Ableitung von allen in der TRGS 900 geführten Grenzwerte.

In **Bild 2** ist die Entwicklung der Zahl der technisch abgeleiteten Grenzwerte dargestellt. Im Jahre 1975 wurde für Asbest erstmalig eine TRK festgelegt, damals noch als technischer Richtwert.

Bis zum Jahre 2004 wurden für 85 Stoffe Werte erarbeitet, wobei mit Fortentwicklung des Standes der Technik für einzelne Stoffe mehrfach Grenzwertanpassungen erfolgten. Drei technische Werte wurden aufgehoben (Asbest, Nickel-tetracarbonyl, Triethylamin).

Für krebserzeugende oder erbgutverändernde Stoffe der Kategorien 1 bis 3, die nach vorliegenden Informationen keine praktische Bedeutung (mehr) haben, für die aber im UA V des AGS bereits Daten zur Wirkung zusammengestellt worden waren, wurden so genannte Erläuterungspapiere erarbeitet (siehe Anhang TRGS 901). Diese enthielten den Hinweis, dass dem AGS mitgeteilt werden soll, falls dennoch

#### Anzahl TRK

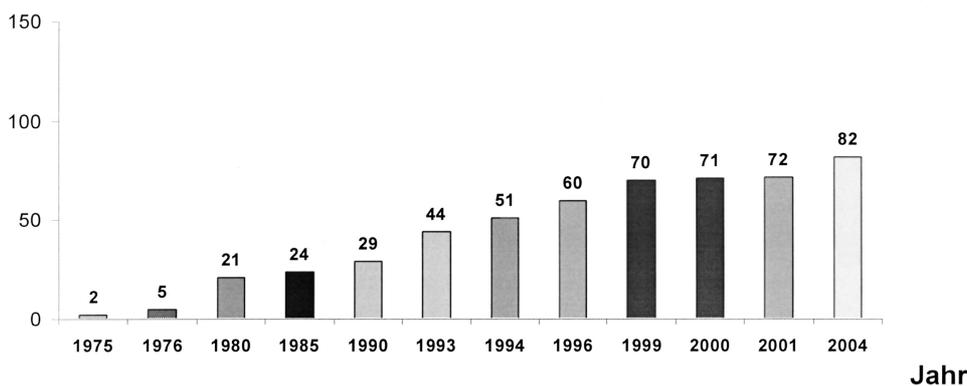
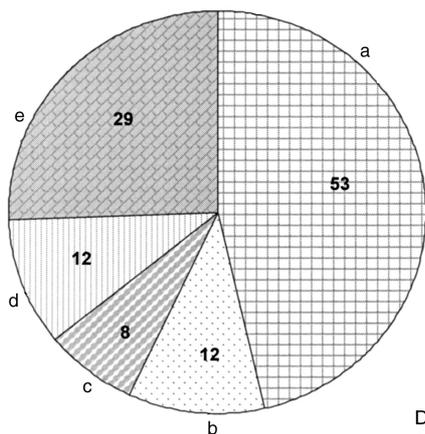


Bild 2. Entwicklung der Zahl technisch abgeleiteter Luftgrenzwerte.

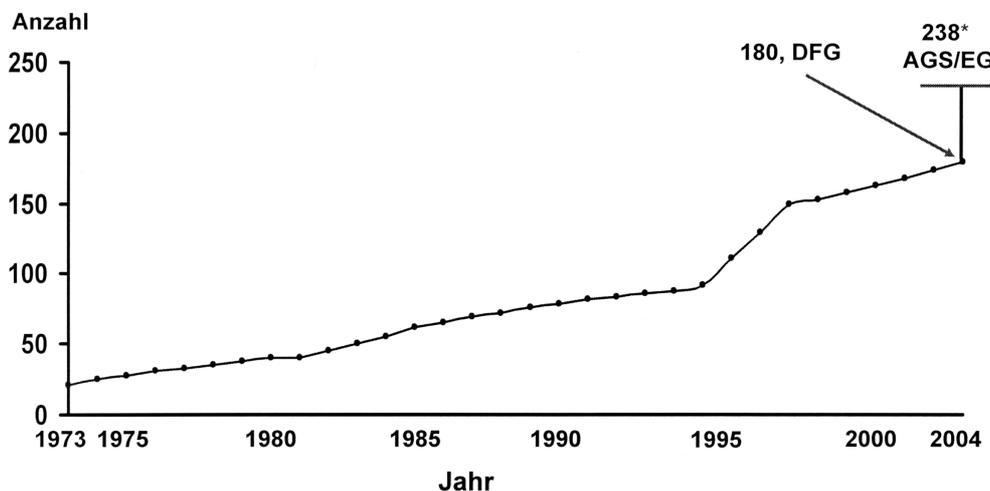


- a) TRK-Stoffe/Stoffgruppen krebserzeugend oder erbgutverändernd Kat. 1 oder 2
- b) Technische MAK krebserzeugend oder erbgutverändernd Kat. 3
- c) Technische MAK für Gemische
- d) Überprüfungen von DFG-Grenzwerten nach dem Stand der Technik
- e) Erläuterungspapiere für krebserzeugende oder erbgutverändernde Stoffe

Darüber hinaus Prüfung von 164 ausländischen Grenzwerten zwecks Übernahme in die TRGS 900

Gesamtzahl: 114 (Stand 2004)

Bild 3. Anzahl und Verteilung der Stoffbearbeitungen durch den UA V.



\*) ohne Kohle-, Erdöl- und Erdgasprodukte

Bild 4. Anzahl der als krebserzeugend bewerteten Stoffe.

Umgang mit diesem Stoff bekannt wird. Neben der Mitteilung über den Umgang sollten dabei auch Daten über die Höhe der Exposition zur Verfügung gestellt werden, so dass ggf. auf dieser Basis ein technisch begründeter Luftgrenzwert abgeleitet werden konnte. Die Erläuterungspapiere konnten auch Hinweise auf Messverfahren enthalten sowie einen Luftkonzentrationswert – kein Grenzwert –, der sich u. a. an der Nachweisgrenze des genannten Messverfahrens orientierte und arbeitsmedizinisch-toxikologische Erkenntnisse berücksichtigte. Dieser Luftkonzentrationswert sollte eine erste Orientierung für die technischen Maßnahmen für

den Fall geben, dass die Stoffe wieder industrielle Bedeutung erlangten.

Die über die Erarbeitung von TRK hinausgehenden Arbeiten des UA V werden zusammenfassend in Bild 3 dargestellt. Einbezogen sind hierbei z. B. technisch begründete MAK, Grenzwerte für Gemische und die so genannten Erläuterungspapiere für technisch nicht (mehr) bedeutsame krebserzeugende Stoffe.

Tabelle 2 zeigt die Entwicklung der Zahl der Arbeitsplatz-Luftgrenzwerte, differenziert nach MAK-Werte-Liste der DFG [24] und TRGS 900 [25].

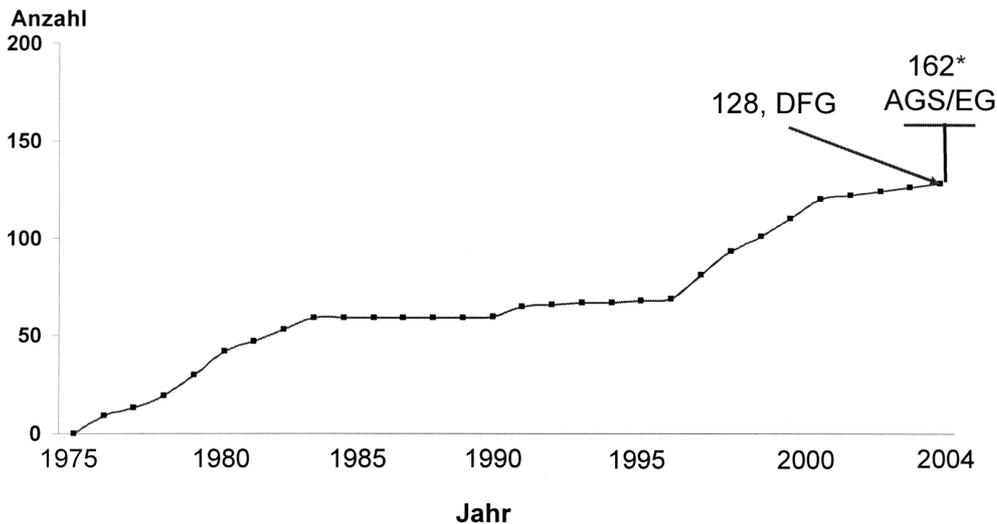
Tabelle 2. Entwicklung der Anzahl der Luftgrenzwerte.

Jahr	MAK-Werte-Liste (DFG)	Staatliches Regelwerk (TRGS 900; u. a. auch ARW, EU)
1973	327	327
1996	344	471
1997	350	645
1999	336	655
2000	328	656
2001	311	658
2004	296	662

In Verbindung mit Bild 4 und der Darstellung der Anzahl der als krebserzeugend bewerteten Stoffe wird deutlich,

- welchen Anteil die technisch abgeleiteten Grenzwerte an der Gesamtzahl haben,
- dass die Zahl der MAK-Werte wegen der Überprüfung aller Werte und Umstufungen leicht abgenommen hat,
- dass die Zahl der krebserzeugenden Stoffe (krebserzeugend, mutagen, reproduktionstoxisch) rasch zugenommen hat.

Mit 85 technisch abgeleiteten Grenzwerten liegt deren Anteil unter 15 %, wie aber weiter oben erwähnt, liegt der Anteil der berufsgenossenschaftlichen Analysen für Stoffe mit technisch abgeleitetem Grenzwert bei 43 %. Obwohl Substi-



\*) ohne Kohle-, Erdöl- und Erdgasprodukte

Bild 5. Anzahl der krebserzeugenden Stoffe.

tutionsbestrebungen und Verwendungsbeschränkungen – wenn auch nicht in dem gewünschten Ausmaß – zum Tragen gekommen sind, wird die wirtschaftliche Bedeutung dieser Stoffe durch die Zahl von 43 % deutlich. Gleichzeitig ist aber auch in den Bildern 4 und 5 die Zunahme der Zahl krebserzeugender Stoffe erkennbar, ein Trend, der sich in der Zukunft wahrscheinlich nicht abschwächen wird. Dies betrifft nicht nur neue Stoffe, sondern auch insbesondere eingeführte Stoffe, für die neue Erkenntnisse erlangt werden.

Einer der für die Praxis wichtigsten Grenzwerte ist der Allgemeine Staubgrenzwert, in dessen Geltungsbereich mehrere Millionen Arbeitsplätze fallen. Um eine sowohl wissenschaftlich abgesicherte als auch gleichermaßen praxisgerechte Konzeption zu erarbeiten, bedurfte es einer Reihe von Einzelfestlegungen und Hilfestellungen, die hier nicht alle wiederholt werden sollen [26].

Wie im Begründungspapier der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der DFG dargestellt, beruhen alle Messungen in den berücksichtigten Studien auf stationären Probenahmen, die „im Vergleich zur personenbezogenen Probenahme mit tragbaren Geräten tendenziell zu niedrige Konzentrationen ergeben“ [27]. Wahrscheinlich lagen die realen Arbeitsplatzkonzentrationen um den Faktor 2 bis 4 höher.

Da die Ableitung der MAK-Werte für die beiden Staubfraktionen aus Langzeitwerten erfolgte, die Grenzwerte der TRGS 900 jedoch die Schicht als Bezugszeitraum ausweisen, wurde für die Ableitung eines schichtbezogenen MAK-Wertes ein Faktor von  $K = 2$  benutzt, der angesichts realer Werte von 3 bis 6,4 in Staubexpositionsdaten eine große Sicherheit darstellt.

Die beiden genannten Punkte zeigen, dass der Begründung von Grenzwerten zugrunde liegende messtrategische Fragen bei der Ableitung von Grenzwerten nicht ausgeblendet werden dürfen.

Daneben musste sich der UA V auch mit der Frage nach dem Stand der Technik in den zahlreichen betroffenen Branchen auseinandersetzen. So wurden im Vorfeld der Grenzwertsetzung mehr als 100 000 Messdaten aufbereitet und allein 1998 mehr als 10 000 neue Messungen durchgeführt, um den Stand der Technik in den verschiedenen Branchen zu bestimmen. Hier zeigte sich für die alveolengängige Fraktion, dass in weiten Bereichen der Bau-, Steine- und Erdenindus-

trie ein gesundheitsbasierter Wert von  $5 \text{ mg/m}^3$  nicht dem Stand der Technik entspricht.

Nach einer langen und kontroversen Diskussion hat der UA V des AGS im sozialen Konsens den Allgemeinen Staubgrenzwert verabschiedet. Das Wertepaar von  $5 \text{ mg/m}^3$  für die alveolengängige Fraktion und  $10 \text{ mg/m}^3$  für die einatembare Fraktion, bezogen auf den Schichtmittelwert, ist in erster Näherung gesundheitsbasiert. Für die Ausnahmehereiche gemäß TRGS 900, Abschnitt 2.4.8 wurde unter Würdigung des Standes der Technik ein Grenzwert von  $6 \text{ mg/m}^3$  für die alveolengängige Fraktion gesetzt.

Die beiden MAK-Werte sind gemäß ihrer toxikologisch-arbeitsmedizinischen Ableitung für alle unlöslichen Stäube anzuwenden, die nicht anderweitig reguliert sind, oder für Mischstäube.

Von ihrer wissenschaftlichen Ableitung her gelten sie nicht für

- lösliche Partikeln,
- ultrafeine Partikelfractionen,
- grobdisperse Partikelfractionen.

Da der Gießereibereich für die epidemiologische Ableitung eine wesentliche Rolle spielte und hier ultrafeine Partikeln auftreten, wurde eine Wirkung der ultrafeinen Partikeln unter dem Allgemeinen Staubgrenzwert subsummiert.

Unter den genannten Voraussetzungen erhält der Allgemeine Staubgrenzwert den Charakter einer universellen Obergrenze. In seinen Geltungsbereich fallen nahezu alle Arbeitsplätze mit Staubexposition. Dies erklärt einerseits die langwierige Diskussion im UA V und gibt der Verabschiedung des Allgemeinen Staubgrenzwertes im sozialen Konsens seine besondere Bedeutung.

#### 4 Überlegungen in Zusammenhang mit einem Konzept für risikobasierte Luftgrenzwerte

Während in der neuen GefStoffV im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit MAK-Stoffen unter Einbeziehung von Messungen auf bewährte Strategien zurückgegriffen werden kann, sind bei Tätigkeiten mit Stoffen ohne AGW neue Konzepte zu entwickeln und auf ihre Praxis-tauglichkeit zu prüfen. Aufgrund der großen Bedeutung, die Stoffe mit technischen Grenzwert – wie oben ausgeführt – in der betrieblichen Praxis haben, ist es geboten, in diesen

Fällen rechtzeitig über geeignete Konzepte zur Gefährdungsbeurteilung zu verfügen und insbesondere die zukünftige Grenzwertstruktur zu entwickeln. Dabei ist es unerlässlich, einen Überblick über die Stoffe und Stoffgruppen zu bekommen, die nach dem Konzept der Verordnung nicht mit einem AGW in Form eines Schwellenwertes versehen werden können.

Bei Einführung risikobezogener Grenzwerte müssen zunächst toxikologisch-epidemiologische Informationen verfügbar gemacht werden. Wenn dies nicht sofort für alle in Betracht kommenden Stoffe möglich ist, dann doch mit einer zeitlichen Staffelung. Hierbei ist zu fordern, dass die Daten Mindestqualitätsanforderungen genügen.

Viel schwieriger wird es sich womöglich gestalten, ein akzeptables Risiko im gesellschaftlichen Konsens zu erarbeiten.

#### **4.1 Gemische**

Das Auftreten einer Vielzahl von Einzelstoffen ist an Arbeitsplätzen der Regelfall. Dies kann durch den Einsatz einer bekannten Mischung von Einzelstoffen, den sukzessiven Einsatz mehrerer Einzelstoffe, das Entstehen oder Freisetzen von Stoffgemischen oder durch die von vornherein vorgesehene Verwendung eines komplexen Gemisches gekennzeichnet sein. Zu Letzteren zählen z. B. die in der Praxis weit verbreiteten Kühlschmierstoffe. Im Durchschnitt der letzten zehn Jahre waren z. B. 15 % der anerkannten Berufskrankheiten in der Schweiz auf Kühlschmierstoffe zurückzuführen [28]. Für bekannte Einzelstoffe in Kühlschmierstoffen können AGW abgeleitet werden, allerdings praktisch nicht für die vielen in Betrieben gebräuchlichen, individuell zubereiteten Gemische. Die bisherige Standardisierung, die in der Praxis noch beherrschbar war, machte die Ableitung geeigneter Schutzmaßnahmen möglich.

Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für Kühlschmierstoffe müssten sich zukünftig an einem geeigneten Beurteilungsmaßstab orientieren, der aber auf toxikologisch-arbeitsmedizinischer Basis nicht ableitbar ist.

Nicht nur die VSK für Kühlschmierstoffe, sondern ein Großteil der vorliegenden VSK wäre ohne eine Übergangslösung nicht mehr anwendbar, da sie sich auf Stoffe mit technischem Grenzwert beziehen. Für die Ableitung von Maßnahmen zur Erreichung eines adäquaten Schutzniveaus müsste aber ein Vergleichsmaßstab verfügbar sein. Dies könnte durch Bezugnahme auf Maßnahmen in Verbindung mit den bisherigen technisch abgeleiteten Grenzwerten erfolgen.

In der Summe der verwendeten Einsatzmaterialien stellen die Fasern ein Gemisch von Materialien unterschiedlichster Bioverfügbarkeit dar. Auch wenn im Einzelfall jeweils ein definiertes Produkt bzw. wenige Einzelprodukte zur Anwendung kommen, so würde doch im Idealfall jedes Material durch eine spezielle biologische Wirksamkeit gekennzeichnet sein. Dies durch Grenzwerte abdecken zu wollen, ist ein nicht zu leistendes Unterfangen. Das bisherige Grenzwertkonzept für Fasern hat eine begrenzte Pauschalierung in Kauf genommen. Die Erarbeitung von VSK und die Beschreibung von Schutzmaßnahmen auf der Basis von Erfahrungen in ähnlich gelagerten Fällen würde eine Pauschalierung ohne vorrangige wissenschaftliche Fundierung sowie einen sozialpolitischen Konsens erforderlich machen.

#### **4.2 Stoffe mit EG-Grenzwert oder Grenzwert in einer Schutzmaßnahmen-TRGS**

Für einige Stoffe existieren „EG-binding limit values“, die national unterschritten werden können, die aber in Zusammenhang mit den relevanten EG-Richtlinien ein abgestimmtes Gesamtsystem darstellen. Bei diesen Stoffen ohne Wirkschwelle müsste geprüft werden, ob der EU-Grenzwert ein akzeptables Risiko darstellt. Die Diskussion darüber hat in Deutschland noch nicht begonnen. In jedem Fall bedarf es hierzu einer Klärung durch verbindliche Interpretation der Gefahrstoffverordnung, ebenso wie in den Fällen, in denen ein Grenzwert in einer Schutzmaßnahmen-TRGS eigenständig abgeleitet ist (z. B. für Asbest, Isocyanate).

#### **4.3 Stoffe mit ubiquitärem Vorkommen**

Sehr viele der krebserzeugenden Stoffe sind durch ubiquitäres Vorkommen gekennzeichnet. Beispiele sind Dieselmotoremissionen, Benzol, Fasern (u. a. auch Asbest), Quarz-A-Staub und Blei. Diese Stoffe dürfen nicht nur im Hinblick auf das akzeptable Risiko beurteilt werden, vielmehr muss die Frage beantwortet werden, wie in diesen Fällen die zulässige Arbeitsplatzkonzentration im Vergleich zur Umweltbelastung unter Einbeziehung von Informationen zum Risiko abgeleitet wird.

#### **4.4 Stoffe mit risikobezogenen Grenzwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze eines anerkannten Messverfahrens**

Zwar sind Grenzwerte unterhalb von Bestimmungsgrenzen formulierbar, es stellt sich aber die Frage, wie geeignete Schutzmaßnahmen begründet sind und überwacht werden könnten. Würden Grenzwerte erarbeitet, die unterhalb der Bestimmungsgrenzen von Messverfahren lägen, müsste ein gesellschaftlicher Konsens darüber herbeigeführt werden, mit welcher Konzeption eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und Schutzmaßnahmen abgeleitet werden. Hier ist nicht in jedem Fall Handlungsbedarf gegeben, aber insbesondere dann, wenn einem Stoff eine große wirtschaftliche Bedeutung zukommt. In Einzelfällen, wie z. B. der Kopierer- und Drucker-Prüfung in Prüfkabinen mit Reinluftzuführung bei Installation spezieller Probenahmegeräte, sind Baumusterprüfungen möglich, die einen Eindruck über Konzentrationsniveaus unterhalb der mit Routinegeräten ermittelbaren Bestimmungsgrenzen geben. Ist eine solche Möglichkeit nicht verfügbar, muss ggf. bei Schutzniveaus unterhalb der Bestimmungsgrenze im sozialpolitischen Konsens die Beschreibung von Schutzmaßnahmen vorgenommen werden, ohne dass man aber im Einzelfall weiß, mit welchem Risiko die Beschäftigten konfrontiert sind. Individuelle Lösungen einzelner Firmen wären nur schwer hinsichtlich der Wirksamkeit einzuschätzen.

## **5 Ausblick**

Wenn Grenzwerte abgeleitet werden, ist zu bedenken, dass die in jedem Fall anzuwendende Messstrategie einen viel größeren Einfluss auf die Beurteilung und damit auf das Expositionsniveau hat als der numerische Wert des Grenzwertes. Beispiele sind nicht nur die Frage von Langzeit- und Schichtmittelwert, sondern auch die Frage, wie verkürzte Expositionen innerhalb einer Schicht über einen Bewertungsindex erfasst werden. Je nach der zur Grenzwertableitung angewendeten Messstrategie wird die Grenzwertehöhe um Größenordnungen beeinflusst.

Bislang spielten für die Ableitung von technisch begründeten Luftgrenzwerten

- der Stand der Verfahrens-, Erfassungs- und Lüftungstechnik,
  - das Messverfahren und
  - die Messstrategie,
- eine wichtige Rolle, ergänzt um
- arbeitsmedizinische
  - toxikologische und
  - epidemiologische Erkenntnisse.

Diese Aspekte werden auch in Zukunft bei der Ableitung risikobasierter Grenzwerte unverzichtbar sein; allerdings werden sie in für die Grenzwertsetzung mit risikobezogener Ausprägung anderer Gewichtung zur Anwendung kommen, wobei arbeitsmedizinische, toxikologische und epidemiologische Grundlagen zukünftig im Vordergrund stehen.

## 6 Zusammenfassung

Risikobasierte Grenzwerte und Präventionskonzepte sind im Grundgedanken der gesetzlichen Unfallversicherung verankert und werden mit allen geeigneten Mitteln unterstützt. Dabei sind bestimmte Randbedingungen zu beachten, die für eine wirkungsvolle Umsetzung und Anwendung unerlässlich sind:

1. Eine Mindestqualität der für die Risikoermittlung verfügbaren wissenschaftlichen Daten muss gewährleistet sein einschließlich evtl. vorliegender Messergebnisse von Arbeitsplatzbeurteilungen.
2. Wenn alternativ Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW), Schutzmaßnahmenkonzepte oder verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) gemäß GefStoffV angewendet werden, ist ein einheitliches Schutzniveau anzustreben.
3. Bei Zuhilfenahme von Grenzwerten im Sinne der AGW mit risikobasierter Ausprägung für krebserzeugende oder erbgutverändernde Stoffe, aber auch für Gemische, für die Schwellenwerte nicht abgeleitet werden können, müssen einheitliche Kriterien für deren Ableitung zum Tragen kommen. Dies beinhaltet toxikologische, arbeitsmedizinische, epidemiologische, messstrategische und analytische Gesichtspunkte. Die Bedeutung der analytischen Machbarkeit (Nachweisbarkeit) und ein ggf. ubiquitäres Vorkommen werden bei den aus toxikologisch-epidemiologischer Sicht abgeleiteten Grenzwerten zunehmend eine bedeutsame Rolle spielen.
4. Es muss eine gesellschaftlich tragfähige Übereinkunft zum akzeptablen Risiko erarbeitet werden.
5. Da letztendlich auch wirtschaftliche Gründe bzw. die Unverzichtbarkeit bestimmter Stoffe und Verfahren eine Rolle spielen werden, muss ein ausgewogener Abwägungsprozess im Einzelfall stattfinden. Dieser sollte sich an den Maßgaben des AGS orientieren. Für die Entscheidungsfindung im Rahmen des Risikomanagements ist es wichtig, neben der Verminderung des Risikos, das der zu ersetzende Gefahrstoff verursacht hat, auch etwaige neue Risiken durch den Ersatzstoff kennen zu lernen. Hierzu sollten dem Ist-Zustand mehrere alternative Szenarien bzw. Handlungsoptionen den Entscheidungsaspekten gegenübergestellt werden. Zu Letzteren zählen: Risiken für Leben und Gesundheit, Fallzahlen, Kosten, Nutzen, Auswirkung auf Beschäftigungszahlen, Garantenstellung, Wettbewerbsvorteil durch Innovation, Verfügbarkeit von Ersatzlösungen.

6. Das Konzept der risikobasierten Grenzwerte für krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe sollte im europäischen und internationalen Rahmen weiterentwickelt werden. Es ist nicht wünschenswert, dass im Ausland Industrien an Bedeutung gewinnen, die unter Bedingungen arbeiten, die in Deutschland nicht mehr akzeptiert werden. Hieraus könnten sich zudem konkrete Gefährdungen entwickeln, wenn Importwaren auf dem Markt sind, deren Einsatz und Anwendung zu nicht akzeptablen Risiken führen.

### Literatur

- [1] MAK-Werte 1973. Arbeitsschutz (1973) Nr. 9, S. 372.
- [2] *Woitowitz, H.-J.*: Asbest: Gelöste und ungelöste Probleme. In: Wissenschaftliche Grundlagen zum Schutz vor Gesundheitsschäden durch Chemikalien am Arbeitsplatz. Hrsg.: Deutsche Forschungsgemeinschaft. Harald Boldt 1981.
- [3] *Schütz, A.*: Technische Richtkonzentrationen für krebserzeugende Arbeitsstoffe. Die BG (1977) Nr. 7, S. 298-301.
- [4] Technische Richtkonzentration (TRK) für gefährliche Arbeitsstoffe – Allgemeine Begriffsbestimmung und Technische Richtkonzentration (TRK) für Benzol. Arbeitsschutz (1974) Nr. 5, S. 170.
- [5] Technische Richtkonzentration (TRK) für Vinylchlorid. Arbeitsschutz (1975) Nr. 4, S. 127.
- [6] Technische Regeln für gefährliche Arbeitsstoffe (TRGA 101): Begriffsbestimmungen und TRGA 102 Blatt 1 Technische Richtkonzentration (TRK) für Vinylchlorid. Arbeitsschutz (1976) Nr. 7/8, S. 269-270.
- [7] Technische Regeln für gefährliche Arbeitsstoffe (TRGA 102): Technische Richtkonzentrationen (TRK) für gefährliche Arbeitsstoffe. Arbeitsschutz (1977) Nr. 6, S. 12-128.
- [8] Technische Regeln für gefährliche Arbeitsstoffe (TRGA 102): Technische Richtkonzentrationen (TRK) für gefährliche Arbeitsstoffe. BArbBl. (1979) Nr. 9, S. 128-130.
- [9] Technische Regeln für gefährliche Arbeitsstoffe (TRGA 401 Blatt 1): Messung und Beurteilung von Konzentrationen giftiger oder gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe in der Luft „Anwendung von Technischen Richtkonzentrationen (TRK)“. BArbBl. (1979) Nr. 11, S. 72-78.
- [10] Beurteilungszeitraum für TRK-Werte wird geändert. Die BG (1985) Nr. 8, S. 445.
- [11] Bekanntmachung des BMA vom 8. Oktober 1986 über die Aufhebung der TRGA 401 Blatt 1. BArbBl. (1986) Nr. 11, S. 91.
- [12] Änderungen und Ergänzungen der TRGS 102. BArbBl. (1992) Nr. 9, S. 55-59.
- [13] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 102): Technische Richtkonzentrationen (TRK) für gefährliche Arbeitsstoffe. BArbBl. (1993) Nr. 9, S. 66-70.
- [14] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 102): Technische Richtkonzentrationen (TRK) für gefährliche Arbeitsstoffe. BArbBl. (1996) Nr. 6, S. 61-65.
- [15] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 900): Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz „Luftgrenzwerte“. BArbBl. (1996) Nr. 10, S. 106-128.
- [16] Ankündigung von Grenzwerten, Liste 3. BArbBl. (1996) Nr. 12, S. 128.
- [17] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 901): Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz. BArbBl. (1997) Nr. 4, S. 42-44 und S. 57.
- [18] *Pflaumbaum, W.*: Neues Verfahren für die Übernahme von Luftgrenzwerten in die TRGS 900. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 58 (1998) Nr. 9, S. 347.
- [19] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 900): Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz „Luftgrenzwerte“. BArbBl. (1999) Nr. 9, S. 59.
- [20] *Brüggemann-Priesshoff, H.; Nies, E.*: Wissenschaftliche Begründungen

für Luftgrenzwerte und Einstufungen von gefährlichen Arbeitsstoffen  
In: aaa Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz aktuell. MAK-Werte und BAT-Werte, 52. Lfg. 8/2003, S. 125-248. Urban & Fischer, München 1983 – Losebl.-Ausg.

- [21] Nies, E.; Pflaumbaum, W.; Brüggemann, H.; Blome, H.; Mangelsdorf, I.; Keller, D.: Ausländische Grenzwerte in der TRGS 900. Zbl. Arbeitsmed. 49 (1999) Nr. 2, S. 38-53.
- [22] Nies, E.; Pflaumbaum, W.; Keller, D.: Weltweite Kooperation. BARbBl. (1999) Nr. 6, S. 20-22.
- [23] Pflaumbaum, W.: Gefahrstoffe: Grenzwerte. ESV-Arbeitstransparenz zur Arbeitssicherheit. Berlin: Erich Schmidt 2000.
- [24] MAK- und BAT-Werte-Liste 2001. Hrsg.: Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Deutsche Forschungsgemeinschaft. Weinheim: Wiley-VCH 2001.
- [25] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz (Luftgrenzwerte) (TRGS 900). BARbBl. (2000) Nr. 10, S. 34-63 in der Fassung vom Juli 2004. BARbBl. (2004) Nr. 7/8, S. 65.
- [26] Barig A.; Blome H.: Allgemeiner Staubgrenzwert. Teil 1: Allgemeines. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 59 (1999), Nr. 7/8, S. 261-265. Teil 2: Arbeitsplatzexposition, Aspekte der praktischen Umsetzung. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 59 (1999), Nr. 11/12, S. 409-417. Teil 3: Rechtliche Bestimmungen, allgemeine Hinweise, Kommentar zur Anwendung und zum Anwendungsbereich. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 61 (2001), Nr. 11/12, S. 487-492. Teil 4: Spezielle Probleme und Aspekte. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 62 (2002), Nr. 1/2, S. 37-43. Sonderdruck zu bestellen unter: bgia-info@hvbv.de
- [27] Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe: Allgemeiner Staubgrenzwert. Nachtrag 1997, S. 1-32. In: Greim, H. (Hrsg.): Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe. Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten. Weinheim: Verlag Chemie 1997.
- [28] Anerkannte Berufskrankheiten durch Kühlschmiermittel in der Schweiz. Schweizerische Unfallversicherung – SUVA, Bern (persönliche Mitteilung).

## Aktuelles

### Broschüre Gefahrstoffe – Hilfen für Prävention und Rehabilitation

Der Umgang mit Gefahrstoffen am Arbeitsplatz kann die Ursache für die Entstehung von schwerwiegenden Berufskrankheiten und von Arbeitsunfällen sein. Die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) hat diesen Zusammenhang insbesondere für Beschäftigte in Friseursalons und Schädlingsbekämpferbetrieben, aber auch in vielen Krankenhäusern und Apotheken bereits früh bei der Erstellung von Gefährdungsermittlungen aufgedeckt. Es zeigte sich aber auch, dass es kaum Arbeitsplätze in Einrichtungen des Gesundheitsdienstes und der Wohlfahrtspflege gibt, an denen Beschäftigten nicht durch den Umgang mit problematischen Stoffen gefährdet sind oder künftig durch neue Produkte gefährdet sein könnten. Mit der vorliegenden Broschüre stellt der Fachbereich Gefahrstoffe der BGW allen Interessierten auch die Ergebnisse seiner Arbeit aus den letzten zehn Jahren vor. Das Ziel dieser Broschüre ist es, Beschäftigte im Gesundheitsdienst und der Wohlfahrtspflege über Risiken, die aus dem Umgang mit Gefahrstoffen resultieren können, zu informieren. Sie kann kos-

tenlos im Internetauftritt der BGW unter der Rubrik Kundenzentrum/Medienangebote/Publicationen allgemein heruntergeladen werden.  
[www.bgw-online.de](http://www.bgw-online.de)

### Prävention von Nadelstichverletzungen

Nadelstich- und Schnittverletzungen stellen beim medizinischen und Pflegepersonal durch die mit ihnen verbundene Infektionsgefahr ein Gesundheitsrisiko für die Betroffenen dar. Besonders die Infektionen mit Hepatitis B oder C oder dem HI-Virus können schwere und z. T. chronische Erkrankungen bei den betroffenen Personen verursachen, die wiederum mit hohen Folgekosten verbunden sind. Zur Vermeidung bzw. Reduzierung der Nadelstichverletzungen wurden seit den 90er Jahren verschiedene präventive Maßnahmen durchgeführt. Diese Präventionsansätze werden hinsichtlich ihrer Effektivität unterschiedlich beurteilt. In einem Kooperationsprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA), der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) und des Hauptver-

bands der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) wird seit November 2004 eine Metaanalyse mit dem Titel „Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von präventiven Maßnahmen zur Vermeidung von Nadelstichverletzungen bei Beschäftigten in Gesundheitsberufen“ durchgeführt. Dabei soll in einem ersten Schritt eine Übersicht über die Epidemiologie der beruflichen Nadelstichverletzungen erstellt werden, um Aussagen über die Verbreitung und Art der Verletzungen machen zu können. In einem zweiten Schritt sollen die vorhandenen Präventionsprogramme zur Reduzierung von Nadelstichverletzungen im Gesundheitswesen zusammengestellt und deren Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit evaluiert werden. Dabei soll der Schwerpunkt auf den Einsatz von sicheren Instrumenten gesetzt werden.

Aus den Ergebnissen werden Hinweise für die Implementierung neuer verletzungsarmer Systeme in Deutschland erwartet. Daraus sollen entsprechende Verhaltensempfehlungen für den Einsatz von Nadeln und Kanülen abgeleitet werden. Das Thema der Nadelstichverletzungen wurde auch in einer Kleinen Anfrage von Parlamentariern des Deutschen Bundestages im Dezember 2004 aufgegriffen.