

## BG/BGIA-Report

# **Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Stoffen ohne Arbeitsplatzgrenzwert**



HVBG

Hauptverband der  
gewerblichen  
Berufsgenossenschaften

Verfasser: Helmut Blome  
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA  
Sankt Augustin

Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG)  
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA  
Alte Heerstr. 111, D-53754 Sankt Augustin  
Telefon: +49 / 02241 / 231 – 01  
Telefax: +49 / 02241 / 231 – 1333  
Internet: [www.hvbg.de](http://www.hvbg.de)  
– Juli 2005 –

ISBN: 3-88383-683-4

# **Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Stoffen ohne Arbeitsplatzgrenzwert**

## **Kurzfassung**

Die Gefahrstoffverordnung ist darauf angelegt, auch grenzwertfrei angewendet zu werden. Mit dem gleichzeitigen Entfallen der TRK-Werte (TRK; Technische Richtkonzentration) ist im Bereich der betrieblichen Anwendung praktisch bedeutsamer Stoffe eine Lücke entstanden und ein Bedarf nach Hilfestellungen gegeben. Mit diesem Report werden Informationen zum Stand der Technik und zu bewährten Maßnahmen zur Minimierung für ausgewählte Stoffe und Verfahren gegeben. Für die Anwendung der Gefahrstoffverordnung sind auch die analytische Bestimmbarkeit von Stoffen und Risikoüberlegungen bedeutsam. Deshalb wurden Angaben hierzu in diesen Report aufgenommen.

# **Helpful suggestions on assessing hazards and on applying protective measures for occupations involving substances lacking workplace threshold limits**

## **Abstract**

The Ordinance on hazardous substances (Gefahrstoffverordnung) is designed to be used even without threshold values. As the TRK (technical exposure limits) values became inapplicable, an information void arose in the field of important substances used at the workplace, requiring further guidance. This report offers information on the latest state of the art in technology and on proven methods of minimising hazards from selected substances and processes. Applying the Ordinance on hazardous substances requires that substances can be identified analytically and considered in terms of the risks they pose. The report thus provides data in this field.

# **Aides pour l'évaluation des risques et mesures de protection recommandées pour les activités impliquant la mise en œuvre de substances sans valeur limite**

## **Résumé**

La réglementation relative aux substances dangereuses a été conçue pour être appliquée également sans valeur limite. Ainsi, la suppression des valeurs TRK (TRK : « Technische Richtkonzentration », concentration technique recommandée) a créé une lacune et un besoin d'explications dans le domaine de l'application industrielle de substances ayant une importance pratique. Ce compte rendu contient des informations sur l'état de la technique et sur des mesures éprouvées de minimisation pour des substances et des procédés sélectionnés. Pour l'application de la réglementation relative aux substances dangereuses, il faut également tenir compte de la possibilité de dosage analytique des substances et de considérations sur les risques. C'est pourquoi des indications ayant trait à ces thèmes ont été intégrées à ce compte rendu.

# **Ayudas prácticas para la evaluación de riesgos y recomendaciones para medidas de protección al trabajar en presencia de sustancias sin valor límite**

## **Resumen**

La "Gefahrstoffverordnung" (Directiva Sustancias Peligrosas) está concebida para ser aplicada también sin la existencia de valores límite. Con la supresión simultánea de los valores TRK (en sus siglas en alemán - valores técnicos indicativos de concentración) se originó un vacío relativo a una serie de sustancias importantes en el marco de la práctica empresarial, generando la necesidad de contar con ayudas prácticas para dichas sustancias. El Report brinda información, acerca del estado actual de la técnica y de medidas probadas para minimizar los efectos, para sustancias y procedimientos seleccionados. Por ser significativas para la aplicación de la Directiva Sustancias Nocivas, el Report también incluye indicaciones con relación a la determinación analítica de sustancias y la evaluación de riesgos.

## Danksagung

An der Erarbeitung dieses Reports haben die Mitglieder des berufsgenossenschaftlichen Koordinierungskreises für Gefahrstoffe (KOGAS)

Dr. *Klaus Bartels*, Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie,  
Dipl.-Ing. *Ulrich Berg* und Dipl.-Ing. *Wolfgang Stroh*, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft,  
Prof. Dr. *Thomas Brüning*, Berufsgenossenschaftliches Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin (BGFA)  
Dipl.-Ing. *Helmut Ehnes* und Dipl.-Ing. *Hansmartin Reimann*, Steinbruchs-Berufsgenossenschaft  
Dr. *Karlheinz Guldner*, Berufsgenossenschaft der keramischen und Glas-Industrie  
Dr. *Gamze Güzal-Freudenstein*, Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften  
Dr. *Robert Kellner*, Bundesverband der Unfallkassen (BUK),  
Dr. *Reinhard Rothe*, Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten  
Dipl.-Ing. *Günter Sonnenschein*, Maschinen- und Metall-Berufsgenossenschaft,  
Dr.-Ing. *Valerie Wilms*, Berufsgenossenschaft der Straßen-, U- und Eisenbahnen  
Dr. *Joachim Wolf*, Holz-Berufsgenossenschaft  
Dr. *Stefan Dreller*, Dr. *Heinz Otten*, Dr. *Ulrich Pällmann*, Dr. *Ulrich Welzbacher*,  
Berufsgenossenschaftliche Zentrale für Sicherheit und Gesundheit (BGZ) des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG)

und Mitarbeiter des berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitsschutz – BGIA

Dr. *Roger Stamm*, Dr. *Eberhard Nies*, Dr. *Thomas Smola*, *Stefan Gabriel*,  
Dr. *Norbert Lichtenstein*, Dr. *Jens-Uwe Hahn*, Dr. *Dietmar Breuer*, Dr. *Markus Mattenkloß*  
Dr. *Horst Kleine*, Dr. *Markus Berges*, Dipl.-Ing. *Wolfgang Pfeiffer*,  
Dr. *Nadja von Hahn*, Dipl.-Ing. *Thomas von der Heyden*, Dr. *Peter Paszkiewicz*,  
Dipl.-Ing. *Karl-Ernst Buchwald*  
Dr. *Wolfgang Pflaumbaum*

sowie

Dipl.-Ing. *Norbert Kluger*, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (GISBAU),  
Dr. *Thomas Brock*, Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie,

mitgearbeitet.





# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>2</b> | <b>Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung<br/>und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>3</b> | <b>Angaben zu einzelnen Stoffen, Verfahren und Arbeitsbereichen.....</b>   | <b>33</b> |
| 3.1      | Liste der nicht mehr geltenden Luftgrenzwerte der TRGS 900.....  | 33        |
| 3.2      | Produktinformationen zu Bauprodukten/Bauchemikalien<br>über GISCODEs .....   | 43        |
| 3.3      | Hinweise zum Stand der Technik für Tätigkeiten mit<br>Cobalt und seinen Verbindungen (Mindeststandards).....   | 49        |
| 3.3.1    | Messverfahren .....  | 50        |
| 3.3.2.   | Herstellung und Verwendung .....   | 50        |
| 3.3.3    | Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen .....  | 51        |
| 3.4      | Füll- und Abwiegévorgänge für partikelförmige Stoffe.....  | 59        |
| 3.5      | Herstellerhinweise zu Isocyanaten und Hilfen des BGIA<br>zur Gefährdungsbeurteilung (insbesondere TDI, NDI) .....  | 59        |
| 3.6      | Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der Metallbearbeitung –<br>BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen –<br>Handlungshilfen und Informationen auf CD-ROM ..... | 62        |
| 3.7      | BG/BGIA-Empfehlungen „Laboratorien im Sinne der BGR 120“ .....   | 63        |
| 3.7.1    | Arbeitsverfahren .....   | 64        |
| 3.7.2    | Gefahrstoffmengen .....  | 64        |
| 3.8      | Naphthalin.....  | 65        |
| 3.9      | Zuordnung der Schutzstufen bei der Herstellung,<br>Be- und Verarbeitung von Nickellegierungen.....   | 70        |
| 3.10     | Arbeitsschutz bei erhöhten Ozonkonzentrationen im Freien .....   | 74        |
| 3.10.1   | Messung der Ozonkonzentration .....  | 75        |
| 3.10.2   | Ozonkonzentration auf Baustellen .....   | 75        |
| 3.10.3   | Arbeitsschutzmaßnahmen .....   | 76        |
| 3.10.4   | Einstufung/Kennzeichnung .....   | 77        |
| 3.11     | Hinweise zum Stand der Technik für<br>Tätigkeiten mit Schweißrauchexposition.....  | 77        |
| 3.11.1   | Allgemeine Hinweise .....  | 77        |
| 3.11.2   | Vorkommen .....  | 79        |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.11.3 | Entstehungsprozesse und Partikelgrößen .....   | 79 |
| 3.11.4 | Messverfahren .....  | 80 |
| 3.11.5 | Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen .....  | 81 |
| 3.12   | Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung bei der<br>Verwendung von Schweißrauchabsauggeräten .....                     | 87 |
| 3.13   | Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung bei der<br>Verwendung von Druckern, Kopierern und Multifunktionsgeräten ..... | 89 |
| 3.14   | Vinylchlorid .....   | 91 |
| 3.15   | Gefährdung durch Hautkontakt .....   | 92 |



## 1 Einleitung

Die neue Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [1] erfordert verstärkt eigenverantwortliches Handeln und Entscheiden der Betriebe, u. a. auch mit Blick auf die Gefährdungsbeurteilung und die Ableitung von Maßnahmen in gefährdungsorientierter Abstufung. Für krebserzeugende und erbgutverändernde Stoffe wird es keine Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) und auch keine technischen Grenzwerte mehr geben, die als Beurteilungsmaßstab herangezogen werden können. Der Arbeitsschutz muss jedoch an dieser Stelle keineswegs völlig neu anfangen, denn für die praktische Anwendung liegen bereits wertvolle Informationen vor. Mit diesem BG/BGIA-Report und den darin gegebenen Hinweisen wollen die Berufsgenossenschaften den Anwendern der Verordnung praxisnahe, verständliche Hilfestellungen an die Hand geben. In dieser Auflage des Reports werden vornehmlich diejenigen Stoffe behandelt, für die aufgrund der Analysenzahlen im Berufsgenossenschaftlichen Messsystem Gefahrstoffe – BGMG [2] ein besonderer Ermittlungsbedarf besteht. Vielfach wurde auch der Wunsch geäußert, einen Bewertungsmaßstab und eine Orientierung z. B. für die Prüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verfügung zu haben. Dem wurde, wenn möglich, in diesem Report mit der Maßgabe Rechnung getragen, dass die Vorgaben der neuen GefStoffV beachtet werden.

Bei entsprechendem Interesse ist daran gedacht, die hier gegebenen Hilfen auszuweiten und weitere Stoffe sowie Verfahren aufzunehmen. Alle hier abgehandelten Stoffe und Verfahren sind in Tabelle 1 (siehe Seite 15 ff.) zusammengefasst.

- ❑ In Spalte 1 sind in alphabetischer Reihenfolge Stoffe – insbesondere solche, für die der bisherige Grenzwert entfallen ist – und Verfahren bzw. Tätigkeiten aufgelistet.
- ❑ Spalte 2 gibt Hinweise auf bestehende Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), die nach wie vor wertvolle Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung und zu Schutzmaßnahmen enthalten. Selbstverständlich sind alle bisherigen TRGS daraufhin zu überprüfen, ob sie den Anforderungen der neuen GefStoffV genügen.



Maßnahmen mit Bezug zum Stand der Technik sowie bewährte Vorgehensweisen zeichnen aber einen wesentlichen Teil der zitierten TRGS aus.

- ❑ Spalte 3 verweist auf verbindliche Grenzwerte der Europäischen Union (EU) oder auf erläuternde Abschnitte in diesem Report oder gibt Hinweise auf Richtgrößen zur Wirksamkeitskontrolle.
- ❑ Verfahrens- und Stoffspezifische Kriterien (VSK; siehe Spalte 4) sind ein neues wesentliches Instrument der neuen GefStoffV. In der Vergangenheit existierten bereits vereinzelt VSK, die zunächst auch weiter als Anhalt genutzt werden sollten.
- ❑ Die Empfehlungen in Spalte 5 enthalten mit der Zentralen Vergabenummer (ZVG-Nr.) der GESTIS-Stoffdatenbank ([www.hvbg.de/bgia/stoffdatenbank](http://www.hvbg.de/bgia/stoffdatenbank)). Hinweise zu den Stoffeigenschaften und relevanten Regeln, insbesondere auch Aufzählungen von Berufsgenossenschaftlichen Informationen, BG/BIA- bzw. BG/BGIA-Empfehlungen (siehe BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen) bzw. BGI 790 „BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung“, LASI/ALMA-Empfehlungen (LV) und sonstige praxisnahe Schriften. Im Zuge der Anpassung an die Regelungen der GefStoffV werden die BG/BIA-Empfehlungen überprüft und in die BGI 790 überführt.
- ❑ In Spalte 6 werden Auswertungen aus der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA (Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen) aufgeführt, die Expositionsbewertungen und wesentliche Hinweise zum Stand der Technik liefern können.
- ❑ Durch Prüfstandsuntersuchungen (Spalte 7) und daraus ggf. resultierende Prüfiegel können auch Informationen zu den hinsichtlich ihres Emissionsverhaltens besten verfügbaren Geräten erhalten werden.
- ❑ Aus den Einstufungsdaten in Spalte 8 können Empfehlungen abgeleitet werden, die eine Auswahl von ungefährlicheren Verfahren bzw. Stoffen erlauben.
- ❑ Spalte 9 enthält Angaben zur Bestimmungsgrenze bzw. zum Fünffachen der Bestimmungsgrenze der anerkannten Messverfahren. Diese sind für die Gefähr-



derungsermittlung und -beurteilung unverzichtbar, da Grenz- bzw. Beurteilungswerte auch auf dem Stand der analytischen Bestimmbarkeit fußen. Wegen der stets zu beobachtenden Schwankung der Expositionen auch in so genannten homogenen Expositionsgruppen ist gemäß TRGS 402 ein Mehrfaches der Bestimmungsgrenze für Grenz- bzw. Beurteilungswerte heranzuziehen.

Die Daten zur Bestimmungsgrenze wurden auf der Basis der Anforderungen nach DIN EN 482 [3] sowie DIN 32645 [4] ermittelt und die Methodenbeschreibungen gemäß DFG-Luftanalysen [5] und BGI 505 [6] in Bezug genommen. Im Jahre 2005 konnte der erste Teil eines internationalen Projektes „Analytical methods for chemical agents (BC/CEN/ENTR/000/2002-6)“ mit der Bewertung von Messmethoden zu 124 Stoffen unter anderem mit Angabe der jeweiligen Bestimmungsgrenze abgeschlossen werden.

- Ohne den Ergebnissen der laufenden Diskussionen im Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) über methodische Leitlinien für die Risikoquantifizierung von Kanzerogenen vorgreifen zu wollen, wurden vorhandene substanzspezifische Angaben zusammengetragen und linear auf das Krebsrisiko bei 35-jähriger arbeitstäglicher Exposition gegen Stoffkonzentrationen in Höhe der fünffachen Bestimmungsgrenze umgerechnet (Spalte 10). Diese Werte, deren Datenbasis von unterschiedlicher Qualität ist, sollen eine grobe Orientierung geben.

Mit diesem Report möchten die Berufsgenossenschaften eine Diskussion um bestmögliche Hilfestellungen zur Anwendung der Gefahrstoffverordnung anstoßen. Insofern sind die Autoren dankbar für Kommentare, Hinweise und Vorschläge zur Weiterentwicklung dieser Handlungshilfen.

## Literatur

- [1] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I, S. 3758), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I, S. 3800).  
BArbBl. (2005) Nr. 2, S. 72-108



- [2] BGMG – Das berufsgenossenschaftliche Messsystem Gefahrstoffe der Unfallversicherungsträger 5. Aufl. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2005 (in Vorbereitung)
- [3] DIN EN 482: Arbeitsplatzatmosphäre, Allgemeine Anforderungen an Verfahren zur Messung von chemischen Arbeitsstoffen (07/94). Beuth, Berlin 1994
- [4] DIN 32645: Chemische Analytik – Nachweis-, Erfassung- und Bestimmungsgrenze – Ermittlung unter Wiederholbedingungen – Begriffe, Verfahren, Auswertung (05/94). Beuth, Berlin 1994
- [5] Analytische Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe – Luftanalysen. Hrsg.: Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgesellschaft. Weinheim, Wiley-VCH – Losebl.-Ausg. 1976
- [6] Berufsgenossenschaftliche Informationen: Von den Berufsgenossenschaften anerkannte Analysenverfahren zur Feststellung der Konzentrationen krebs-erzeugender Arbeitsstoffe in der Luft in Arbeitsbereichen – Gesamtausgabe (BGI 505). Carl Heymanns, Köln



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

Tabelle 1:

| Stoff/<br>Tätigkeit | TRGS | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen                             | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|---------------------|------|--|-----|--|--|------------------------------------|---|---|---|
| Acrylamid           |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 14300<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank) | BGAA-Report<br>1/99                    |                                    |   | 0,03  | 200 <sup>1)</sup>   |
| Acrylnitril         |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 11410<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank) |  |                                    |   | 0,5   | 500<br>bis<br>2 000 <sup>1)</sup>   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit                    | TRGS | Richtgrößen | VSK | Empfehlungen                                       | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen                   | Bestimmar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup>    | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|--|------|-------------|-----|--|--|------------------------------------|---|---|---|
| Asbest                                 | 519  |             |     | ZVG 5040,<br>520041<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank) |  |                                    |   | Nachweis-<br>grenze x 5:<br>75 000 F/m <sup>3</sup>                             | 200<br>bis<br>400 <sup>1)</sup>   |
| Abbruch<br>Sanierung<br>Instandhaltung |      |             |     | BGI 664  |  |                                    |   | Stationäre<br>Probenahme;<br>Nachweis-<br>grenze x 5:<br>1 500 F/m <sup>3</sup> | 10 000<br>bis<br>20 000 <sup>1)</sup>                                     |
| Bauprodukte/<br>Bauchemikalien         |      |             |     |  |  |                                    | <a href="#">Abschn. 3.2</a> –<br>Produktinfor-<br>mation über<br>GISCODEs |   |   |





## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit | TRGS | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen   | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|---------------------|------|--|-----|--|--|------------------------------------|---|---|---|
| Benzol              |      | 3,2 mg/m <sup>3</sup> ;<br>1 ml/m <sup>3</sup><br>(EU-<br>Grenzwert) |     | ZVG 10060<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>LV 11 „Benzol-<br>exposition in<br>Verkaufsräumen<br>von Tankstel-<br>len“<br><br>LV „Reinigung<br>und Innenrevi-<br>sion von Heizöl-<br>verbraucher-<br>tanks“ (in Vor-<br>bereitung)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1024, 1035,<br>1036 | BGAA-Report<br>1/99                    |                                    |   | 0,5   | 1 000<br>bis<br>5 000 <sup>1)</sup>                                       |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit                      | TRGS | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen  | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|--|------|--|-----|---|--|------------------------------------|---|---|---|
| Benzo[a]pyren                            | 551  | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 22500<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)  |  |                                    |   | 0,00015   | 500 <sup>4)</sup>   |
| Beryllium<br>und seine Verbin-<br>dungen |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 8020<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1037                                      |  |                                    |   | 0,001   | 2 000<br>bis<br>3 000 <sup>1)</sup>                                       |
| Bitumen                                  |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 90230<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1027, 1028,<br>1029, 1031,<br>1032, 1033 |  |                                    |   | 2,5   |   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit                             | TRGS | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen   | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|---|------|--|-----|--|--|------------------------------------|---|---|---|
| Blei und seine<br>anorganischen<br>Verbindungen |      | 0,1 mg/m <sup>3</sup>  |     | ZVG 8510<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1021, 1037 |  |                                    |   | 0,0025  |   |
| Butadien  |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 11430<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)   |  |                                    |   | 5   | 300 <sup>1)</sup>   |
| Cadmium<br>und seine<br>Verbindungen            |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 8360<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1037       | BGAA-Report<br>1/99                    |                                    |   | 0,001   | 500<br>bis<br>1 000 <sup>1)</sup>   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit         | TRGS | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen  | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|-----------------------------|------|--|-----|---|--|------------------------------------|---|---|---|
| 1-Chlor-2,3-<br>epoxypropan |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 13370<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)  |  |                                    |   | 5,0   |   |
| Chrom(VI)-<br>Verbindungen  |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 82830<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1037, 1040<br><br>Branchenrege-<br>lung Zement<br>( <a href="http://www.gisbau.de/service/brosch/Branch_regel.doc">www.gisbau.de/<br/>service/brosch/<br/>Branch_regel.doc</a> ) |  |                                    |   | 0,004   | 40 bis 100 <sup>1)</sup>  |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit              | TRGS | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen  | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|----------------------------------|------|--|-----|---|--|------------------------------------|---|---|---|
| Cobalt und seine<br>Verbindungen |      | <a href="#">Abschn. 3.3</a><br>– Hinweise<br>zum Stand<br>der Technik<br>(Mindest-<br>standards)             |     | ZVG 7270<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1037                  |  |                                    |   | 0,005   | 200<br>bis<br>300 <sup>1)</sup>   |
| Dieselmotor-<br>emissionen       | 554  | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 520054<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1024, 1035,<br>1036 |  |                                    |   | 0,25  | 300 <sup>2)</sup>   |
| Diethylsulfat                    |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 27770<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)  |  |                                    |   | 0,2   |   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit       | TRGS                | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen  | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|---------------------------|---------------------|--|-----|---|--|------------------------------------|---|---|---|
| Dimethylsulfat            |                     | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 10580<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)  |  |                                    |   | 0,2   |   |
| Ethylenoxid               | 513                 | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 12000<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1011 |  |                                    |   | 1   | 60<br>bis<br>700 <sup>1)</sup>  |
| Fasern<br>(biobeständige) | 619,<br>521,<br>901 | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1020   |  |                                    |   | Nachweis-<br>grenze x 5:<br>75 000 F/m <sup>3</sup>                           |   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit                      | TRGS | Richtgrößen  | VSK   | Empfehlungen   | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|--|------|--|---|--|--|------------------------------------|---|---|---|
| Füll- und<br>Abwiegvorgänge<br>(manuell) |      | <a href="#">Abschn. 3.4</a><br>– Füll- und<br>Abwiege-<br>vorgänge<br>für partikel-<br>förmige<br>Stoffe     | TRGS<br>420<br>Anhang<br>1 Nr. I<br>(für<br>Flüssig-<br>keiten) |  |  |                                    |   |   |   |
| Holzstaub                                | 553  | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 | TRGS<br>420,<br>Anhang<br>1 Nr. VI                              | ZVG 96430<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1014<br><br>BGR 214<br>BGI 725, 739 |  |                                    |   | Nachweis-<br>grenze x 5:<br>1,25  |   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit                     | TRGS        | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen   | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|---|-------------|--|-----|--|--|------------------------------------|---|---|---|
| Isocyanate                              | 430,<br>540 |  |     | <a href="#">Abschn. 3.5</a> –<br>Herstellerhin-<br>weise zu Iso-<br>cyanaten und<br>Hilfen des BGIA<br>zur Gefähr-<br>dungsbeurtei-<br>lung (insbeson-<br>dere TDI, NDI)<br><br>BG/BGIA-<br>Empfehlungen<br>(in Vorberei-<br>tung) |  |                                    |   |   |   |
| KKG, Teil 1<br>(Kühlschmier-<br>stoffe) |             | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | <a href="#">Abschn. 3.6</a> –<br>Einsatz von<br>Kühlschmier-<br>stoffen bei<br>der Metallver-<br>arbeitung<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1042  |  |                                    |   |   |   |





## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit              | TRGS | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen   | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|----------------------------------|------|--|-----|--|--|------------------------------------|---|---|---|
| KKG, Teil 3<br>(Ottokraftstoffe) |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     |  |  |                                    |   |   |   |
| KKG, Teil 4<br>(Sonstiges)       |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     |  |  |                                    |   |   |   |
| Laborarbeiten                    |      |  |     | <a href="#">Abschn. 3.7</a> –<br>BG/BGIA-<br>Empfehlungen<br>„Laboratorien<br>im Sinne der<br>BGR 120“ |  |                                    |   |   |   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit | TRGS | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen  | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA)      | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|---------------------|------|--|-----|---|---|------------------------------------|---|---|---|
| Lackaerosole        |      |  |     | BGR 231<br><br>BG/BGIA-<br>Empfehlungen<br>und LASI/ALMA-<br>Empfehlungen<br>(in Vorberei-<br>tung)                             |   |                                    |   |   |   |
| Mehlstaub           |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 156275<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1025<br><br>LV 8<br>„Mehlstaub in<br>Backbetrieben“ |   |                                    |   |   |   |
| Naphthalin          |      |  |     | ZVG 15510<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)  | <a href="#">Abschn. 3.8</a> –<br>Naphthalin |                                    |   | 5   | 100<br>bis<br>200 <sup>3)</sup>   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit              | TRGS              | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen   | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen   | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|----------------------------------|-------------------|--|-----|--|--|------------------------------------|---|---|---|
| Nickel und seine<br>Verbindungen |                   | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 8230<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BIA-<br>Empfehlungen<br>1037, 1040       |  |                                    | <a href="#">Abschn. 3.9</a> –<br>Zuord-<br>nung<br>der Schutzstu-<br>fen bei der<br>Herstellung,<br>Be- und Ver-<br>arbeitung von<br>Nickellegie-<br>rungen | 0,005   | 5 000 <sup>1)</sup>   |
| Nitrosamine                      | 552<br>611<br>615 | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG-Nr. der<br>Einzelverbin-<br>dungen: siehe<br>BGIA-Report<br>1/04 Gefähr-<br>stoffliste |  |                                    |   | 0,0002<br>bis<br>0,0004   |   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit  | TRGS | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen   | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x<br>Bestimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x<br>Bestimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|--|------|--|-----|--|--|------------------------------------|---|---|---|
| Ozon   |      |  |     | ZVG 4040<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br><a href="#">Abschn. 3.10</a> –<br>Arbeitsschutz<br>bei erhöhten<br>Ozonkonzentra-<br>tionen im Freien |  |                                    |   | 0,03  |   |
| Polycyclische<br>aromatische Koh-<br>lenwasserstoffe<br>(PAH) siehe<br>Benzo[a]pyren |      |  |     |  |  |                                    |   |   |   |
| 1,2-Propylenoxid   |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 12010<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)   |  |                                    |   | 2,5   | 600 <sup>1)</sup>   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit                  | TRGS | Richtgrößen   | VSK | Empfehlungen   | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA)  | Emissions-<br>daten von<br>Geräten  | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|--------------------------------------|------|---|-----|--|---|---|---|---|---|
| Quarz                                |      |   |     | ZVG 4110<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)  | BG/BGIA-<br>Report (in<br>Vorbereitung) |   |   | 0,14<br>(10 l-Pumpe,<br>2 h)  |   |
| Schweißen                            |      | <a href="#">Abschn. 3.11</a> – Hin-<br>weise zum<br>Stand der<br>Technik für<br>Tätigkeiten<br>mit Schweiß-<br>rauchexposi-<br>tion |     | BGR 220  |   | <a href="#">Abschn. 3.12</a> –<br>Hilfestel-<br>lung zur<br>Gefähr-<br>dungsbe-<br>urteilung<br>bei der<br>Verwen-<br>dung von<br>... |   | Nachweis-<br>grenze x 5:<br>1,25  |   |
| Toner<br>für Drucker und<br>Kopierer |      |   |     | <a href="#">Abschn. 3.13</a> –<br>Hilfestellung zur<br>Gefährdungs-<br>beurteilung bei<br>Verwendung<br>von Druckern,<br>Kopierern und<br>Multifunktions-<br>geräten |   |   |   |   |   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit | TRGS | Richtgrößen  | VSK                                | Empfehlungen   | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA)  | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|---------------------|------|--|------------------------------------|--|---|------------------------------------|---|---|---|
| Trichlorethen       | 901  | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |                                    | ZVG 10720<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)<br><br>BG/BGIA-<br>Empfehlungen<br>BGI 790-010<br>BGI 790-011 | BGAA-Report<br>1/99   |                                    |   | 25  | 2 000<br>bis<br>5 000 <sup>1)</sup>                                       |
| Vinylchlorid        |      | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 | TRGS<br>420<br>Anhang<br>1 Nr. III | ZVG 13290<br>(GESTIS-<br>Stoffdatenbank)   | <a href="#">Abschn. 3.14</a><br>– Anwendung<br>von Vinylchlorid in Arbeits-<br>bereichen<br>Extruder für<br>Kunststoffe,<br>Spritzformen<br>und Kunst-<br>stoff-<br>schweißen |                                    |   | 1   | 700<br>bis<br>9 000 <sup>1)</sup>   |



## 2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

| Stoff/<br>Tätigkeit                  | TRGS                                       | Richtgrößen  | VSK | Empfehlungen   | Expositions-<br>beschreibung<br>(MEGA) | Emissions-<br>daten von<br>Geräten | Gefährdungs-<br>zuweisung<br>anhand der<br>Einstufungen | Bestimmbar-<br>keit (5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze)<br>in mg/m <sup>3</sup> | Angaben<br>zum Risiko<br>bei 5 x Be-<br>stimmungs-<br>grenze<br>(1: ....) |
|--------------------------------------|--|--|-----|--|--|------------------------------------|---|---|---|
| N-Vinyl-2-<br>pyrrolidon             |  | <a href="#">Abschn. 3.1</a><br>– Liste der<br>nicht mehr<br>geltenden<br>Luftgrenz-<br>werte der<br>TRGS 900 |     | ZVG 29790  |  |                                    |   | 0,25  |   |
| Gefährdung<br>durch Haut-<br>kontakt | 540;<br>330 (in<br>Vorbe-<br>rei-<br>tung) |  |     | <a href="#">Abschn. 3.15</a> –<br>Gefährdung<br>durch Haut-<br>kontakt |  |                                    |   |   |   |

- 1) *Nies, E.* et al.: Krebsrisikozahlen. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 120 120. In: BGI-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. 42. Lfg. XII/2002. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGI, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin – Losebl.-Ausg. 1985
- 2) *Mangelsdorf, I.* et al.: Durchführung eines Risikovergleichs zwischen Dieselmotoremissionen und Ottomotoremissionen hinsichtlich ihrer kanzerogenen und nicht-kanzerogenen Wirkung. UBA-Berichte 02/99. Berlin: Erich Schmidt 1999
- 3) *Akkan, Z.* et al.: Erarbeitung von Krebsrisikozahlen für krebserzeugende Arbeitsstoffe, Teil 2. Gutachten für das BGI. Freiburg: FoBiG (2002)
- 4) Technische Regeln für Gefahrstoffe: Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz. Lfd. Nr. 23 (TRK-Wert für Benzo[a]pyren) (TRGS 901). BArbBl. (1997) Nr. 4, S. 42-53; zul. geänd. BArbBl. (2004) Nr. 6, S. 58. [http://www.baua.de/prax/ags/trgs901\\_023.pdf](http://www.baua.de/prax/ags/trgs901_023.pdf)







### 3 Angaben zu einzelnen Stoffen, Verfahren und Arbeitsbereichen

#### 3.1 Liste der nicht mehr geltenden Luftgrenzwerte der TRGS 900

Die neue Gefahrstoffverordnung ist am 1. Januar 2005 in Kraft getreten. Darin werden die Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz nicht mehr als Technische Richtkonzentrationen (TRK) oder Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) bezeichnet, sondern heißen jetzt Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW). Von den Grenzwerten in der TRGS 900 entsprechen nicht alle der Definition für den Arbeitsplatzgrenzwert. Dies gilt insbesondere für die nach dem TRK-Konzept abgeleiteten technischen Grenzwerte (alle TRK sowie technische MAK), die in der TRGS 901 zusammengefasst sind. Die betroffenen Stoffe und Grenzwerte sind in Tabelle 2 (siehe Seite 34 ff.) mit weiteren Informationen zusammengestellt.

Die bis 2004 gültigen technischen Grenzwerte geben jedoch einen Anhaltspunkt dafür, welche Expositionshöhen entsprechend dem Stand der Technik zum Zeitpunkt der Ableitung des Grenzwertes zu unterschreiten waren und somit heute mindestens erreichbar sein sollten. Gemäß dem TRK-Konzept kann jedoch auch bei Einhaltung dieser Werte eine Gesundheitsgefährdung nicht ausgeschlossen werden, sodass die Gefährdung bzw. Exposition in Anwendung des Minimierungsgebotes nach § 8 bis 10 GefStoffV soweit wie möglich zu verringern ist.

Als Grundlage für die Ermittlung des **aktuellen** Standes der Technik sind die alten technischen Grenzwerte jedoch nur bedingt geeignet. Bei Grenzwerten, die erst vor wenigen Jahren aufgestellt bzw. überprüft wurden, ist in den Begründungspapieren der TRGS 901 ein relativ aktueller Stand der Technik für die Arbeitsbereiche, Tätigkeiten oder Verfahren beschrieben. In den Papieren sind die erreichbaren Konzentrationen für die verschiedenen Bereiche auch stärker differenziert als der Grenzwert, sodass der jeweils erreichte unterschiedliche Stand der Technik stärker herausgearbeitet wird. Dagegen sind andere Grenzwerte bis zu 27 Jahre alt, z. B. für Nickel. Hier ist davon auszugehen, dass sich der Stand der Technik zumindest in einigen Bereichen



deutlich weiterentwickelt hat und heute geringere Konzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz erreichbar sind.

Tabelle 2:  
Stoffe mit nicht mehr geltenden TRK

| Stoffidentität   |                      | Beurteilungshilfen (Alter Grenzwert 2004) |                        | Einstufung  | Arbeitsmedizin<br>—<br>GefStoffV<br>G-Grundsätze |
|--|----------------------|---|------------------------|---|--|
| Bezeichnung  | EG-Nr.<br>CAS-Nr.    | ml/m <sup>3</sup><br>(ppm)                | mg/m <sup>3</sup>      |   |  |
| Acrylamid<br><br>- Einsatz von festem Acrylamid<br><br>- im Übrigen  | 2011737<br>79-06-1   |   | 0,06<br><br>0,03       | K2 (R45)<br>M2 (R46)<br>R <sub>F</sub> 3 (R62)<br>T; R25-48/23/24/25<br>X <sub>n</sub> ; R20/21<br>Xi; R36/38,<br>R43 | Anh. V<br>Nr. 2.2<br><br>G40                     |
| Acrylnitril  | 2034665<br>107-13-1  | 3   | 7                      | F; R11<br>K2 (R45)<br>T; R23/24/25<br>Xi; R37/38-41<br>R43<br>N; R51-53   | Anh. V Nr. 1<br><br>G40                          |
| Benzo[a]pyren<br><br>- Strangpechherstellung und<br>-verladung, Ofenbereich von<br>Kokereien<br><br>- im Übrigen         | 2000285<br>50-32-8   |   | 0,005<br><br>0,002     | K2 (R45)<br>M2 R46<br>R <sub>E</sub> 2, R <sub>F</sub> 2 (R60-61)<br>R43, N;<br>R50-53                                | Anh. V Nr. 1<br><br>G40                          |
| Beryllium [7440-41-7] und<br>seine Verbindungen<br><br>- Schleifen von Be-Metall und<br>-legierungen<br><br>- im Übrigen |                      |   | 0,005 E<br><br>0,002 E | K2 (R49)<br>T+; R26<br>T; R25-48/23<br>R43<br><br>Für Verbindungen zusätzlich:<br>N; R51-53                           | Anh. V Nr. 1<br><br>G40                          |
| Bitumen, Dämpfe und Aerosole<br>bei der Heißverarbeitung   | 2324909<br>8052-42-4 |   | 10                     |   |  |



| Stoffidentität   |                      | Beurteilungshilfen (Alter Grenzwert 2004) |                       | Einstufung  | Arbeitsmedizin<br>—<br>GefStoffV<br>G-Grundsätze |
|--|----------------------|---|-----------------------|---|--|
| Bezeichnung  | EG-Nr.<br>CAS-Nr.    | ml/m <sup>3</sup><br>(ppm)                | mg/m <sup>3</sup>     |   |  |
| Blei und seine Verbindungen<br>(berechnet als Pb) außer Alkylbleiverbindungen<br><br>EU-BLV: 0,15 mg/m <sup>3</sup>  | 2311004<br>7439-92-1 |   | 0,1 E                 |   | Anh. V Nr. 1<br><br>G2                           |
| 1,3-Butadien<br><br>- Aufarbeitung nach Polymerisation, Verladung<br><br>- im Übrigen  | 2034508<br>106-99-0  | 15<br><br>5                               | 34<br><br>11          | F+; R12<br>K1 (R45)<br>M2 (R46)   | Anh. V Nr. 2.2<br><br>G40                        |
| Cadmium und seine Verbindungen (in Form von Stäuben/Aerosolen)<br><br>- Batterieherstellung, Thermische Zink-, Blei- und Kupfergewinnung, Schweißen cadmiumhaltiger Legierungen<br><br>- im Übrigen  | 2311528<br>7440-43-9 |   | 0,03 E<br><br>0,015 E | K2 (R45)<br><br>Zur Einstufung von Cadmium und -verbindungen siehe Richtlinie 67/548/EWG        | Anh. V Nr. 1<br><br>G32                          |
| 1-Chlor-2,3-epoxypropan  | 2034398<br>106-89-8  | 3   | 12                    | R10<br><br>K2 (R45)<br>T; R23/24/25<br>C; R34<br>R43  | Anh. V Nr. 2.2<br><br>G40                        |
| Chrom(VI)-Verbindungen einschließlich Bleichromat<br><br>(in Form von Stäuben/Aerosolen); ausgenommen die in Wasser unlöslichen, wie z. B. Bariumchromat<br><br>- Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten Stabelektroden<br><br>- Herstellung von löslichen Chrom(VI)-Verbindungen |                      |   | 0,1 E<br><br>0,1 E    | K2 (R49)<br><br>Zur Einstufung von einzelnen Chrom(VI)-Verbindungen siehe Richtlinie 67/548/EWG | Anh. V Nr. 1<br><br>G15                          |



| Stoffidentität   |                    | Beurteilungshilfen (Alter Grenzwert 2004) |                             | Einstufung   | Arbeitsmedizin<br>—<br>GefStoffV<br>G-Grundsätze |
|--|--------------------|---|-----------------------------|--|--|
| Bezeichnung  | EG-Nr.<br>CAS-Nr.  | ml/m <sup>3</sup><br>(ppm)                | mg/m <sup>3</sup>           |  |  |
| - im Übrigen   |                    |   | 0,05 E                      |  |  |
| Dieselmotoremissionen  |                    |   |                             | K2 (TRGS 906)  |  |
| - Nichtkohlebergbau und Bauarbeiten unter Tage                           |                    |   | 0,3 A                       |  |  |
| - im Übrigen   |                    |   | 0,1 A                       |  |  |
| Diethylsulfat  | 2005896<br>64-67-5 | 0,03                                      | 0,2                         | K2 (R45)<br>M2 (R46)<br>Xn; R20/21/22<br>C; R34            | Anh. V<br>Nr. 2.2<br>G40                         |
| Dimethylsulfat   | 2010581<br>77-78-1 |   |                             | K2 (R45)<br>M3 (R68)<br>T+; R26<br>T, R25<br>C; R34<br>R43 | Anh. V<br>Nr. 2.2<br>G40                         |
| - Herstellung  |                    | 0,02                                      | 0,1                         |  |  |
| - Verwendung   |                    | 0,04                                      | 0,2                         |  |  |
| Ethylenoxid  | 2008499<br>75-21-8 | 1   | 2                           | F+; R12<br>K2 (R45)<br>M2 (R46)<br>T; R23<br>Xi; R36/37/38 | Anh. V<br>Nr. 2.2<br>G40                         |
| Faserstäube, anorganische, krebserzeugend Kat. 1, 2 und 3 (außer Asbest) |                    |   |                             | K1, K2, K3   | Anh. V<br>Nr. 2.2<br>G1.3                        |
| - Hochtemperatur-Glasfasern<br>Überprüfung zum<br>30.04.2006             |                    |   | 500 000<br>F/m <sup>3</sup> |  |  |



| Stoffidentität  |                   | Beurteilungshilfen (Alter Grenzwert 2004) |                             | Einstufung | Arbeitsmedizin<br>—<br>GefStoffV<br>G-<br>Grundsätze |
|---|-------------------|---|-----------------------------|------------|--|
| Bezeichnung   | EG-Nr.<br>CAS-Nr. | ml/m <sup>3</sup><br>(ppm)                | mg/m <sup>3</sup>           |            |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Folgende Formen der Weiterverarbeitung von Keramikfasern und polykristallinen keramischen Fasern: Mischen/Formen und Endbearbeitung (Schneiden, Sägen, Stanzen, Schleifen, Bohren usw.)<br/>Überprüfung zum 30.04.2006</li> <li>- Modulfertigung ab 01.05.2006</li> <li>- im Übrigen</li> </ul>  |                   |   | 500 000<br>F/m <sup>3</sup> |            |  |
| Holzstaub   |                   |   | 2 E                         | K2, K3     | Anh. V Nr. 1<br>G44                                  |
| EU-BLV: 5 mg/m <sup>3</sup>   |                   |   |                             |            |  |
| <p>Kohlenwasserstoffgemische, soweit nicht in dieser Liste gesondert erwähnt</p> <p>Gruppe A</p> <p>Dieser Grenzwert wird, sofern kein Einspruch bis zum 31.08.05 erhoben wird, am 28.02.06 auf den Wert 100 mg/m<sup>3</sup> abgesenkt.</p> <p>Gruppe B</p> <p>Dieser Grenzwert wird, sofern kein Einspruch bis zum 31.08.05 erhoben wird, am 28.02.06 auf den Wert 25 mg/m<sup>3</sup> abgesenkt.</p> |                   |   | 200                         |            |  |
|   |                   |   | 40                          |            |  |



| Stoffidentität   |                       | Beurteilungshilfen (Alter Grenzwert 2004) |                     | Einstufung  | Arbeitsmedizin<br>—<br>GefStoffV<br>G-Grundsätze |
|--|-----------------------|---|---------------------|---|--|
| Bezeichnung  | EG-Nr.<br>CAS-Nr.     | ml/m <sup>3</sup><br>(ppm)                | mg/m <sup>3</sup>   |   |  |
| Gruppe C<br><br>Da es sich in dieser Gruppe in der Regel um Anwendungen in geschlossenen Systemen handelt, entfällt ein Grenzwert. Sollte eine betriebsbedingte Exposition (z. B. bei Reparaturarbeiten) nicht vermeidbar sein, sind entsprechende Schutzmaßnahmen anzuwenden (siehe TRGS 901-72, Teil 4). |                       |   |                     |   |  |
| Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren<br><br>- Gruppe 1<br><br>Ottokraftstoffe<br>(nach DIN EN 228)  |                       |   | 250                 |   |  |
| Kühlschmierstoffe (wassermischbare und nicht wassermischbare mit einem Flammpunkt größer 100 °C)   |                       |   | 10                  |   |  |
| Mehlstaub (in Backbetrieben)   | 2711991<br>68525-86-0 |   | 4 E                 |   | Anh. V Nr.1<br>G23                               |
| Nickel als<br><br>- Nickelmetall und Nickelcarbonat, Nickeloxid, Nickelsulfid und sulfidische Erze<br><br>- Nickelverbindungen in Form atemperbarer Tröpfchen  |                       |   | 0,5 E<br><br>0,05 E | K1, K3<br><br>Zur Einstufung von Nickelmetall und -verbindungen siehe Richtlinie 67/548/EWG bzw. TRGS 905 | Anh. V Nr.1<br>G38                               |



| Stoffidentität   |                    | Beurteilungshilfen (Alter Grenzwert 2004) |   | Einstufung   | Arbeitsmedizin<br>—<br>GefStoffV<br>G-Grundsätze |
|--|--------------------|---|---|--|--|
| Bezeichnung  | EG-Nr.<br>CAS-Nr.  | ml/m <sup>3</sup><br>(ppm)                | mg/m <sup>3</sup>                                   |  |  |
| N-Nitrosodi-n-butylamin<br>N-Nitrosodiethanolamin<br>N-Nitrosodiethylamin<br>N-Nitrosodimethylamin<br>N-Nitrosodi-i-propylamin<br>N-Nitrosodi-n-propylamin<br>N-Nitrosoethylphenylamin<br>N-Nitrosomethylethylamin<br>N-Nitrosomethylphenylamin<br>N-Nitrosomorpholin<br>N-Nitrosopiperidin<br>N-Nitrosopyrrolidin<br><br>- Vulkanisation und nachfolgende Arbeitsverfahren einschließlich Lagerung für technische Gummiartikel. Altlager für Reifen, genutzt vor 1992<br><br>- Herstellung von Polyacrylnitril nach dem Trockenspinnverfahren unter Einsatz von Dimethylformamid<br><br>- Befüllen von Kesseln und Reaktoren mit Aminen<br><br>- im Übrigen |                    |   | 0,0025<br><br><br>0,0025<br><br>0,0025<br><br>0,001 |  | Anh. V<br>Nr. 2.2<br><br>G40                     |
| Propylenoxid   | 2008792<br>75-56-9 | 2,5                                       | 6   | F+;R12<br>K2 (R45)<br>M2 (R46)<br>Xn; R20/21/22<br>Xi; R36/37/38 | Anh. V<br>Nr. 2.2<br><br>G40                     |
| Trichlorethylen  | 2011674<br>79-01-6 | 30  | 165   | K2 (R45)<br>M3 (R68)<br>R52-53<br>R67<br>Xi; R36/38              | Anh. V<br>Nr. 1 und<br>2.2<br><br>G14            |



| Stoffidentität  |                    | Beurteilungshilfen (Alter Grenzwert 2004) |                   | Einstufung                                    | Arbeitsmedizin<br>—<br>GefStoffV<br>G-Grundsätze |
|---|--------------------|---|-------------------|---|--|
| Bezeichnung   | EG-Nr.<br>CAS-Nr.  | ml/m <sup>3</sup><br>(ppm)                | mg/m <sup>3</sup> |   |  |
| Vinylchlorid<br>EU-BLV: 3 ml/m <sup>3</sup><br>- bestehende Anlagen VC- und PVC-Herstellung<br>- im Übrigen | 2008310<br>75-01-4 | 3<br><br>2                                | 8<br><br>5        | F+; R12<br>K1 (R45)                           | Anh. V<br>Nr. 1<br><br>G36                       |
| 1-Vinyl-2-pyrrolidon  | 2018004<br>88-12-0 | 0,1                                       | 0,5               | K3 (R40)<br>Xn; R20/21/22-48/20<br>Xi; R37-41 |  |

### *Stoffidentität*

EU-BLV: Es liegt ein für die Mitgliedstaaten bindender Arbeitsplatzgrenzwert der EG-Kommission in der angegebenen Höhe vor. Der nationale Grenzwert in der TRGS 900 ist niedriger.

CAS-Nr. Registriernummer des „Chemical Abstract Service“

EG-Nr. Registriernummer des „European Inventory of Existing Chemical Substances“ (EINECS)

### *Einstufung*

Angegeben wird die Einstufung nach Anhang I der EG-Richtlinie 67/548/EWG oder die Bewertung aus der TRGS 905. Die Gefahrensymbole und die R-Sätze können der Gefahrstoffliste 2004 (BIA-Report 1/2004) entnommen werden. Die KMR-Kategorien haben folgende Bedeutung:

K1 Stoffe, die auf den Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken. Der Kausalzusammenhang zwischen der Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff und der Entstehung von Krebs ist ausreichend nachgewiesen.  
(R 45: Kann Krebs erzeugen) oder  
(R 49: Kann Krebs erzeugen beim Einatmen)





- K2 Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der Annahme, dass die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff Krebs erzeugen kann (R 45 oder R 49). Diese Annahme beruht im Allgemeinen auf Folgendem:
- geeigneten Langzeit-Tierversuchen,
  - sonstigen relevanten Informationen.
- K3 Stoffe, die wegen möglicher krebserregender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben, über die jedoch ungenügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen. Aus geeigneten Tierversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um einen Stoff in Kategorie 2 einzustufen.  
(R 40: Verdacht auf krebserzeugende Wirkung)

#### *Erbgutverändernd*

- M1 Stoffe, die auf den Menschen bekanntermaßen erbgutverändernd wirken. Es sind hinreichende Anhaltspunkte für einen Kausalzusammenhang zwischen der Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff und vererbaren Schäden vorhanden.  
(R 46: Kann vererbare Schäden verursachen)
- M2 Stoffe, die als erbgutverändernd für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der begründeten Annahme, dass die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff zu vererbaren Schäden führen kann (R 46). Diese Annahme beruht im Allgemeinen auf Folgendem:
- geeigneten Langzeit-Tierversuchen,
  - sonstigen relevanten Informationen.
- M3 Stoffe, die wegen möglicher erbgutverändernder Wirkung auf den Menschen zu Besorgnis Anlass geben. Aus geeigneten Mutagenitätsversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um den Stoff in Kategorie 2 einzustufen.  
(R 68: Irreversibler Schaden möglich)

#### *Fortpflanzungsgefährdend*

- R<sub>F</sub> Fruchtbarkeitsgefährdend (Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit) und
- R<sub>E</sub> Fruchtschädigend (entwicklungsschädigend)
- R<sub>F</sub>1 Stoffe, die beim Menschen die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) bekanntermaßen beeinträchtigen. Es sind hinreichende Anhaltspunkte für einen



Kausalzusammenhang zwischen der Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff und einer Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit vorhanden.

- R<sub>F1</sub> Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) wirken. Es sind hinreichende Anhaltspunkte für einen Kausalzusammenhang zwischen der Exposition einer schwangeren Frau gegenüber dem Stoff und schädlichen Auswirkungen auf die Entwicklung der direkten Nachkommenschaft vorhanden.  
(R 61: Kann das Kind im Mutterleib schädigen)
- R<sub>F2</sub> Stoffe, die als beeinträchtigend für die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) des Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der begründeten Annahme, dass die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff zu einer Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit führen kann. Diese Annahme beruht im Allgemeinen auf Folgendem:
- eindeutige tierexperimentelle Nachweise einer Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit ohne Vorliegen anderer toxischer Wirkungen, oder Nachweis einer Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit bei etwa denselben Dosierungen, bei denen andere toxische Effekte auftreten, wobei jedoch die beobachtete fruchtbarkeitsbeeinträchtigende Wirkung nicht sekundäre unspezifische Folge der anderen toxischen Effekte ist,
  - sonstigen relevanten Informationen. (R 60)
- R<sub>F3</sub> Stoffe, die wegen möglicher Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) des Menschen zu Besorgnis Anlass geben. Diese Annahme beruht im Allgemeinen auf Folgendem:
- Ergebnisse aus geeigneten Tierversuchen, die hinreichende Anhaltspunkte für den starken Verdacht auf eine Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit in einem Dosisbereich ohne Vorliegen anderer toxischer Wirkungen liefern, oder entsprechende Hinweise auf eine Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit in einem Dosisbereich, in dem andere toxische Effekte auftreten, wobei jedoch die beobachtete Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit nicht sekundäre unspezifische Folge der anderen toxischen Wirkungen ist und der Nachweis der Befunde für eine Einstufung des Stoffes in Kategorie 2 nicht ausreicht;
  - sonstigen relevanten Informationen.
- (R 62: Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen)
- R<sub>E3</sub> Stoffe, die wegen möglicher fruchtschädigender (entwicklungsschädigender) Wirkungen beim Menschen zu Besorgnis Anlass geben. Diese Annahme beruht im Allgemeinen auf Folgendem:
- Ergebnisse aus geeigneten Tierversuchen, die hinreichende Anhaltspunkte für einen starken Verdacht auf eine fruchtschädigende Wirkung ohne ausgeprägte maternale Toxizität liefern, bzw. die solche Anhaltspunkte in



maternal toxischen Dosisbereichen liefern, wobei jedoch die beobachtete fruchtschädigende Wirkung nicht sekundäre Folge der maternalen Toxizität ist und der Nachweis der Befunde für eine Einstufung des Stoffes in Kategorie 2 nicht ausreicht;

- sonstigen relevanten Informationen.

(R 63: Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen)

### *Arbeitsmedizin*

**Anhang V:** Der Anhang V der GefStoffV enthält eine Liste der Gefahrstoffe, für die arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen entweder zu veranlassen (Pflichtuntersuchung) oder anzubieten (Angebotsuntersuchung) sind. Stoffe, die in Anhang V aufgeführt werden, sind in der Spalte mit „V“ unter Angabe der Positionsnummer gekennzeichnet.

**G##:** Die berufsgenossenschaftlichen Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, die vom Ausschuss Arbeitsmedizin beim Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften erstellt werden, sind Leitlinien, die der Vorsorge bei spezifischen arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren dienen. Die Grundsätze haben einen Empfehlungscharakter und stellen Hinweise für Ärzte dar. Mit ihrem Empfehlungscharakter im Sinne von „best practice“ sind sie zwar keine Rechtsnormen, entsprechen aber den allgemein anerkannten Regeln der Arbeitsmedizin.

## **3.2 Produktinformationen zu Bauprodukten/Bauchemikalien über GISCODEs**

Die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft hat mit dem Gefahrstoffinformationssystem GISBAU eine Informationsplattform für die Unternehmen der Bauwirtschaft geschaffen. Neben detaillierten Informationen über die in der Bauwirtschaft verwendeten chemischen Arbeitsstoffe gibt es Handlungsanleitungen und Broschüren, die einen allgemeinen Überblick über die Gefahrstoffproblematik liefern. Diese Informationen sind über das Internet unter der Adresse [www.gisbau.de](http://www.gisbau.de) oder über das PC-Programm WINGIS zugänglich.

Eine besondere Hilfe für die Betriebe bietet GISBAU durch so genannte GISCODEs zur Kennzeichnung und Klassifizierung von Produkten.



GISCODEs/Produkt-Codes basieren auf dem Gedanken, Produkte mit vergleichbarer Gesundheitsgefährdung und demzufolge identischen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln zu Gruppen zusammenzufassen. Dadurch wird die Vielzahl chemischer Produkte auf wenige Produktgruppen reduziert. Den Produktgruppen-Informationen werden eindeutige Codierungen (GISCODE, Produkt-Code) zugeordnet, die auf den Herstellerinformationen (Sicherheitsdatenblätter, Technische Merkblätter) und auf den Gebindeetiketten aufgebracht sind. Dadurch ist jederzeit eine eindeutige Zuordnung des verwendeten Einzelproduktes zu der jeweiligen Produktgruppe gewährleistet. Mit dieser Vorgehensweise kann anhand weniger Produktgruppen über eine Vielzahl vergleichbarer Produkte informiert werden.

Zu folgenden Produktgruppen sind GISCODEs bzw. Produkt-Codes festgelegt:

- Verlegewerkstoffe,
- Oberflächenbehandlungsmittel für Parkett und andere Holzfußböden,
- Farben und Lacke,
- Reinigungs- und Pflegemittel,
- kaltverarbeitbare Bitumenprodukte in der Bauwerksabdichtung,
- Epoxidharz-Beschichtungsstoffe,
- Betonzusatzmittel,
- Methylmethacrylat-Beschichtungsstoffe,
- Betontrennmittel,
- Polyurethan-Systeme im Bauwesen,
- Holzschutzmittel,
- Korrosionsschutz-Produkte,



☐ zementhaltige Produkte.

Den Produktgruppen sind entsprechend den festgelegten Codes Produktinformationen und Betriebsanweisungen hinterlegt. Die Einbeziehung der Informationen zum GISCODE ist eine wesentliche Erleichterung für die Gefährdungsbeurteilung und das Ergreifen wirkungsvoller Maßnahmen gemäß GefStoffV.

Ein Beispiel für Produktinformationen zeigt Abbildung 1 (siehe Seite 46 ff).



Abbildung 1:  
Beispiel für Produktinformationen in GISBAU

Unternehmer  
V2.5

Informationen der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

**Stark lösemittelhaltige Verlegewerkstoffe, aromaten- und methanolfrei**

GISCODE: S 1

Leichtentzündlich. (R11)  
 Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen. (R66)  
 Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. (R67)  
 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. (S2)  
 Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren. (S3/7/9)  
 Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen. (S16)  
 Gas/Rauch/Dampf/Aerosol nicht einatmen. (S23)  
 Berührung mit der Haut vermeiden. (S24)  
 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen. (S29)  
 Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen. (S33)  
 Nur in gut gelüfteten Bereichen verwenden. (S51)  
 Bei Verschlucken kein Erbrechen herbeiführen. Sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder dieses Etikett vorzeigen. (S62)

**Charakterisierung**

Stark lösemittelhaltige aromaten- und methanolfreie Verlegewerkstoffe (GISCODE: S 1) sind aus künstlichen oder natürlichen Bindemitteln (z.B. Harze, Kautschuke) und Lösemitteln hergestellte Produkte.  
 Mitverwendet werden Füllstoffe und sonstige Zusätze. Der Lösemittelgehalt liegt über 10 %. Verdüner bestehen ausschließlich aus Lösemitteln.  
 Lösemittel sind flüchtige organische Stoffe mit einem Siedepunkt bis maximal 200°C (TRGS 610).  
 Als Lösemittel werden üblicherweise Alkohole (z.B. Ethanol, Isopropanol), Ketone (z.B. Aceton, Butanon), Ester (z.B. Methylacetat, Ethylacetat) und Spezialbenzine (Kohlenwasserstoffe Gr. 1, TRGS 900) eingesetzt.  
 Die im folgenden beschriebenen Gefahren und Maßnahmen beziehen sich auf die Bedingungen, unter denen das Produkt laut Herstellerangaben verarbeitet werden soll.  
 Die unter Grenzwerte und Einstufungen aufgeführten Stoffe sind typische Bestandteile von Verlegewerkstoffen (GISCODE S1), sie müssen aber nicht auch in diesem Produkt enthalten sein.

**Grenzwerte und Einstufungen**

**Kohlenwasserstoffe (Gr. 1, TRGS 900)**  
 1000 mg/m<sup>3</sup> bzw. 200 ml/m<sup>3</sup> (ppm)

**Ethanol**  
 960 mg/m<sup>3</sup> bzw. 500 ml/m<sup>3</sup> (ppm)  
 Bemerkung Y (TRGS 900): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Grenzwertes nicht befürchtet zu werden.

**Isopropanol**  
 500 mg/m<sup>3</sup>  
 Bemerkung Y (TRGS 900): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Grenzwertes nicht befürchtet zu werden.

**Aceton**  
 1200 mg/m<sup>3</sup> bzw. 500 ml/m<sup>3</sup> (ppm)

**Butanon**  
 600 mg/m<sup>3</sup> bzw. 200 ml/m<sup>3</sup> (ppm)  
 Bemerkung Y (TRGS 900): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Grenzwertes nicht befürchtet zu werden.

**Ersatzstoffe - Ersatzprodukte - Ersatzverfahren**

Stark lösemittelhaltige aromaten- und methanolfreie Verlegewerkstoffe stellen eine erhebliche Gesundheitsgefährdung dar. Die Verarbeitung ist mit umfangreichen Schutzmaßnahmen verbunden und nur noch in Ausnahmefällen erlaubt (TRGS 610).  
 In den meisten Fällen können lösemittelarme oder noch besser lösemittelfreie (GISCODE D 1) Dispersions-Verlegewerkstoffe eingesetzt werden.

GISCODE ist die Zuordnung von Verlegewerkstoffen zu einer Produktgruppe; siehe Gebinde, Sicherheitsdatenblätter, Technische Merkblätter und Preislisten.  
 Vorstriche werden z.T. durch Zugabe von Verdünnern zum Klebstoff vor Ort hergestellt. Bei der Verarbeitung von derartigen Vorstrichen ist auch die Codierung des Verdünners zu berücksichtigen.  
 Es gilt der GISCODE mit der höchsten Code-Nummer.  
 Produkte, die dieser Produktgruppe zugeordnet sind, können im Einzelfall eine abweichende Kennzeichnung (Symbole, R/S-Sätze) oder abweichende sonstige Einstufungen (WGK, GGVSE usw.) aufweisen.  
 Diese Produkt-/gruppen-Information unterstützt Sie bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach §7 der neuen Gefahrstoffverordnung und kann ggf. für Dokumentationszwecke verwendet werden. Betriebsspezifische oder tätigkeitsbezogene Abweichungen oder Ergänzungen sind dann im Kapitel 'Gefährdungsbeurteilung' anzugeben.



Gefahr der Hautresorption (H)

#### **Methylacetat**

610 mg/m<sup>3</sup>

Bemerkung Y (TRGS 900): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Grenzwertes nicht befürchtet zu werden.

#### **Ethylacetat**

1500 mg/m<sup>3</sup> bzw. 400 ml/m<sup>3</sup> (ppm)

Bemerkung Y (TRGS 900): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Grenzwertes nicht befürchtet zu werden.

Übergangsweise werden hier die ehemaligen 'MAK-Werte' aufgeführt. Sobald gesetzlich verbindliche Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) / Einstufungen usw. veröffentlicht sind, wird darüber unter [www.gisbau.de](http://www.gisbau.de) berichtet.

Arbeitsbereich abgrenzen, z.B. durch Flatterband! Schilder "Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten" und "Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre" aufstellen!

Vorratsmenge am Arbeitsplatz auf einen Schichtbedarf beschränken.

Gefäße nicht offen stehen lassen.

Waschgelegenheit im Arbeitsbereich vorsehen.

Augendusche oder Augenspülflasche bereitstellen.

### **Persönliche Schutzmaßnahmen**

**Augenschutz:** Bei Spritzgefahr: Gestellbrille.

**Handschutz:** Handschuhe aus: Butylkautschuk.

Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwoll-unterziehhandschuhe empfehlenswert!

**Hautschutz:** Für alle unbedeckten Körperteile fettfreie oder fettarme (Öl-in-Wasser-Emulsion) Hautschutzsalbe verwenden!

**Atemschutz:** Atemschutz bei Grenzwertüberschreitung: Nur umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät verwenden !

### **Gefahrstoffmessungen / Ermittlung**

Eine Grenzwertüberschreitung ist zu erwarten.

### **Gesundheitsgefährdung**

Einatmen kann zu Gesundheitsschäden führen.

Kann die Atemwege, Augen und Haut reizen: z.B. Brennen, Augentränen, Jucken.

Vorübergehende Beschwerden wie Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Konzentrationstörungen können auftreten.

Kann Gesundheitsstörungen wie Rausch, Herzrhythmusstörung, Nervenschaden verursachen.

Bei höheren Konzentrationen können Atem- und Herz-Kreislaufstillstand auftreten.

### **Erste Hilfe**

**Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten (z.B. Handschutz, Atemschutz); immer auch Arzt verständigen!**

**Nach Augenkontakt:** 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen oder Augenspül-lösung nehmen. Immer Augenarzt aufsuchen!

**Nach Hautkontakt:** Verunreinigte Kleidung sofort aus-ziehen.

Mit viel Wasser und Seife reinigen.

Kein Verdünner o.ä. verwenden.

**Nach Einatmen:** Person an die frische Luft bringen.

Bei Bewusstlosigkeit Atemwege freihalten (Zahnprothesen, Erbrochenes entfernen, stabile Seitenlagerung), Atmung und Puls überwachen.

Bei Atem- oder Herzstillstand: künstliche Beatmung und Herzdruckmassage.

**Nach Verschlucken:** Kein Erbrechen auslösen, nichts zu trinken geben.

**Hinweise für den Arzt:** Vorsicht mit Katecholamingaben (Gefahr ventrikulärer Rhythmusstörungen)!

### **Hygienemaßnahmen**

Im Arbeitsbereich keine Lebensmittel aufbewahren so-wie weder essen, trinken, schnupfen noch rauchen!

Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden!

Produktreste von der Haut entfernen!

Nach Arbeitsende und vor Pausen Hände gründlich rei-nigen!

Hautpflegemittel nach der Arbeit verwenden (rückfetten-de Creme).

Verunreinigte Kleidung wechseln und reinigen!

Nach Arbeitsende Kleidung wechseln!

### **Technische und Organisatorische Schutzmaßnahmen**

Arbeiten bei Frischluftzufuhr, vor allem im Bodenbereich, da Dämpfe schwerer als Luft.

Auftretende Dämpfe direkt an der Entstehungs- oder Austrittsstelle absaugen.

Auf keinen Fall rauchen! Von Zündquellen (auch elektrische Geräte ohne Ex-Schutz) fernhalten, offene Flammen vermeiden, kriechende Dämpfe können auch in größerer Entfernung zur Entzündung führen!

Nur ex-geschützte Be-/ Entlüftungsgeräte verwenden.

Schlag und Reibung vermeiden.

Elektrische Geräte z.B. Nachtstromspeicheröfen abschalten; Kühlschränke und Schwachstromanlagen z.B. Klingeln abstellen!

### **Handhabung**

Dämpfe sind schwerer als Luft und bilden mit Luft expo-sionsfähige Gemische.

Kunststoffe und Gummi können angegriffen werden.

Bei durchtränktem Material (z.B. Kleidung, Putzlappen) besteht erhöhte Entzündungsgefahr.

### **Beschäftigungsbeschränkungen**

Jugendliche ab 15 J dürfen hiemit nur beschäftigt werden, wenn es zum Erreichen des Ausbildungszieles erforderlich, der Luftgrenzwert unterschritten, die Aufsicht eines Fachkundigen und ärztl./sicherheitstechn. Betreuung gewährleistet ist.

Werdende oder stillende Mütter dürfen hiemit nur beschäftigt werden, wenn der Luftgrenzwert unterschritten ist.



### Vorsorgeuntersuchungen

Personen, die Umgang mit dem Stoff/Produkt haben, sind spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach Grundsatz - G(26): Atemschutzgeräte (falls Atemschutz notwendig werden kann) anzubieten. Wird der Arbeitsplatzgrenzwert nicht eingehalten, sind die Vorsorgeuntersuchungen regelmäßig zu veranlassen - entsprechendes gilt bei unmittelbarem Hautkontakt zu hautresorptiven Stoffen (H-Stoffe).

### Gefahrguttransport

Die Produktgruppe ist der Klasse 3 mit UN-Nummer UN1133 und Verpackungsgruppe II zugeordnet. Soll der Transport unter erleichterten Bedingungen (Kleinmengentransport) durchgeführt werden, muss die transportierte Menge in Litern mit dem Faktor 3 multipliziert werden. Als Kleinmengentransporte gelten nur Transporte, bei denen bei der Aufaddierung der Multiplikationsergebnisse die Zahl 1000 nicht überschritten wird.

### Entsorgung

Nicht in Abguss oder Mülltonne schütten. Abfälle nicht vermischen! Zur ordnungsgemäßen Beseitigung bzw. Rückgewinnung in beständigen, verschließbaren und gekennzeichneten Gefäßen getrennt sammeln.

Nicht ausgehärtete Produktreste sind Sonderabfall. Ausgehärtete Produktreste können als hausmüllähnlicher Gewerbeabfall oder Baustellenabfall entsorgt werden.

Restentleerte Gebinde, die mit F oder Xi oder Xn gekennzeichnet sind, können wiederverwertet werden.

Gebinde mit nicht ausgehärteten Produktresten sind Sonderabfall.

Restmengen sind unter Beachtung der örtlichen Vorschriften einer geordneten Abfallbeseitigung zuzuführen! Folgende EAK/AVV-Abfallschlüssel können in Frage kommen:

#### Produktreste:

080409\* Klebstoff- und Dichtmassenabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten

#### Ausgetrocknete Produktreste:

080410 Klebstoff- und Dichtmassenabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 04 09 fallen  
080112 Farb- und Lackabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 01 11 fallen

### Lagerung

Behälter dicht geschlossen an einem kühlen, gut gelüfteten Ort lagern.

Nicht im Pausen- oder Aufenthaltsraum lagern.

Vorsicht mit leeren Gebinden - bei Entzündung Explosionsgefahr.

Getrennt von explosionsgefährlichen, giftigen oder brandfördernden Stoffen lagern! Getrennte Räume oder ausreichender Sicherheitsabstand (z.B. Palettenbreite).

Für Betriebsfremde unzugänglich aufbewahren.

### Schadensfall

Nach Verschütten mit einem Spachtel in ein Leergebinde aufnehmen, aushärten lassen und wie unter Entsorgung beschrieben behandeln. Reste z.B. mit Sand abstreuen und mechanisch entfernen.

Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Kohlendioxid, Löschpulver, Schaum oder Wasser im Sprühstrahl (kein Vollstrahl).

Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen.

Das Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation muss vermieden werden (wassergefährdend - WGK 2).

Copyright

by GISBAU 10/99

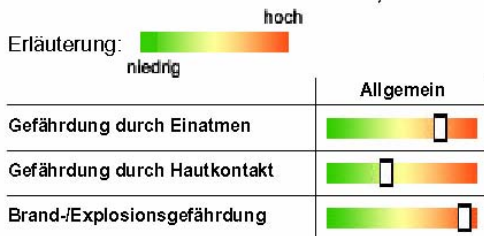
Erstellt in Zusammenarbeit mit der Technischen Kommission Bauklebstoffe (TKB) des Industrieverbandes Klebstoffe e.V. nach Sicherheitsdatenblättern verschiedener Hersteller und sonstigen Unterlagen. Vervielfältigung erwünscht!





## Hilfe zur Gefährdungsbeurteilung

Orientierender Überblick zur inhalativen, dermalen und chemisch/physikalischen Gefährdung:



Die folgenden Angaben geben Auskunft darüber, ob die jeweiligen Punkte bei der Gefährdungsbeurteilung **besonders** zu berücksichtigen (= **JA**) oder von untergeordneter Bedeutung (= **NEIN**) sind.

|                              | Allgemein   |
|------------------------------|-------------|
| Handschutz                   | <b>JA</b>   |
| Hautschutz                   | <b>JA</b>   |
| Atemschutz                   | <b>JA</b>   |
| Augenschutz                  | <b>JA</b>   |
| Körperschutz                 | <b>NEIN</b> |
| Betriebsanweisung            | <b>JA</b>   |
| Ersatzstoff notwendig        | <b>JA</b>   |
| Grenzwertüberschreitung      | <b>JA</b>   |
| Vorsorgeuntersuchungen       | <b>JA</b>   |
| Beschäftigungsbeschränkungen | <b>JA</b>   |

### 3.3 Hinweise zum Stand der Technik für Tätigkeiten mit Cobalt und seinen Verbindungen (Mindeststandards)

Cobaltchlorid und -sulfat sind im Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG als krebserzeugend in die Kategorie 2 (R49) eingestuft [1]; Cobaltacetat-Tetrahydrat, -carbonat, -nitrat-Hexahydrat, -dichlorid und -sulfat-Heptahydrat sind, bioverfügbar oder in Form atembare Stäube/Aerosole, in der TRGS 905 [2] als krebserzeugend in die Kategorie 2 (R49), als erbgutverändernd in die Kategorie 3 und als fortpflanzungsgefährdend in die Kategorie R<sub>F</sub> 2 eingeordnet. Abweichend von der Legaleinstufung gemäß Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG sind bioverfügbare atembare Stäube/Aerosole von Cobaltmetall, -oxid und -sulfid sowie Cobaltverbindungen soweit nicht namentlich genannt mit Ausnahme von Hartmetallen, cobalthaltigen Spinellen und organischen



Cobalt-Sikkativen in der TRGS 905 als krebserzeugend in die Kategorie 3 (Verdacht auf eine krebserzeugende Wirkung) eingeordnet.

### 3.3.1 Messverfahren

Zur Messung von Cobalt und seinen Verbindungen in der Luft am Arbeitsplatz steht ein neues Messverfahren nach BGI 505-15 [3] (in Vorbereitung) zur Verfügung. Mit Hilfe einer Pumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Membranfilter gesaugt. Das im abgeschiedenen Aerosol enthaltene Cobalt wird nach Säureaufschluss mittels flammenloser Atomabsorptionsspektroskopie (GFAAS) bestimmt. Es sind ortsfeste und personenbezogene Messungen mit hoher Empfindlichkeit möglich. Die Bestimmungsgrenze liegt bei  $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei einem Probeluftvolumen von  $1,2 \text{ m}^3$ .

### 3.3.2 Herstellung und Verwendung

Hauptlieferanten für Cobalt sind Afrika, Zaire und Zambia; daneben wird auch Cobalt aus Russland vermarktet. Cobalt wird ebenso als Kuppelprodukt bei der Nickelerzeugung gewonnen, wobei insbesondere Australien und Kanada als Produzentenländer zu nennen sind. Von Rohstoffexperten wird ergänzend auf die bisher noch unerschlossenen riesigen Reserven in China und Japan hingewiesen.

Die Weltproduktion von Cobalt liegt bei ca. 37 000 t pro Jahr. In den letzten Jahren wurden 2 400 t Cobalt nach Deutschland eingeführt. Bis zum Jahre 2002 wurde es in Deutschland auch zur Cobaltpulverherstellung eingesetzt, diese ist jedoch mittlerweile eingestellt worden. Cobalt wird in unterschiedlichen Verbindungen in verschiedenen Herstellungsprozessen eingesetzt, z. B.:

- ❑ Als Metall wird Cobalt in der Hartmetallherstellung, der Magnetherstellung, der Herstellung besonderer Legierungen, wie z. B. Werkzeugstählen, und in Katalysatoren eingesetzt. In der Hartmetallherstellung wird Cobalt als Bindemittel von Wolframcarbid eingesetzt. Außerdem werden als Legierungskomponenten z. B. auch die kubischen Carbide Titan-, Tantal- und/oder Niobcarbid zugegeben. Es treten Exposition gegenüber Cobaltmetall und gleichzeitig gegenüber den genannten Carbiden, insbesondere Wolframcarbid, auf.



- ❑ Cobaltoxide werden zur Färbung von Keramik und Glas sowie in Katalysatoren eingesetzt.
- ❑ Als komplexes anorganisches Pigment, d. h. in kristalliner Struktur eines Spinelles, wird Cobalt zur Färbung von Kunststoffen, Keramik und Baumaterialien eingesetzt.
- ❑ In der Oberflächenveredelung werden lösliche Cobaltsalze bzw. Cobaltkonzentrate in gelöster Form in Elektrolyten zur Anwendung als technische bzw. optische Cobaltbeschichtung eingesetzt.
- ❑ Zur Fliesenherstellung und Zubereitung keramischer Farben wird Olivin (Cobalt-Silikat-Blau), Phenacit (Cobalt-Zink-Silikat-Blau) und Periklas (Cobalt-Nickel-Grau) eingesetzt.
- ❑ Bei der Herstellung von Kunstharzen und Lacken werden u. a. organische Cobaltverbindungen als Beschleuniger bzw. als Trockenmittel eingesetzt.

### 3.3.3 Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen

#### 1) Hartmetallherstellung

Aus den Jahren 1996 bis 2002 liegen 91 personenbezogene Arbeitsplatzmessungen vor (Tabelle 3).

Tabelle 3:  
Perzentile der Cobaltkonzentration bei der Hartmetallherstellung

| Anzahl der Messungen: 91 | Co-Konzentration in mg/m <sup>3</sup> |
|--------------------------|---------------------------------------|
| 50-Perzentilwert         | 0,021                                 |
| 75-Perzentilwert         | 0,07                                  |
| 90-Perzentilwert         | 0,25                                  |
| 95-Perzentilwert         | 0,315                                 |



Die Schichtmittelwerte lagen zwischen 0,0002 und 0,449 mg/m<sup>3</sup>. Der arithmetische Mittelwert lag bei 0,078 mg/m<sup>3</sup> und der geometrische Mittelwert bei 0,022 mg/m<sup>3</sup>. Aus der Häufigkeitsverteilung ergeben sich die in Tabelle 3 aufgeführten Werte.

Die Messungen stammen von neun Hartmetallherstellern und sind repräsentativ für die Technik in der Hartmetallherstellung. Angesichts der in der Hartmetallherstellung gegebenen Arbeitsbereiche wurden die Daten in folgender Gliederung ausgewertet:

#### □ **Pulveraufbereitung (Malen, Sieben, Granulieren bzw. Pulverrückführung)**

Im vorliegenden Datenkollektiv (Tabelle 4) wurden die beiden höchsten Messergebnisse mit 0,43 und 0,41 mg/m<sup>3</sup> nicht in die Auswertung einbezogen, da an den entsprechenden Arbeitsplätzen bereits Arbeitsschutzmaßnahmen eingeleitet wurden.

Tabelle 4:  
Arbeitsplatzmessergebnisse für Cobalt bei der Pulveraufbereitung

| Anzahl der Messungen: 39 | Co-Konzentration in mg/m <sup>3</sup> |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Minimalwert              | 0,001                                 |
| Maximalwert              | 0,36                                  |
| 75-Perzentilwert         | 0,155                                 |
| 90-Perzentilwert         | 0,31                                  |
| 95-Perzentilwert         | 0,324                                 |
| Arithmetisches Mittel    | 0,104                                 |
| Geometrisches Mittel     | 0,043                                 |

### **Schutzmaßnahmen**

In der Pulveraufbereitung ist die Staubentwicklung in der Luft am Arbeitsplatz nicht vollständig auszuschließen, da der Einsatz des Cobalts und die Pulverrückführung aus den Pressen manuell erfolgt und es sich um nicht vollständig geschlossene Anlagen handelt. Schutzmaßnahmen erfolgen durch Absaugungen oder mögliche Kapselungen an Übergabestellen und organisatorischen Maßnahmen zur Handhabung des pulverförmigen Einsatzstoffes. Die Anlieferung erfolgt in Gebinden von 5 bis 200 kg.



Beim Pressen wird das zur Homogenisierung gemischte, unter Zugabe von Alkoholen oder anderen organischen Flüssigkeiten gemahlene und anschließend getrocknete Granulat in die Presse gefördert. Das Granulat weist Korngrößen von ca. 200  $\mu\text{m}$  auf. Minderungen der Exposition können durch Automatisierung des Vorgangs erreicht werden. Eine Exposition kann auch bei der Pulverrückführung aus den Pressen auftreten. Hierbei handelt es sich um gelegentliche Vorgänge, die beim Wechsel des Hartmetallpulvers durchgeführt werden müssen. Ihre Häufigkeit ist mit der Vielfältigkeit des Produktionsprogramms gekoppelt.

### □ **Grünbearbeitung**

(Pressen und Bearbeitung des gepressten aber nicht gesinterten Werkstücks)

Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse von Arbeitsplatzmessungen bei der Grünbearbeitung.

Tabelle 5:  
Arbeitsplatzmessungen für Cobalt bei der Grünbearbeitung

| Anzahl der Messungen: 23 | Co-Konzentration in $\text{mg}/\text{m}^3$ |
|--------------------------|--|
| Minimalwert              | 0,003                                      |
| Maximalwert              | 0,449                                      |
| 75-Perzentilwert         | 0,065                                      |
| 90-Perzentilwert         | 0,126                                      |
| 95-Perzentilwert         | 0,238                                      |
| Arithmetisches Mittel    | 0,066                                      |
| Geometrisches Mittel     | 0,032                                      |

### **Schutzmaßnahmen**

Der geringere Teil der Hartmetallerzeugnisse wird durch indirekte Formgebung, d. h. durch die Bearbeitungsschritte, wie Trennen, Bohren, Drehen, Fräsen, Schleifen usw., hergestellt (Grünbearbeitung). Das bei dieser Bearbeitung abgetragene Pulver wird direkt am Werkzeug abgesaugt und in den Prozess zurückgeführt. Schutzmaßnahmen erfolgen durch eine zusätzliche Sekundärabsaugung und teilweise durch zusätzliche



Einhausung der Maschinen. Auch der Einsatz von CNC-Maschinen führt zu erheblichen Expositionsminderungen.

## 2) Hartmetallbearbeitung einschließlich Sintern

Insgesamt wurden 28 Messergebnisse mit einem Höchstwert bei 0,09 mg/m<sup>3</sup> vorgelegt (Tabelle 6).

Tabelle 6:  
Arbeitsplatzmessungen für Cobalt bei der Hartmetallbearbeitung

| Anzahl der Messungen: 28 | Co-Konzentration in mg/m <sup>3</sup> |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Minimalwert              | 0,0002                                |
| Maximalwert              | 0,090                                 |
| 75-Perzentilwert         | 0,010                                 |
| 90-Perzentilwert         | 0,023                                 |
| 95-Perzentilwert         | 0,035                                 |
| arithmetisches Mittel    | 0,012                                 |
| geometrisches Mittel     | 0,006                                 |

### ***Schutzmaßnahmen***

Um Form- und Maßabweichungen von gesintertem Hartmetall zu korrigieren, ist eine nachträgliche Bearbeitung erforderlich. Wegen der hohen Härte kommen hier nur Verfahren, wie Schleifen, Honen, Läppen und Polieren, bzw. abtragende Verfahren, wie Funkenerosion oder Laserbearbeitung, infrage. Allein aus wirtschaftlichen Gründen wird dieser Vorgang weitgehend reduziert, ist aber aufgrund der hohen technischen Anforderungen erforderlich.

Zur Verringerung der Exposition wird bei der Hartmetallbearbeitung an der Stelle des Werkzeugeinsatzes und in der Nähe des Bearbeitungsvorgangs abgesaugt. Zusätzlich handelt es sich im Wesentlichen um geschlossene Bearbeitungsmaschinen. Zur Verringerung der Exposition werden in diesen Arbeitsbereichen Spezialkühlschmierstoffe eingesetzt.



### **3) Oberflächenbeschichtung**

Cobaltsalze werden in der Oberflächenveredelung als Legierungsmetall oder als Färbemittel zugegeben. Die Oberflächenveredelung findet in ca. 3 000 kleinen bzw. mittelständischen Unternehmen statt. Die Anlieferung erfolgt in Gebinden als lösliche Salze oder in gelöster Form in Konzentraten. Expositionen können beim Ansetzen, Umfüllen, Abfüllen von Lösungen und Beschicken der Anlage erfolgen. Messergebnisse wurden nicht vorgelegt. Die Konzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz sollen sich im Bereich der Nachweisgrenze bewegen.

#### ***Schutzmaßnahmen***

Neuanlagen werden mit Lüftungstechnischen Maßnahmen nach dem Stand der Technik ausgerüstet. Bei bestehenden Anlagen ist eine Umrüstung aus räumlichen Gründen in den meisten Fällen nicht möglich. Die Elektrolytkonzentrationen zur Beschichtung liegen zwischen 0,5 und 50 g/l bezogen auf Cobalt.

25 % der Beschichtungen erfolgen an manuellen Anlagen. Hier werden die Transporteinrichtungen durch Mitarbeiter über Schalttaster gesteuert. Die Handanlagen sind besonders geeignet für ein unterschiedliches Teilespektrum und sehr unterschiedliche Verfahrensabläufe. Absaugungen sind hier aus technischen Gründen nicht möglich. Die Einhaltung einer Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz von 0,05 mg/m<sup>3</sup> kann an diesen Anlagen nicht gewährleistet werden.

### **4) Katalysatoren**

Die vorliegenden Messungen stammen aus den Jahren 1992 bis 2002 (Tabelle 7, siehe Seite 56).

#### ***Schutzmaßnahmen***

Bei den vorliegenden Messungen handelt es sich um Cobaltkonzentrationen beim Wechsel von Katalysatoren in der Chemieindustrie. Hierzu wird der Katalysator mit Wasser geflutet. Beim Einfüllen des Katalysators wird mit Kohlendioxid inertisiert und mittels eines Adapterstückes in einem geschlossenen System gearbeitet. Die Arbeiten



werden von einer Fachfirma durchgeführt. Als Persönliche Schutzausrüstungen dienen Atemschutzmasken und Staubanzüge.

Tabelle 7:  
Arbeitsplatzmessungen für Cobalt beim Wechsel von Katalysatoren

| <b>Anzahl der Messungen: 37</b> | <b>Co-Konzentration in mg/m<sup>3</sup></b> |
|---------------------------------|---|
| Minimalwert                     | 0,001                                       |
| Maximalwert                     | 0,242                                       |
| 75-Perzentilwert                | 0,050                                       |
| 90-Perzentilwert                | 0,098                                       |
| 95-Perzentilwert                | 0,131                                       |
| arithmetisches Mittel           | 0,036                                       |
| geometrisches Mittel            | 0,015                                       |

### **5) Herstellung von Cobaltverbindungen**

Aus einem Betrieb, der für die interne Weiterverarbeitung Cobaltverbindungen herstellt, liegen 22 personenbezogenen Messungen aus den Jahren 1997 bis 2000 vor (Tabelle 8).

Tabelle 8:  
Arbeitsplatzmessungen für Cobalt bei der Herstellung von Cobaltverbindungen

| <b>Anzahl der Messungen: 22</b> | <b>Co-Konzentration in mg/m<sup>3</sup></b> |
|---------------------------------|---|
| Minimalwert                     | 0,015                                       |
| Maximalwert                     | 0,264                                       |
| 75-Perzentilwert                | 0,098                                       |
| 90-Perzentilwert                | 0,137                                       |
| 95-Perzentilwert                | 0,153                                       |
| arithmetisches Mittel           | 0,078                                       |
| geometrisches Mittel            | 0,063                                       |





### ***Schutzmaßnahmen***

Die Anlage zur Herstellung steht in einer eigenständigen geschlossenen Produktionshalle und besteht im Wesentlichen aus Reaktionsbehälter, Vakuumtrockner und Absackanlage. Das Produkt wird in Polyethylenbeutel verpackt. Expositionen können bei der Entleerung des Trockners mit einer Dauer von 20 Minuten und einer Häufigkeit von drei- bis fünfmal in der Schicht auftreten. Des Weiteren sind bei der Abfüllung über die gesamte Schicht Expositionen nicht auszuschließen. Schutzmaßnahmen gegenüber der Exposition erfolgen durch die Dosierung der flüssigen Cobaltverbindung in geschlossenen Systemen. Reaktionsbehälter, Trockner und Absackanlage werden abgesaugt.

### ***6) Herstellung von Legierungen***

Die Messergebnisse bei der Herstellung von Legierungen zeigt Tabelle 9.

Tabelle 9:  
Arbeitsplatzmessungen bei der Herstellung von Legierungen

| <b>Anzahl der Messungen: 19</b> | <b>Co-Konzentration in mg/m<sup>3</sup></b> |
|---------------------------------|---|
| Minimalwert                     | 0,001                                       |
| Maximalwert                     | 0,011                                       |
| Mittelwert                      | 0,002                                       |

### ***Schutzmaßnahmen***

Cobalt wird bei der Herstellung von Legierungen, z. B. von Werkzeugstahl, eingesetzt. Es wird in Form von Pellets in Fässern angeliefert und im Elektroofen eingesetzt. Hierbei handelt es sich um geringe Cobaltmengen. Aufgrund der Einsatzform und der Handhabung kommt es in diesen Arbeitsbereichen zu keiner nennenswerten Exposition.



## 7) Cobaltpigmentherstellung

Die vorliegenden Arbeitsplatzmessungen (Tabelle 10) stammen aus dem Jahr 1999.

Tabelle 10:  
Arbeitsplatzmessungen für Cobalt bei der Herstellung von Cobaltpigment

| Anzahl der Messungen: 7 | Co-Konzentration in mg/m <sup>3</sup> |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Minimalwert             | 0,007                                 |
| Maximalwert             | 0,41                                  |
| Median-Wert             | 0,011                                 |

### **Schutzmaßnahmen**

Expositionsmessungen erfolgten an den relevanten Vorgängen der Beschickung mit dem Rohstoff und anderen Übergabestellen. Maßnahmen zur Expositionsminderung sind Absaugungen an den Staubentwicklungsstellen und organisatorische Maßnahmen zur Verkürzung der Aufenthaltszeit der Arbeitnehmer.

### **Literatur**

- [1] Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt vom 27.06.1967. ABl. EG Nr. L 196, S. 1 vom 16.08.1967; zul. geänd. ABl. EG Nr. L 225, S. 1 vom 21.08.2001
- [2] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährlicher Stoffe (TRGS 905). Ausg.: 7/2005. BArbBl. (2005) Nr. 7, S. 68-78. [www.baua.de/prax/ags/trgs905.pdf](http://www.baua.de/prax/ags/trgs905.pdf)
- [3] Berufsgenossenschaftliche Informationen: Verfahren zur Bestimmung von Cobalt (BGI 503-15). Carl Heymanns, Köln (in Vorbereitung)



### **3.4 Füll- und Abwiegevorgänge für partikelförmige Stoffe**

In vielen Bereichen der Industrie werden für Mischprodukte staubende und zum Teil hoch toxische oder krebserzeugende Grund- und Zuschlagsstoffe manuell abgewogen, bevor sie in Mischsysteme eingebracht werden. Die Mengen, die abgefüllt werden, reichen von mehreren Kilogramm, z. B. beim Herstellen von Bremsbelägen mit einer Gesamtmenge der Mischung bis zu einer Tonne, bis in den Grammbereich beim Mischen von Farbpigmenten. Die Häufigkeit reicht von einmal pro Tag oder Woche bis mehrfach pro Schicht. Dabei können sich die Mischrezepturen ständig ändern. Beim Öffnen und Schließen von Gebinden (z. B. Säcke), Einfüllen der Stoffe, Abstellen der Gebinde, Ablegen der Leergebinde usw. treten teilweise hohe Staubemissionen auf. Durch eine Reihe technischer Maßnahmen können die Emissionen vermieden werden. Recherchen zeigten, dass bereits mit einfachen Mitteln z. B. im Rahmen der Arbeitsorganisation die Arbeitsbedingungen an Arbeitsplätzen mit manuellen Füll- und Abwiegevorgängen deutlich verbessert werden können.

Basierend auf Checklisten, die den Arbeitsbereich ganzheitlich betrachten, ist zurzeit eine allgemein zugängliche und leicht verständliche interaktive PC-Software in Vorbereitung. Diese soll als detaillierte Hilfestellung für den Einzelfall dienen und es ermöglichen, die Gefährdungsbeurteilung nach den Vorgaben der GefStoffV durchzuführen und dabei insbesondere das Minimierungsgebot mit Blick auf den Stand der Technik umzusetzen.

### **3.5 Herstellerhinweise zu Isocyanaten und Hilfen des BGIA zur Gefährdungsbeurteilung (insbesondere TDI, NDI)**

Isocyanate sind schnell reagierende Chemikalien, die z. B. zur Herstellung von Lacken, Klebstoffen oder Polyurethanen (PUR) benötigt werden. Die Bezeichnung Polyurethane steht für eine Reihe von Kunststoffen, mit denen sich schon durch Variation der beiden Hauptkomponenten – (Poly)isocyanate und Polyole – ein extrem breites Spektrum an Materialeigenschaften erzielen lässt. Die Vielfalt an Produkten, die unter Verwendung von Isocyanaten hergestellt werden können, führt zwangsläufig auch zu vielen Arbeits-



bereichen, in denen Expositionen gegenüber Isocyanaten nicht ausgeschlossen werden können.

Beispiele für einige Anwendungsbereiche sind die Holzindustrie (MDI-verleimte Spanplatten), die Möbelindustrie (Matratzen, Polstermöbel), die Kfz-Zulieferindustrie (Stoßfänger, Innenverkleidungen), der Bergbau (Gebirgsverfestigung), Gießereien (Cold-Box-Verfahren), Herstellung und Verwendung von Lacken (isocyanathaltige Aerosole beim Spritzlackieren), Textil- und Bekleidungsbranche (Schuhherstellung, PUR-Textilbeschichtungen) oder das Baugewerbe (Dachisolierungen, Parkettverlegung, Fenstereinbau mithilfe von Montageschäumen).

Isocyanate sind giftig beim Einatmen und haben sich als reizend auf Augen, Haut und Schleimhäute erwiesen. Isocyanate sind ferner als sensibilisierend beim Einatmen und bei Hautkontakt eingestuft. Eine Sensibilisierung der Atemwege kann zu „Isocyanat-Asthma“ oder zu Kontaktallergien der Haut führen. Dabei ist bei aliphatischen Isocyanaten – Hexamethylendiisocyanat (HDI) oder Isophorondiisocyanat (IPDI) in Lacken – die Fähigkeit, über die Haut sensibilisierend zu wirken, stärker ausgeprägt als bei aromatischen Isocyanaten. Massiver Hautkontakt kann also ebenso zu Atemwegssensibilisierungen führen wie eine länger andauernde oder auch nur eine einmalige, allerdings sehr hohe Exposition gegenüber Isocyanaten in der Luft.

Monomeres Toluylendiisocyanat (TDI, Kat. 3A), die einatembare Staubfraktion von Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (MDI, Kat. 3B) und Naphthylendiisocyanat (NDI, Kat. 3B) sind von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) als krebserzeugend nach Kategorie 3 eingestuft.

Führen die Beschäftigten eines Betriebes Tätigkeiten mit Isocyanaten durch, stehen für die notwendige Gefährdungsbeurteilung mit der TRGS 430 (Isocyanate) und der TRGS 540 (Sensibilisierende Stoffe) wichtige Hilfsmittel zur Verfügung.

Im großindustriellen Bereich, z. B. bei der Vulkollanherstellung, liegen dem Unternehmer häufig ausführliche Informationen des Isocyanatherstellers oder -lieferers vor, die nicht nur die Chemikalienseite, sondern auch Anlagen- und Lüftungstechnik betreffen.



In der Regel lässt sich bei Umsetzung der dort vorgeschlagenen Maßnahmen (z. B. zur Arbeitsplatzgestaltung oder zu Persönlicher Schutzausrüstung) eine potenzielle Gefährdung am Arbeitsplatz zumindest minimieren.

Schwieriger ist die Situation in Betrieben, in denen Tätigkeiten mit Isocyanaten nicht im Vordergrund stehen, z. B. in Lackierereien oder im Baugewerbe. Hier bieten die in der TRGS 430 enthaltenen Expositionsszenarien eine schnelle Möglichkeit zur ersten Abschätzung der Expositionsverhältnisse. Grundsätzlich gilt, dass in Bereichen mit sporadischer Verwendung von Isocyanaten aufgrund deren hoher Reaktivität keine langfristigen isocyanatspezifischen Belastungen zu erwarten sind. Als u. U. kritisch angesehen werden muss jedoch der Moment der Anmischung von isocyanathaltigen Lacken oder Klebstoffen, der Verarbeitungsschritt sowie der Zeitraum kurz nach der Anwendung.

Bei der thermischen Behandlung ausgehärteter Produkte, z. B. beim Schweißen oder Brennschneiden PUR-lackierter Stähle, beim Anschleifen von PUR-Anstrichen und bei der mechanischen Bearbeitung MDI-verleimter Spanplatten, kann es zur Rückbildung von Isocyanaten kommen. Ebenso kann manchmal nicht ausgeschlossen werden, dass prozessbedingt – auch aus zunächst „unverdächtigen“ Einsatzprodukten – Isocyanate entstehen können.

Über Isocyanate wurde 1995 der BIA-Report 4/95 [1] veröffentlicht; eine überarbeitete Version dieses Reports ist zurzeit in Vorbereitung. Die Polyisocyanat-Problematik wird in einem Übersichtsartikel aus 2004 von *Bello et al.* [2] zusammenfassend beschrieben.

### Literatur

- [1] *Bock, W.; Hahn, J.-U.; Stamm, R.; Stückrath, M.*: Isocyanate. BIA-Report 4/95. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 1995
  
- [2] *Bello, D.; Woskie, S. R.; Streicher, R. P.; Liu, Y.; Stowe, M. H.; Eisen, E. A.; Ellenbecker, M. J.; Sparer, J.; Youngs, F.; Cullen, M. R.; Redlich, C. A.*: Poly-



isocyanates in occupational environments: A critical review of exposure limits and metrics. Am. J. Ind. Med. 46 (2004), S. 480-491

### **3.6 Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der Metallbearbeitung**

#### **– BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen**

#### **– Handlungshilfen und Informationen auf CD-ROM**

In ca. 200 000 Industrie- und Handwerksbetrieben werden höchst verschieden zusammengesetzte Kühlschmierstoffe bei unterschiedlichen Metallbearbeitungsverfahren verwendet. Hierbei treten Emissionen in Form von Aerosolen und Dämpfen auf, die in die Atemluft gelangen können.

Für die Überwachung der Arbeitsbereiche lassen sich wegen der komplexen Zusammensetzungen der Kühlschmierstoffe, die sich zudem während des Gebrauchs ständig verändern, keine toxikologisch begründeten Arbeitsplatzgrenzwerte aufstellen. Daher wurde ein auf die technische Machbarkeit bezogener Arbeitsplatzgrenzwert von 10 mg/m<sup>3</sup> für die Summe von Dampf und Aerosol festgelegt. Umfangreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass unter Beachtung von Verhaltensmaßnahmen bei der Verwendung, bei sachgerechter Wartung und Pflege der Kühlschmierstoffe und der Anlagen sowie bei Einrichtung technischer Schutzmaßnahmen dieser Arbeitsplatzgrenzwert eingehalten werden kann.

BG/BIA-Empfehlungen [1] beschreiben Kriterien für die Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes.

Neben der Gefährdung durch Einatmen der Aerosole und Dämpfe bestehen weitere Gefährdungen durch Hautkontakt und durch die Möglichkeit der Entstehung von Bränden und Explosionen. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist festzustellen, ob solche Gefährdungen auftreten können und durch welche Maßnahmen sie vermieden oder vermindert werden können.



Ein unter Mitwirkung vieler Fachleute hierzu erstelltes Informationssystem gibt Auskunft über die Entstehung von Gefahren und deren Beseitigung. Wegen der Fülle der Informationen wurde das Informationssystem als CD-ROM veröffentlicht [2]. Ein auf der CD-ROM enthaltenes umfangreiches EDV-gestütztes Checklistensystem ermöglicht im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach der GefStoffV eine nahezu lückenlose Kontrolle der Arbeitsbereiche und der technischen Einrichtungen. Umfangreiche Hinweise zur Beseitigung festgestellter Mängel stehen zur Verfügung. Ferner sind Unterweisungsvideos und weitere Unterlagen für die Unterweisung der Mitarbeiter abrufbar. Verschiedene Foliensätze zu allen wichtigen Sachthemen können darüber hinaus für Schulungszwecke usw. auf den eigenen PC heruntergeladen werden.

### Literatur

- [1] *Stockmann, R.* et al.: BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung in Arbeitsbereichen. Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der spanenden Metallbearbeitung. BIA-Report 4/2004. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2004
  
- [2] *Pfeiffer, W.; Schlechter, N.; Stockmann, R.; Bagschik, U.; Boveleth, W.; Breuer, D.; Eckert, C.; Fauth, W.; Michels, P.; Rabente, T.; Rocker, M.; Schulz, B.*: Kühlschmierstoffe und andere komplexe kohlenwasserstoffhaltige Gemische. Sicherer Umgang, Expositionsbeurteilung, Schutzmaßnahmen, betriebliche Organisation. 2. Aufl. CD-ROM. Storck, Hamburg 2003

### 3.7 BG/BGIA-Empfehlungen „Laboratorien im Sinne der BGR 120“

Die BG/BGIA-Empfehlungen gelten für alle Laboratorien, die die Anforderungen nach der BG-Regel BGR 120 [1] erfüllen und zusätzlich folgende Randbedingungen für Arbeitsverfahren und Einsatzmengen giftiger, sehr giftiger, krebserzeugender, erbgutverändernder oder fruchtbarkeitsgefährdender Gefahrstoffe nicht überschreiten.



### **3.7.1 Arbeitsverfahren**

Arbeiten mit Gefahrstoffen, bei denen Gefahrstoffe in gefährlichen Konzentrationen oder Mengen in der Luft am Arbeitsplatz auftreten können und in Abzügen nach DIN 12924 oder DIN EN 14175 unter Beachtung der vom Fachausschuss Chemie aufgestellten Spürgas-Höchstwerte oder in Einrichtungen, die eine vergleichbare Sicherheit bieten, durchgeführt werden.

### **3.7.2 Gefahrstoffmengen**

Die maximale Menge wird dem Gefahrenpotenzial des Einzelstoffes angepasst. Laborübliche Flüssigkeiten, wie z. B. Methanol, werden nicht in Mengen von jeweils mehr als 2,5 l eingesetzt. Von sehr giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Gefahrstoffen werden nicht mehr als jeweils 0,5 l eingesetzt.

Feststoffe werden nicht in Mengen von jeweils mehr als 1 kg eingesetzt. Von sehr giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Feststoffen werden nicht mehr als jeweils 0,1 kg eingesetzt.

Ist für Gase, wie z. B. Stickstoff, Argon, Wasserstoff oder Propan, keine zentrale Gasversorgung vorhanden, wird die kleinste mögliche Gebindegröße, maximal eine 50-l-Druckgasflasche, benutzt. Für sehr giftige, krebserzeugende, erbgutverändernde oder fruchtbarkeitsgefährdende Gase werden „lecture bottles“ oder Kleinstahlflaschen eingesetzt. Ist dies nicht möglich, so werden keine größeren als 10-l-Druckgasflaschen verwendet. Ersatzflaschen werden außerhalb des Labors bereitgehalten.

Werden die beschriebenen Randbedingungen nicht eingehalten, z. B. größere Mengen an giftigen, sehr giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Lösungsmitteln eingesetzt oder Gefahrstoffe mit besonders hohem Gefährdungspotential, z. B. eine kleine Menge unverdünntes Nitroglycerin oder 2,5 l Dimethylsulfat, eingesetzt, sind die Vorgaben der BG/BGIA-Empfehlungen nicht erfüllt.

Bei Beachtung der o. g. Rahmenbedingungen wird in der Regel in Erfüllung der Vorgaben der GefStoffV gearbeitet. Analogieschlüsse für Laboratorien mit den Schutz-





stufen 1 und 2 können ebenfalls vorgenommen werden. Wenn die Rahmenbedingungen nicht eingehalten werden, muss eine zusätzliche Gefährdungsbeurteilung vorgenommen werden, um die Erfüllung der GefStoffV nachzuweisen.

## Literatur

- [1] Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Laboratorien (BGR 120). Carl Heymanns, Köln 1998

### 3.8 Naphthalin

|            |                                  |
|------------|----------------------------------|
| CAS-Nummer | 91-20-3                          |
| Einstufung | K3; R40<br>Xn; R 22<br>N; R50/53 |

Naphthalin ist ein brennbarer Feststoff, unlöslich in Wasser und bei Raumtemperatur merklich flüchtig. Naphthalin lässt sich aus Steinkohlenteer, aus Braunkohlen- und Holzteer oder Crackgasöl gewinnen. Im Steinkohlenteer ist es mengenmäßig der bedeutendste Bestandteil (bis zu 11 %). Es ist Bestandteil von Solvent Naphtha, einem häufig verwendeten Lösungsmittelgemisch aus aromatischen Kohlenwasserstoffen. Es kommt auch in fossilen Energieträgern vor, in Kraftstoffen und Heizölen kann es in Konzentrationen im Bereich von 0,1 Gew.-% vertreten sein, und entsteht neben anderen Stoffen bei der Verbrennung von Holz oder Tabak. Auch auf Mülldeponien kann es entstehen. Etwaige Emittenten für Naphthalin können Gaswerke und Holzimprägnierwerke sein.

Naphthalin ist in der Regel kein Endprodukt, sondern wird weiterverarbeitet. In Deutschland wird Naphthalin hauptsächlich zur Herstellung von Azofarbstoffen über die Zwischenstufen 2-Naphthol und Naphthalinsulfonsäure eingesetzt. Naphthalin ist weiterhin Ausgangsverbindung zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid, einem Zwischenprodukt bei der Synthese von PVC-Weichmachern, der Herstellung von Naphthalinsulfonsäure-Formaldehyd-Kondensationsprodukten, die als Gerbstoffe



und Betonhilfsmittel Verwendung finden, und von Alkylnaphthalinsulfonaten, die als Netzmittel in der Textilindustrie benutzt werden. Ferner wird es zur Herstellung der Lösungsmittel Decalin und Tetralin und des Holzschutzmittels Chlornaphthalin verwendet. Außerdem dient es als Lösungsmittelbestandteil für Pestizide. Weltweit findet Naphthalin Anwendung als Mottenschutzmittel.

In der TRGS 900 wird ein Luftgrenzwert von  $50 \text{ mg/m}^3$  geführt. Es handelt sich hierbei um einen von der EG-Kommission aufgestellten Arbeitsplatz-Richtgrenzwert.

In vielen Branchen und Arbeitsbereichen besteht die Möglichkeit einer Exposition gegenüber Naphthalin. Die Schichtmittelwerte, die über das Berufsgenossenschaftliche Messsystem Gefahrstoffe – BGMG ermittelt und im Zeitraum von 1997 bis Ende 2004 in der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA dokumentiert sind, wurden ausgewertet. Die Messwerte sollen einen Anhaltspunkt für die Schätzung der Expositionshöhe von Naphthalin in Arbeitsbereichen verschiedenster Branchen bieten und geben den Stand der Technik wieder.

Seit 1997 werden Naphthalin-Bestimmungen überwiegend mit einem neuen Probe- nahme- und Analysenverfahren durchgeführt. Das Analysenverfahren HPLC (High Performance Liquid Chromatography) bietet gegenüber dem bis 1996 eingesetzten GC-Verfahren (GC; Gaschromatografie) eine niedrigere Bestimmungsgrenze und gestattet die Bestimmung weiterer polycyclischer Kohlenwasserstoffe. Die Bestimmungsgrenze beträgt  $1,6 \mu\text{g/m}^3$  für ein Probeluftvolumen von 120 l; voneinander abweichende Bestimmungsgrenzen sind matrixbedingt. Im vorliegenden Datenmaterial (Tabelle 11) können keine Bereiche erhöhter Exposition ermittelt werden. Der Grenzwert von  $50 \text{ mg/m}^3$  wird in allen Fällen eingehalten.



Tabelle 11:  
Arbeitsplatzmessungen für Naphthalin, Datenzeitraum: 1997 bis 2004

| Teilbetriebsart   | Arbeitsbereiche   | Anzahl der Messdaten | Konzentrationen in mg/m <sup>3</sup> |            |            |
|---|---|----------------------|--------------------------------------|------------|------------|
|   |   |                      | 50%-Wert *                           | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| Kokerei   | Alle  | 54                   | 0,0096                               | 0,0533     | 0,0857     |
|   | Kammerofen, allgemein;<br>Kammerofen, Beschickung;<br>Kammerofen, Austrag | 12                   | 0,0038                               | 0,0184     | 0,0362     |
|   | Grobbearbeiten, manuell   | 11                   | 0,006                                | 0,0145     | 0,0159     |
|   | Steuer-/Bedienungsstand   | 29                   | 0,0129                               | 0,0634     | 0,0918     |
| Anstrich-, Klebemittel, Fug-/Spachtelmassen, Herstellung/Verarbeitung | Alle  | 16                   | 0,0243                               | 0,216      | 0,351      |
|   | Oberflächenbeschichtung, maschinelles Auftragen                           | 10                   | 0,055                                | 0,21       | 0,217      |
| Feuerfeste Waren, Herstellung   | Alle  | 97                   | < a. B.                              | 0,0211     | 0,0262     |
|   | Formerei, Pressen, allgemein  | 11                   | < a. B.                              | 0,0228     | 0,0302     |
|   | Fertigmachen zum Brand, Teertränkanlage                                   | 41                   | < a. B.                              | < a. B.    | < a. B.    |
| Sonderkeramik, Herstellung  | Alle  | 11                   | 0,012                                | 0,0264     | 0,03       |
| Hohlglas, Herstellung und Verarbeitung                                | Alle  | 25                   | < a. B.                              | < a. B.    | 0,00726    |
| E-Stahlwerk   | Alle  | 11                   | < a. B.                              | 0,0379     | 0,0417     |



| Teilbetriebsart                                      | Arbeitsbereiche        | Anzahl der Messdaten | Konzentrationen in mg/m <sup>3</sup> |            |            |
|--|------------------------|----------------------|--------------------------------------|------------|------------|
|  |                        |                      | 50%-Wert *                           | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| Oberflächenveredelung und Härtung                    | Alle                   | 12                   | < a. B.                              | < a. B.    | 0,00847    |
| Metallbe- und -verarbeitung, allgemein               | Alle                   | 83                   | < a. B.                              | < a. B.    | < a. B.    |
| Fahrzeugbau  | Alle                   | 14                   | < a. B.                              | < a. B.    | < a. B.    |
| Elektrotechnik, allgemein                            | Alle                   | 163                  | < a. B.                              | < a. B.    | < a. B.    |
|  | Mischer, Raum          | 29                   | < a. B.                              | < a. B.    | < a. B.    |
|  | Pressen, Raum          | 47                   | < a. B.                              | < a. B.    | 0,0114     |
|  | Pressen, allgemein     | 24                   | < a. B.                              | < a. B.    | 0,0491     |
| Bauwesen, allgemein                                  | Alle                   | 20                   | < a. B.                              | 0,237      | 0,276      |
|  | Bau, sonstige Arbeiten | 10                   | < a. B.                              | < a. B.    | < a. B.    |
| Sanierung, allgemein                                 | Alle                   | 70                   | < a. B.                              | 0,0454     | 0,073      |
|  | Stemmen, Meißeln       | 13                   | < a. B.                              | < a. B.    | < a. B.    |
|  | Verkleidung entfernen  | 10                   | < a. B.                              | 0,00517    | 0,00543    |
| Korrosionsschutz, Entfernen der Altbeschichtung      | Alle                   | 20                   | 0,0118                               | 0,0861     | 0,0959     |
|  | Strahlen, feucht       | 10                   | < a. B.                              | 0,075      | 0,0854     |
| Straßenbau   | Alle                   | 22                   | < a. B.                              | < a. B.    | 0,0141     |
| Deckeneinbau, Straßenbau, einschließlich Erdarbeiten | Alle                   | 26                   | 0,00226                              | 0,00426    | 0,00492    |
|  | Fräsen                 | 22                   | 0,00211                              | 0,00399    | 0,00446    |
| Schornstein-, Feuerungs-, Industrieofenbau           | Alle                   | 17                   | 0,0429                               | 0,263      | 0,601      |



| Teilbetriebsart                                | Arbeitsbereiche                       | Anzahl der Messdaten | Konzentrationen in mg/m <sup>3</sup> |            |            |
|--|---------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|------------|------------|
|  |                                       |                      | 50%-Wert *                           | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| Feuerungs- und Industrieofenbau                | Alle                                  | 24                   | 0,0596                               | 0,219      | 0,237      |
|  | Einbauen, allgemein                   | 14                   | 0,0775                               | 0,237      | 0,25       |
| Innenausbau, Estrich- und Gussasphaltarbeiten  | Alle                                  | 12                   | < a. B.                              | 0,0226     | 0,0587     |
| Fähren, Barkassenbetriebe (Personen und Güter) | Alle                                  | 10                   | < a. B.                              | 0,00747    | 0,00768    |
| Kontaminierte Böden                            | Alle                                  | 15                   | 0,0219                               | 0,196      | 0,23       |
|  | Erd- und Grundbohrarbeiten, allgemein | 15                   | 0,0219                               | 0,196      | 0,23       |
| Kontaminierte Bereiche, Abbrucharbeiten        | Alle                                  | 11                   | < a. B.                              | < a. B.    | < a. B.    |
| Kontaminierte Bereiche, Sanierung              | Alle                                  | 72                   | 0,0236                               | 0,317      | 0,637      |
|  | Sanierungsarbeiten, allgemein         | 38                   | 0,00636                              | 0,259      | 0,313      |
|  | Erd- und Grundbohrarbeiten, allgemein | 15                   | 0,0188                               | 0,152      | 0,179      |
|  | Bodensanierungsverfahren, allgemein   | 13                   | 0,202                                | 0,762      | 0,784      |
| Verwaltung, Büroräume                          | Alle                                  | 19                   | < a. B.                              | < a. B.    | < a. B.    |
|  | Büro                                  | 10                   | < a. B.                              | < a. B.    | 0,00601    |

\*) Falls die Bestimmungsgrenze des Messverfahrens bei Einzelwerten unterschritten war, wurde die Hälfte des Wertes bei der Auswertung berücksichtigt

< a. B. Dieser Verteilungswert liegt unterhalb der höchsten analytischen Bestimmungsgrenze im Datenkollektiv.



### **3.9 Zuordnung der Schutzstufen bei der Herstellung, Be- und Verarbeitung von Nickellegierungen**

Bei der Herstellung sowie der Be- und Verarbeitung von Nickel (Ni) bzw. Nickellegierungen können insbesondere bei thermischen Prozessen in Gegenwart von Luftsauerstoff Nickeloxide (häufig NiO, Spinelle) gebildet werden [1]. Neben den Nickeloxiden, die als krebserzeugend in die Kategorie 1 eingestuft sind, kann aber auch Nickelmetall (rein oder als Legierung), das als krebserzeugend in die Kategorie 3 eingestuft ist [2; 3], am Arbeitsplatz auftreten. Aufgrund der unterschiedlichen Einstufung von Nickeloxiden und Nickelmetall ergeben sich verschiedene Konsequenzen für die am Arbeitsplatz zu treffenden Maßnahmen. So gelten für Tätigkeiten mit Nickeloxiden oder Tätigkeiten, bei denen diese entstehen, die Maßnahmen der §§ 8 bis 11 (Schutzstufe 4) der GefStoffV. Tätigkeiten mit einer Exposition gegenüber Stäuben, die Nickelmetall bzw. Nickellegierungen enthalten, können dagegen in Abhängigkeit von der Art der Tätigkeit und dem Gefährdungspotenzial anderen Schutzstufen zugeordnet werden [4].

Die Ermittlung, ob Nickeloxide am Arbeitsplatz vorkommen, obliegt dem Arbeitgeber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 7 der GefStoffV. Da diese Ermittlung vor dem Hintergrund der analytischen Möglichkeiten derzeit in den meisten Unternehmen praktisch kaum zu leisten ist, sollte die vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) beschlossene TRGS 901 Nr. 78 [5] sinngemäß angewendet werden, um eine einheitliche Vorgehensweise zu gewährleisten.

Nickelmischoxide (Spinelle) können hinsichtlich einer möglichen krebserzeugenden Wirkung zurzeit noch nicht abschließend beurteilt werden; daher werden sie in der TRGS 905 [6] nicht aufgeführt. Bis zum Vorliegen neuer Erkenntnisse wird hinsichtlich einer einheitlichen Vorgehensweise bei der Beurteilung von Arbeitsplätzen mit einer Exposition gegenüber Nickel und/oder Nickeloxiden bei der Herstellung, Be- und Verarbeitung von Nickellegierungen die nachstehende, aus der TRGS 901 Nr. 78 abgeleitete Vorgehensweise empfohlen.



Bei folgenden Arbeitsverfahren ist nach derzeitigen Erkenntnissen eine Bildung von Nickeloxiden eher unwahrscheinlich:

- Schleifen und Polieren von Legierungen mit Ni-Gehalt  $\leq 80\%$
- Walzen von Legierungen mit Ni-Gehalt  $\leq 80\%$
- Schmelzen und Gießen von Legierungen mit Ni-Gehalt  $\leq 80\%$

Werden Legierungen mit einem höheren Ni-Gehalt eingesetzt, ist mit dem Entstehen von Nickeloxiden zu rechnen. Auch nickelmetallhaltige Überzüge und Beschichtungen sind wie Legierungen mit einem Ni-Gehalt  $> 80\%$  zu behandeln.

Bei folgenden Arbeitsverfahren ist nach derzeitigen Erkenntnissen eine Bildung von Nickeloxiden zu erwarten <sup>1</sup>

- Schweißen (Elektroden oder Draht) und thermisches Schneiden mit bzw. von Legierungen mit Ni-Gehalt  $\geq 5\%$
- Metallspritzen von Legierungen mit Ni-Gehalt  $\geq 5\%$

Bei Legierungen mit einem Nickelgehalt  $< 5\%$  war nach Ansicht des AGS und den vorliegenden Erkenntnissen nicht mit einer Entstehung von Nickeloxiden zu rechnen. Weist der Arbeitgeber ferner durch Untersuchungen (z. B. Röntgendiffraktion) nach, dass auch oberhalb der hier genannten Gehaltsgrenzen von  $80\%$  bzw.  $5\%$  bei der Herstellung sowie der Ver- und Bearbeitung von Nickellegierungen keine als krebs-erzeugend eingestuft Nickeloxide gebildet werden bzw. können aufgrund einer Literaturrecherche entsprechende Untersuchungsergebnisse vorgelegt werden, kann von dieser Regelung abgewichen werden. In diesem Fall sind auch die Maßnahmen der Schutzstufe 4 nach GefStoffV nicht anzuwenden. Derzeit sind Nickelmonoxid (NiO),

---

<sup>1</sup> Aufgrund der Datenlage wird für diese Verfahren zunächst ein vorläufiger Materialgrenzwert von  $\geq 5\%$  aus Vorsorgegründen festgelegt, obwohl es aus der Literatur Hinweise darauf gibt, dass auch z. B. beim Schweißen Mischoxide (Spinelle) entstehen und unter Umständen höhere Konzentrationsgrenzen für Nickel gewählt werden können. Bewährte Schutzmaßnahmen für Schneid- und Schweißarbeitsplätze werden in der BGR 500 Kapitel 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ (aufgehobene VBG 15 bzw. BGV D 1), beschrieben.



Nickeldioxid ( $\text{NiO}_2$ ), und Dinickeltrioxid ( $\text{Ni}_2\text{O}_3$ ) als krebserzeugend (Kategorie 1) eingestuft [2].

Bis heute existiert zur differenzierenden Bestimmung von Nickeloxiden im Rahmen von Gefahrstoffmessungen kein anerkanntes Verfahren. Somit sind die Möglichkeiten einer quantitativen Bestimmung von Nickeloxiden in Aerosolproben begrenzt. Bestimmt wird in der Regel der Gesamtgehalt an Nickel im Aerosol, wobei Unterschiede in Oxidationsstufe oder Verbindungsart verfahrensbedingt unberücksichtigt bleiben müssen [7].

Die quantitative Bestimmung von Nickeloxiden in Substanzgemischen mittels Röntgendiffraktion hängt von unterschiedlichen Einflussfaktoren, z. B. Korngröße und Probenbeschaffenheit, ab und setzt voraus, dass die Nickeloxide in kristalliner Form vorliegen. Die Anwendbarkeit des Verfahrens ist nicht gewährleistet.

### Ergebnisse neuer Untersuchungen

Nach der Veröffentlichung der TRGS 901 Nr. 78 wurden Untersuchungen der bei verschiedenen Verfahren entstehenden Stäube durchgeführt, die eine Bildung von Nickeloxid unter bestimmten Bedingungen bestätigen. Aus den bisher vorliegenden Ergebnissen beim LBH-Schweißen, MIG-/MAG-Schweißen<sup>2</sup>, Schleifen, Spritzen von Nickelpulver und Guss-Reparaturschweißen [8] ergibt sich folgendes Bild:

- ❑ Beim Schleifen von Nickellegierungen mit einem Nickelgehalt zwischen 9 % und 73 % konnten bei der Analyse der Schleifstäube Legierungspartikeln und Spinelle (Nickelmischoxide), aber keine Nickeloxide nachgewiesen werden.
- ❑ Beim LBH-Schweißen (Legierung: 9 bis 63 % Nickel, Schweißzusatzwerkstoff: 11 bis 70 % Nickel) wurden keine Nickeloxide gefunden. Die Stäube enthielten neben Komponenten aus der Elektrodenumhüllung in erster Linie Spinelle.

---

<sup>2</sup> LBH-Schweißen = Lichtbogen-Handschweißen, MIG = Metall-Inertgasschweißen, MAG-Schweißen = Metall-Aktivgasschweißen





- ❑ Beim MIG-/MAG-Schweißen (Legierung: 9 bis 31 % Nickel, Schweißzusatzwerkstoff: 11 bis 70 % Nickel) fand sich in den Stäuben der im MIG-Verfahren verschweißten Werkstoffe (60 und 70 % Nickel) Nickeloxid (NiO) neben Spinellen und Legierungspartikeln. Beim MAG-Schweißen (9 bis 20 % Nickel) konnten in den Stäuben nur Spinelle identifiziert werden.
- ❑ Beim Spritzen von Nickelpulver (73 % Nickel im Schweißzusatzwerkstoff) muss mit Nickeloxid (NiO) in den Stäuben gerechnet werden. Aufgrund der Überlagerung von Reflexen ist aber kein eindeutiger Nachweis möglich.
- ❑ Beim Guss-Reparaturschweißen (93 % Nickel im Schweißzusatzwerkstoff) wurde Nickeloxid (NiO) neben Legierungspartikeln und Strontium-Eisen-Mischoxiden (keine Spinellstruktur) nachgewiesen.

Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere bei thermischen Verfahren unter Verwendung von hoch nickelhaltigen Werkstoffen mit der Entstehung von Nickeloxid (NiO) gerechnet werden muss, wenn der Nickelgehalt in den entstehenden Stäuben oberhalb von 5 % liegt. Insbesondere bei Schweißverfahren bilden sich überwiegend Spinelle, z. B. vom Typ  $\text{Ni}(\text{Fe}, \text{Cr}, \text{Mn})_2\text{O}_4$ .

### Literatur

- [1] *Koppe, J.; Lausch, H.; Heubner, U.; Brill, U.*: Oxidische Schichten auf Eisen-Chrom-Nickel-Werkstoffen und ihre chemischen Eigenschaften. Chemie Ingenieur Technik – CIT 71 (1999), S. 609-612
- [2] Richtlinie 67/548/EWG des Rates vom 27. Juni 1967 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe in der aktuellen Fassung. ABl. EU Nr. L 196 vom 16.8.1967, S. 1, in der aktuellen Fassung
- [3] *Pflaumbaum, W.; Blome, H.; Kleine, H.; Smola, T.; Cramer, J.*: Gefahrstoffliste 2005. BGIA-Report 1/05. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin (in Vorbereitung)



- [4] Verordnung zur Anpassung der Gefahrstoffverordnung an die EG-Richtlinie 98/24/EG und andere EG-Richtlinien vom 23. Dezember 2004, BGBl. I, S. 3758
- [5] Technische Regel für Gefahrstoffe: Begründungen und Erläuterungen zu den Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz (TRGS 901, Nr. 78). BArbBl. (1997) Nr. 4, S. 53
- [6] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe (TRGS 905). BArbBl. (2005) Nr. 7, S. 68-78
- [7] *Hahn, J. U.*: Nickel – Messverfahren zur Überwachung von Arbeitsplätzen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 60 (2000) Nr. 1-2, S. 21-23
- [8] *Lausch, H.*: Untersuchung der Zusammensetzung und Struktur von oxidischen Komponenten in freigesetzten Stäuben in der Arbeitsluft bei der Herstellung und Verarbeitung nickelhaltiger metallischer Werkstoffe (Nickelhaltige Stäube). Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 1999

### **3.10 Arbeitsschutz bei erhöhten Ozonkonzentrationen im Freien**

In den unteren Luftschichten und insbesondere in der bodennahen Luft tritt Ozon sowohl natürlich als auch als Luftverunreinigung auf. Es entsteht in erhöhten Konzentrationen im Sommersmog bei intensiver Sonneneinstrahlung. Im Tagesverlauf steigt die Ozonkonzentration während der Vormittagsstunden stetig an, um mittags für etwa zwei bis drei Stunden ihr Maximum zu erreichen. Die höchsten Konzentrationen treten nachmittags am Rande von Ballungsgebieten auf. Gegen Abend geht die Ozonkonzentration wieder zurück. Dieser Rückgang verläuft in Ballungsräumen – dort reagiert Ozon mit anderen Luftschadstoffen – schneller als in „Reinluft“-Gebieten [1].



### 3.10.1 Messung der Ozonkonzentration

Dem Arbeitgeber steht es frei, Messungen der Ozonkonzentration bei Arbeiten im Freien durchzuführen. Für die Vielzahl verschiedener, oft wechselnder und verstreut liegender Arbeitsplätze im Freien kann eine verpflichtende messtechnische Überwachung jedoch nicht gefordert werden. Für die Prüfung, ob und welche Schutzmaßnahmen durchzuführen sind, wird empfohlen, die in Zeitungen, im Rundfunk und Fernsehen bekannt gegebenen Ozonwerte heranzuziehen. Bei Erreichen des 180- $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Wertes prüft der Arbeitgeber, ob und welche der nachfolgenden Maßnahmen zu ergreifen sind. Grundsätzlich ist es wichtig, dass die Beschäftigten über gesundheitliche Risiken bei erhöhter Ozonkonzentration sowie über mögliche Schutzmaßnahmen informiert werden. Beschäftigte, die an Tagen mit witterungsbedingt erhöhter Ozonkonzentration Beschwerden haben, die sie auf diese erhöhte Ozonkonzentration zurückführen bzw. unter Erkrankungen der Atemwege leiden, können sich betriebsärztlich untersuchen und beraten lassen; ggf. sind dann für diese Beschäftigten weitergehende Schutzmaßnahmen zu veranlassen [1].

### 3.10.2 Ozonkonzentration auf Baustellen

Messungen haben gezeigt, dass die Ozonkonzentrationen an vielen Arbeitsplätzen der Bauwirtschaft niedriger sind als die Werte der amtlichen Messstellen [2]. Ozon zerfällt sehr schnell an den auf Baustellen vorhandenen Oberflächen oder Schadstoffen wie Abgasen von Dieselmotoren und Baustellenstaub. So wurden folgende Ozonwerte auf Baustellen im Vergleich zu den Tagesmittelwerten festgestellt:

|  |      |
|--|------|
| <input type="checkbox"/> Dachdecker, Zimmerer, Maurer im Freien  | 80 % |
| <input type="checkbox"/> offener Rohbau (Fenster und Türen nicht eingesetzt), z. B. Fenstereinbau, Heizungsbau         | 65 % |
| <input type="checkbox"/> geschlossener Rohbau (Fenster und Türen eingesetzt), z. B. Tapezieren, Türensetzen, Innenputz | 30 % |
| <input type="checkbox"/> bei Vorliegen von Dieselabgasen oder Baustellenstaub (Holzstaub, Spritzputz)                  | 70 % |
| <input type="checkbox"/> geschlossene Räume (z. B. Gebäudereinigung)   | 10 % |
| <input type="checkbox"/> am Rand von Baugruben   | 50 % |



|                          |  |       |
|--------------------------|--|-------|
| <input type="checkbox"/> | in der Mitte von Baugruben                             | 85 %  |
| <input type="checkbox"/> | Maschinenführer von Schwarzdeckenfertigern             | 50 %  |
| <input type="checkbox"/> | Lkw- bzw. Pkw-Innenraum                                | 10 %  |
| <input type="checkbox"/> | Kran- oder Baggerkabine geschlossen                    | 20 %  |
| <input type="checkbox"/> | Gräben und Schächte bis 3 m Tiefe: 80 %, bis 8 m Tiefe | 40 %  |
| <input type="checkbox"/> | im Freien (z. B. Spazierweg, Liegewiese, Sportplatz)   | 100 % |

### 3.10.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Technische Maßnahmen sind in der Regel wenig geeignet zum Schutz gegenüber hohen Ozonkonzentrationen im Freien. Auch persönliche Schutzmaßnahmen sind nur begrenzt einsetzbar. Den besten Schutz erreicht man durch organisatorische Maßnahmen wie

- Verlagern von schwerer körperlicher Arbeit in die Morgen- und Vormittagsstunden,
- Zwischenschaltung leichterer Arbeiten zur Verminderung des Atemvolumens und damit der über die Atmung aufgenommenen Ozondosis,
- Verlagern der Arbeiten in das Innere von Gebäuden bzw. in den Schatten,
- Vermeiden von Mehrarbeit,
- Vermeiden von Mehrfachbelastungen durch andere Reizstoffe,
- Einlegen von Erholungspausen möglichst in geschlossenen Räumen,
- Freiluftarbeitsplätze durch „Sonnendächer“ abschatten.

Vor dem Hintergrund der neuen Gefahrstoffverordnung sind diese Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor hohen Ozonkonzentrationen geeignet [3].



### 3.10.4 Einstufung/Kennzeichnung

Einstufungen der EG oder der Gasehersteller liegen nicht vor. In der nicht mehr gültigen BGV B6 „Gase“ wurde Ozon als brandfördernd (O), sehr giftig (T+), ätzend (C) sowie als chemisch instabil eingestuft. Da Ozon nicht in Behälter abgefüllt werden kann, entfällt eine Behälterkennzeichnung mit Gefahrensymbolen R-Sätzen und S-Sätzen. Zur Kennzeichnung Ozon erzeugender Anlagen siehe „Richtlinien für die Verwendung von Ozon zur Wasseraufbereitung“.

### Literatur

- [1] *Smola, T.; Blome, H.: Ozon. BIA-Report 10/96.* Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 1996
- [2] *Ozon auf Baustellen – Merkblatt.* Hrsg.: Zentralverband des Deutschen Baugewerbes, Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt, Hauptverband der Deutschen Bauindustrie und Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft
- [3] *Arbeitsschutzmaßnahmen für Arbeiten im Freien bei witterungsbedingter erhöhter Ozonkonzentration in der Außenluft – Orientierungshilfe.* Bekanntmachung des BMA vom 2. Mai 1996 - III b 2 - 34505-12

## 3.11 Hinweise zum Stand der Technik für Tätigkeiten mit Schweißrauchexposition

### 3.11.1 Allgemeine Hinweise

Schweißrauche sind Gefahrstoffgemische aus Partikeln und gas- und dampfförmigen Stoffen, die bei der Metallverarbeitung durch Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren, wie sie in BGR 500 Kapitel 2.26 definiert sind, entstehen. Unabhängig von



dem jeweiligen Verfahren werden die partikelförmigen Emissionen im Folgenden Schweißbrauche genannt.

Für die messtechnische Überwachung gelten die folgenden Regelungen:

- An erster Stelle ist die Umsetzung von Schutzmaßnahmen zu prüfen.
- Messungen vor Schweißerschutzschirmen, -schilden bzw. -hauben dienen primär zur Arbeitsbereichs- bzw. Schutzmaßnahmenbeurteilung. Sie können zur Expositionsbeurteilung herangezogen werden, sofern das Messergebnis die Einhaltung des Schweißrauchgrenzwertes belegt.
- Messungen zur Expositionsermittlung sind gemäß TRGS 402 [1] im Atembereich von Beschäftigten durchzuführen. Kommen Schweißverfahren zur Anwendung, die eine Verwendung von Schweißerschutzschirmen, -schilden bzw. -hauben, etc. als Schutz gegenüber optischer Strahlung erfordern, so sollte für Expositionsermittlungen die Probenahme hinter der Schutzeinrichtung erfolgen.
- Bis zum Vorliegen eines geeigneten Probenahmesystems für die alveolengängige Staubfraktion (A-Staub) zur Messung hinter dem Schweißerschutzschirm können für die Beurteilung der Exposition auch Probenahmesysteme für die einatembare Staubfraktion (E-Staub) verwendet werden. Mit personengetragenen Messsystemen, die die E-Staub-Fraktion erfassen, können höhere Schweißrauchkonzentrationen gemessen werden als mit personengetragenen A-Staub-Probenahmesystemen. Sofern Kenntnisse über das Verhältnis von A- zu E-Staub-Fraktion vorliegen, die durch Messungen an dem jeweiligen Arbeitsplatz ermittelt wurden, kann eine Korrektur des mit E-Staub-Probenahmesystemen gewonnenen Messergebnisses vorgenommen werden. Das Ergebnis ist auf den Schweißrauchgrenzwert zu beziehen.

Zur Bewertung von Schweißrauchen, die mehrere Stoffe mit stoffspezifischen Grenzwerten enthalten, ist die TRGS 403 [2] heranzuziehen. Über synergistische Wirkungen von Schweißrauch und darin enthaltenen chemisch irritativ wirkenden Stoffe, z. B. gasförmige Stoffe wie Ozon und Stickoxide, liegen derzeit keine gesicherten wissenschaft-



lichen Kenntnisse vor. Insofern ist bei der Indexbildung nach TRGS 403 der Bewertungsindex nicht für Schweißrauch, sondern nur für die Stoffe mit spezifischen Grenzwerten zu bilden.

### **3.11.2 Vorkommen**

Die Tätigkeiten Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren finden in nahezu allen Branchen der Industrie und des Handwerks Anwendung. In der Bundesrepublik Deutschland sind zurzeit ca. 400 000 Schweißer in der Metallverarbeitung beschäftigt.

### **3.11.3 Entstehungsprozesse und Partikelgrößen**

Schweißrauchpartikeln bilden sich vorrangig durch Reaktionen des Schweißbades (Schmelze) mit den verwendeten Schweißzusätzen, z. B. umhüllten Stabelektroden oder Drahtelektroden, aber auch mit nicht ordnungsgemäß beseitigten Beschichtungen und Oberflächenverunreinigungen. Durch Verdampfungs- und Kondensationsprozesse entstehen Primärpartikeln mit Durchmessern kleiner  $1 \mu\text{m}$ , teilweise auch kleiner als  $0,1 \mu\text{m}$ . Insbesondere bei hohen Partikelkonzentrationen agglomerieren einzelne Primärpartikeln zu größeren Teilchen, den Sekundärpartikeln. Diese weisen meist kettenförmige Strukturen auf und besitzen häufig Durchmesser von mehreren  $\mu\text{m}$ .

Die stofflichen Zusammensetzungen der Schweißrauche sind abhängig von den eingesetzten Werkstoffen. Bei Schweiß- und Metallspritzverfahren wird die Rauchzusammensetzung vorrangig durch die Zusammensetzung des Schweiß- bzw. Spritz-Zusatzwerkstoffes bestimmt; bei Schneidverfahren durch den Grundwerkstoff. Verfahrens- bzw. werkstoffunabhängig liegen die Partikeln in Schweißrauchen überwiegend als oxidierte Metalle vor. Insbesondere die Partikeln aus einzelnen Legierungselementen, wie z. B. Chrom(VI)-Verbindungen oder Nickeloxide, besitzen spezifische Wirkungen auf die Atemorgane.



### 3.11.4 Messverfahren

Für Schweißrauchmessungen ist grundsätzlich die A-Staub-Fraktion zu erfassen. Entsprechende Probenahmesysteme werden z. B. in der BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen [3] beschrieben. Bis zum Vorliegen eines für die Messung hinter dem Schweißerschutzschirm geeigneten A-Staub-Probenahmesystems können für die Beurteilung der Exposition auch E-Staub-Probenahmesysteme verwendet werden. Mit personengetragenen Messsystemen, die die E-Staub-Fraktion erfassen, können höhere Schweißrauchkonzentrationen gemessen werden als mit personengetragenen A-Staub-Probenahmesystemen. Sofern Kenntnisse über das Verhältnis von A- zu E-Staub-Fraktion vorliegen, die durch Messungen an dem jeweiligen Arbeitsplatz ermittelt wurden, kann eine Korrektur des mit E-Staub-Probenahmesystemen gewonnenen Messergebnisses vorgenommen werden. Das Ergebnis ist auf den Schweißrauchgrenzwert zu beziehen.

Messungen zur Expositionsermittlung sind gemäß TRGS 402 [1] im Atembereich der Beschäftigten durchzuführen. Kommen Schweißverfahren zur Anwendung, die eine Verwendung von Schweißerschutzschirmen, -schilden bzw. -hauben etc. als Schutz gegenüber optischer Strahlung erfordern, so sollte für Expositionsermittlungen die Probenahme hinter der Schutzeinrichtung erfolgen.

Beim Einsatz von belüfteten Schweißerschutzhelmen, die in Bauartprüfungen nach DIN EN 12941 [4] positiv geprüft wurden, kann auf Expositionsmessungen verzichtet werden. Bei der Anwendung von belüfteten Schweißerschutzhelmen sind die Festlegungen der BGR 190 [5] einzuhalten.

Bei Schweißrauchen, die Gefahrstoffe mit stoffspezifischen Grenzwerten enthalten und deren Zusammensetzungen weitgehend konstant sind, kann zur Vereinfachung der messtechnischen Überwachung das in der TRGS 403 verankerte Leitkomponentenprinzip angewendet werden. Nach Überprüfung und ggf. Überarbeitung können entsprechende Hinweise in die BGI 593 [6] aufgenommen werden.

Häufig führen Schweißer oder andere Beschäftigte in deren unmittelbaren Nähe neben der Tätigkeit Schweißen auch andere Arbeiten, z. B. Schleifen, aus, wodurch





am jeweiligen Schweißarbeitsplatz zusätzliche Gefahrstoffemissionen entstehen, die überwiegend E-Staub-Partikeln beinhalten. Diese Emissionen fallen unter den Geltungsbereich des Allgemeinen Staubgrenzwertes und können die Ergebnisse von Schweißrauchmessungen beeinflussen.

### **3.11.5 Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen**

Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen liegen aus den in Tabelle 12 (siehe Seite 82) aufgeführten Branchen und Industriezweigen vor. Primär werden Messergebnisse dargestellt, die mit personengetragenen Messgeräten gewonnen wurden. Sie beinhalten z. T. auch stationäre und personenbezogene Messergebnisse. In Abhängigkeit von der Branche und Art der Tätigkeit wurden einige Messreihen sowohl an Arbeitsplätzen gewonnen, die dem Stand der Technik entsprechen, als auch an solchen, bei denen der Stand der Technik nicht erreicht wurde. Messergebnisse von Arbeitsbereichen und Tätigkeiten mit speziellen Bedingungen wurden bei der statistischen Auswertung in der Regel nicht berücksichtigt.

Aus den Branchen Schiffbau, Automobilbau, obertägiger Bergbau sowie von staatlichen bzw. berufsgenossenschaftlichen Stellen wurden die in Tabelle 12 aufgeführten Daten geliefert. Über die in den Industriezweigen angewendeten schweißtechnischen Verfahren liegen keine umfassenden Informationen vor, sodass die Messdaten nicht eindeutig einzelnen Schweißverfahren zugeordnet werden können.



Tabelle 12:

Messdaten für Schweißrauch aus diversen Branchen und Industriezweigen

(n = Anzahl der Messungen, MW = Mittelwert)

| Branche                 | A-Staub |                         |                               |                               | E-Staub |                         |                               |                               |
|-------------------------|---------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                         | n       | MW in mg/m <sup>3</sup> | 50%-Wert in mg/m <sup>3</sup> | 90%-Wert in mg/m <sup>3</sup> | n       | MW in mg/m <sup>3</sup> | 50%-Wert in mg/m <sup>3</sup> | 90%-Wert in mg/m <sup>3</sup> |
| <b>Automobilbau</b>     |         |                         |                               |                               |         |                         |                               |                               |
| Pkw-Fertigung           |         |                         |                               |                               |         |                         |                               |                               |
| - Firma/Werk A          | 516     | 1,9                     | 1,7                           | 3,8                           | 50      | 3,5                     | 2,3                           | 7,2                           |
| - Firma/Werk B          | 180     | 2,9                     | 1,6                           | 6,0                           | 9       | 3,5                     | 3,4                           | 4,6                           |
| - Firma/Werk C          | 56      | 1,2                     |                               |                               | 121     | 1,3                     |                               |                               |
| - Firma/Werk D          | 46      | 1,9                     |                               |                               | 70      | 4,6                     |                               |                               |
| - Firma/Werk E          | 18      | 2,8                     |                               |                               | 3       | 3,8                     |                               |                               |
| - Firma/Werk F          | 4       | 3,6                     |                               |                               | 5       | 4,9                     |                               |                               |
| - Firma/Werk G          | 44      | 0,7                     |                               |                               | 4       | 2,2                     |                               |                               |
| - Firma/Werk H          | 29      | 4,8                     |                               |                               |         |                         |                               |                               |
| - Firma/Werk I          |         |                         |                               |                               | 27      | 6,1                     |                               |                               |
| - Firma/Werk J          | 559     | 0,43                    |                               | 1,00                          |         |                         |                               |                               |
| - Firma/Werk K          | 9       | 1,2                     |                               |                               |         |                         |                               |                               |
| - Firma/Werk L          |         |                         |                               |                               | 17      | 1,2                     |                               |                               |
| - Firma/Werk M          |         |                         |                               |                               | 25      | 0,9                     |                               |                               |
| Lkw-Fertigung           | 81      | 3,37                    |                               | 7,85                          |         |                         |                               |                               |
| - Komponenten-fertigung | 60      | 1,76                    |                               | 3,92                          |         |                         |                               |                               |
| <b>Schiffbau</b>        |         |                         |                               |                               |         |                         |                               |                               |
| Werften allgemein       |         |                         |                               |                               | 80      | 15,3                    |                               |                               |
| Werft A                 |         |                         |                               |                               | 9       | 9,3                     |                               |                               |



| Branche   | A-Staub |                         |                               |                               | E-Staub |                         |                               |                               |
|---|---------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|   | n       | MW in mg/m <sup>3</sup> | 50%-Wert in mg/m <sup>3</sup> | 90%-Wert in mg/m <sup>3</sup> | n       | MW in mg/m <sup>3</sup> | 50%-Wert in mg/m <sup>3</sup> | 90%-Wert in mg/m <sup>3</sup> |
| Werft B   |         |                         |                               |                               | 23      | 18                      |                               |                               |
| Werft C   |         |                         |                               |                               | 5       | 22                      |                               |                               |
| Werft D   |         |                         |                               |                               | 2       | 10,8                    |                               |                               |
| Werft E   |         |                         |                               |                               | 3       | 3,8                     |                               |                               |
| E-Staub in der Halle  |         |                         |                               |                               | 8       | 0,7                     |                               |                               |
| Offene Schiffsektionen                                      |         |                         |                               |                               | 6       | 4,7                     |                               |                               |
| Enge Räume  |         |                         |                               |                               | 2       | 29,2                    |                               |                               |
| Allgemeine Tätigkeiten                                      |         |                         |                               |                               | 8       | 2,13                    | 1,84 <sup>1</sup>             | 3,94                          |
| Automatisierte Schweißverfahren                             |         |                         |                               |                               | 25      | 7,46                    | 4,85 <sup>1</sup>             | 19,11                         |
| MAG-Fülldraht   |         |                         |                               |                               | 33      | 12,6                    | 8,48 <sup>1</sup>             | 27,72                         |
| MAG-Fülldraht enge Räume                                    |         |                         |                               |                               | 36      | 22,23                   | 17,94 <sup>1</sup>            | 47,41                         |
| MAG-Fülldraht ebene Flächen                                 |         |                         |                               |                               | 63      | 9,32                    | 7,17 <sup>1</sup>             | 17,81                         |
| <b>Bergbau (obertägig) einschließlich Bergbauzulieferer</b> |         |                         |                               |                               |         |                         |                               |                               |
|   | 109     | 1,73                    | 0,91                          | 4,02                          | 25      | 3,35                    | 1,54                          | 7,75                          |
| <b>Apparatebau</b>  |         |                         |                               |                               |         |                         |                               |                               |
| Bauschlosserei  |         |                         |                               |                               | 3       | 4,2                     |                               |                               |
| LBH-Schweißen <sup>*)</sup>                                 |         |                         |                               |                               | 2       | 11,4                    |                               |                               |
| MAG-Schweißen <sup>*)</sup>                                 |         |                         |                               |                               | 1       | 4,6                     |                               |                               |
| MAG-Schweißen   |         |                         |                               |                               | 1       | 16,9                    |                               |                               |
| MAG-Schweißen   |         |                         |                               |                               | 1       | 1,4                     |                               |                               |



| Branche  | A-Staub |                         |                               |                               | E-Staub |                         |                               |                               |
|--|---------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|  | n       | MW in mg/m <sup>3</sup> | 50%-Wert in mg/m <sup>3</sup> | 90%-Wert in mg/m <sup>3</sup> | n       | MW in mg/m <sup>3</sup> | 50%-Wert in mg/m <sup>3</sup> | 90%-Wert in mg/m <sup>3</sup> |
| <b>Metallverarbeitung</b><br>keine Differenzierung nach Branchen |         |                         |                               |                               |         |                         |                               |                               |
| LBH-Schweißen  | 13      | 1,3                     | 0,9                           | 2,6                           | 22      | 2,5                     | 1,7                           | 6,04                          |
| MAG-Schweißen  | 13      | 5,0                     | 2,05                          | 4,0                           | 18      | 5,0                     | 2,5                           | 4,7                           |
| WIG-Schweißen <sup>*)</sup>                                      | 3       | 0,8                     | -                             | -                             | 7       | 1,1                     | -                             | -                             |

<sup>1</sup> geometrisches Mittel

\*) LBH = Lichtbogen-Handschiessen, MAG = Metall-Aktivgasschiessen, WIG = Wolfram-Inertgasschiessen

Darüber hinaus wurden Messdaten zu einzelnen Verfahren der Schweißtechnik, die den Berufsgenossenschaften in der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA vorliegen, ausgewertet (Tabelle 13, siehe Seite 85). Diese Daten wurden branchenübergreifend vorwiegend durch die Metall-Berufsgenossenschaften an schweißtechnischen Arbeitsplätzen ermittelt. Vorrangig wurden Daten aus den Jahren 1997 bis 2002 ausgewertet; ergänzend sind Daten aus den Jahren 1992 bis 1996 und 1994 bis 1998 aufgeführt. Im Vergleich mit neuesten Expositionsdaten aus den Jahren 2002 bzw. 2003 lässt die Datenlage keine nennenswerten technologischen Veränderungen im Hinblick auf die Exposition von Schweißern erkennen.

Bei den neueren Daten der Berufsgenossenschaften sind ausschließlich Messergebnisse berücksichtigt, die hinter Schweißerschutzeinrichtungen (Schirme, Hauben, usw.) ermittelt wurden; an den Arbeitsplätzen wurden Einrichtungen zur Erfassung bzw. Absaugung von Schweißrauch eingesetzt.



Tabelle 13:

Messdaten zu diversen Schweißverfahren aus der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA  
(n = Anzahl der Messungen, MW = Mittelwert)

| Verfahren                      | A-Staub |                                  |                                  | E-Staub |                                  |                                  |
|--------------------------------|---------|----------------------------------|----------------------------------|---------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                | n       | 50%-Wert<br>in mg/m <sup>3</sup> | 90%-Wert<br>in mg/m <sup>3</sup> | n       | 50%-Wert<br>in mg/m <sup>3</sup> | 90%-Wert<br>in mg/m <sup>3</sup> |
| <b>WIG-Schweißen *)</b>        |         |                                  |                                  |         |                                  |                                  |
| 1997 bis 2002<br>mit Erfassung | 22      | 0,51                             | 0,82                             | 40      | 0,9                              | 1,86                             |
| 1992 bis 1996<br>mit Erfassung | 8       | -                                | -                                | 91      | 0,57                             | 3,85                             |
| 1994 bis 1998                  | 16      | 0,65                             | 1,35                             | 207     | 0,95                             | 3,35                             |
| 1989 bis 1998<br>(enger Raum)  | 13      | 0,18                             | 4,37                             | 34      | <a. B.                           | <a. B.                           |
| <b>MAG-Schweißen *)</b>        |         |                                  |                                  |         |                                  |                                  |
| 1997 bis 2002<br>mit Erfassung | 132     | 2,77                             | 9,01                             | 150     | 3,19                             | 10,56                            |
| 1992 bis 1996<br>mit Erfassung | 139     | 1,72                             | 9,78                             | 443     | 3,82                             | 11,61                            |
| 1994 bis 1998                  | 235     | 3,18                             | 11,46                            | 865     | 4,82                             | 16,78                            |
| 1989 bis 1998<br>(enger Raum)  | 23      | < a. B.                          | 6,47                             | 26      | < a. B.                          | 20,27                            |
| <b>LBH-Schweißen *)</b>        |         |                                  |                                  |         |                                  |                                  |
| 1997 bis 2002<br>mit Erfassung | 22      | 1,79                             | 7,66                             | 32      | 2,02                             | 12,68                            |
| 1992 bis 1996<br>mit Erfassung | 29      | 1,34                             | 7,42                             | 147     | 2,60                             | 10,25                            |
| 1994 bis 1998                  | 51      | 1,64                             | 6,80                             | 232     | 2,76                             | 13,40                            |
| 1989 bis 1998<br>(enger Raum)  | 8       | -                                | -                                | 56      | 4,50                             | 27,03                            |
| 1989 bis 1998 (Gleisbau)       | 5       | -                                | -                                | 20      | 9,76                             | 37,45                            |



| Verfahren                          | A-Staub |                                  |                                  | E-Staub |                                  |                                  |
|------------------------------------|---------|----------------------------------|----------------------------------|---------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                    | n       | 50%-Wert<br>in mg/m <sup>3</sup> | 90%-Wert<br>in mg/m <sup>3</sup> | n       | 50%-Wert<br>in mg/m <sup>3</sup> | 90%-Wert<br>in mg/m <sup>3</sup> |
| <b>MIG-Schweißen *)</b>            |         |                                  |                                  |         |                                  |                                  |
| 1997 bis 2002<br>mit Erfassung     | 36      | 1,34                             | 6,57                             | 29      | 4,23                             | 19,07                            |
| 1992 bis 1996<br>mit Erfassung     | 26      | 1,78                             | 7,91                             | 94      | 2,47                             | 11,40                            |
| 1994 bis 1998                      | 40      | 2,44                             | 11,17                            | 140     | 3,21                             | 15,00                            |
| 1989 bis 1998<br>(enger Raum)      | 5       | -                                | -                                | 6       | -                                | -                                |
| <b>Thermisches Schneiden</b>       |         |                                  |                                  |         |                                  |                                  |
| 1994 bis 1998                      | 66      | 1,88                             | 6,87                             | 116     | 3,52                             | 12,09                            |
| 1989 bis 1998 (im Freien)          | 11      | 4,05                             | 16,87                            | 11      | 6,31                             | 28,16                            |
| 1989 bis 1998<br>(Schneidbrennen)  | 68      | 1,92                             | 6,69                             | 135     | 4,40                             | 13,12                            |
| 1989 bis 1998<br>(Plasmaschneiden) | 20      | 1,54                             | 7,22                             | 96      | 2,50                             | 11,52                            |
| 1989 bis 1998<br>(Laserschneiden)  | 5       | -                                | -                                | 16      | 0,67                             | 0,79                             |
| <b>Thermisches Spritzen</b>        |         |                                  |                                  |         |                                  |                                  |
| 1994 bis 1998                      | 6       | -                                | -                                | 21      | 1,19                             | 2,83                             |
| 1989 bis 1998<br>(enger Raum)      | 2       | -                                | -                                | 10      | 1,52                             | 3,07                             |

\*) WIG = Wolfram-Inert-Gasschweißen, MAG = Metall-Aktivgasschweißen, LBH = Lichtbogen-Handschiweißen, MIG = Metall-Inertgasschweißen

## Literatur

- [1] Technische Regel für Gefahrstoffe: Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen (TRGS 402). Ausg. 11/1997. BArbBl. (1997) Nr. 11, S. 27-33



- [2] Technische Regel für Gefahrstoffe: Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz (TRGS 403). Ausg. 10/1989. BArbBl. (1989) Nr. 10, S. 71-72
- [3] BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, 19. Lfg. XV/97, Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt – Losebl.-Ausg. 1989
- [4] DIN EN 12941: Atemschutzgeräte; Gebläsefiltergeräte mit einem Helm oder einer Haube, Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung (01/1999). Beuth, Berlin 1999
- [5] Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit: Regeln für den Einsatz von Atemschutzgeräten (BGR 190). Carl Heymanns, Köln 1996
- [6] Berufsgenossenschaftliche Informationen: Schadstoffe in der Schweißtechnik (BGI 593). Carl Heymanns, Köln 2003

### **3.12 Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung bei der Verwendung von Schweißrauchabsauggeräten**

An vielen Schweißarbeitsplätzen kommen mobile Schweißrauchabsauggeräte zum Einsatz, um die Belastung der Schweißer zu minimieren. Mobile Schweißrauchabsauggeräte erfassen Schweißrauche an ihrer Entstehungsstelle, filtern diese im Abscheider und führen die gereinigte Luft in die Arbeitsbereiche der Schweißer zurück (Reinluftrückführung).

Das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz – BGIA führt sicherheitstechnische Prüfungen an mobilen Schweißrauchabsauggeräten durch. Rechtliche Grundlage der Prüfung ist das Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz – GPSG) [1] in Verbindung mit Normen [2; 3], in denen gerätespezifische sicherheitstechnische Anforderungen fest-



gelegt sind. Bei Geräten, die die Anforderungen erfüllen, sind eine ausreichende Erfassung und Abscheidung von Schweißrauch entsprechend dem Stand der Technik gewährleistet. Hinsichtlich der Abscheidung sind drei am Abscheidegrad (A) orientierte Verwendungskategorien festgelegt:

- W 1 (A = 95 %)**  
für unlegierte und niedrig legierte Stähle, mit Legierungsbestandteilen von z. B. Nickel und Chrom ( $x < 5 \%$ )
- W 2 (A = 98 %)**  
wie W 1, zusätzlich legierte Stähle mit Legierungsbestandteilen von z. B. Nickel und Chrom ( $5 \% \leq x \leq 30 \%$ )
- W 3 (A = 99 %)**  
wie W 2, zusätzlich legierte Stähle mit Legierungsbestandteilen von z. B. Nickel und Chrom (hoch legierte Stähle mit  $x > 30 \%$ , Nickelbasislegierungen)

Positivlisten geprüfter Schweißrauchabsauggeräte enthält das BGIA-Handbuch [4].

### Literatur

- [1] Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz – GPSG) in der Fassung vom 06. 01. 2004. BGBl. (2004) Teil I Nr. 1, 09. 01. 2004
- [2] DIN EN ISO 15012-1: Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Prozessen – Anforderung, Prüfung und Kennzeichnung von Luftreinigungssystemen – Teil 1: Bestimmen des Abscheidegrades für Schweißrauch. Ausg.: 02/2005. Beuth, Berlin 2005
- [3] (Norm-Entwurf) DIN EN ISO 15012-2: Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung von Luftreinigungssystemen – Teil 2: Prüfung des Erfassungs-





bereiches von Absaugeinrichtungen für Schweißrauch. Ausg. 08/2000. Beuth, Berlin 2000

- [4] Mobile Schweißrauchabsauggeräte, Kennzahl 510 215, In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Erich Schmidt Bielefeld 2005

### **3.13 Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung bei der Verwendung von Druckern, Kopierern und Multifunktionsgeräten**

Laserdrucker und -kopierer sind aus dem modernen Büroalltag nicht mehr wegzudenken, sie werden täglich millionenfach benutzt.

Für diese Geräte gibt es Anforderungen zur Prüfung und Vergabe des BG-PRÜFZERT-Zeichens [1] und des Umweltzeichens „Blauer Engel“ [2]. Im gefahrstoffbezogenen Teil der Prüfung werden Staub, Ozon, die Summe flüchtiger organischer Stoffe (TVOC, totale volatile organic compounds) sowie einzelne Aromaten bestimmt. Bei Prüfungen zur Erlangung des BG-PRÜFZERT-Zeichens wird zusätzlich mit einem Leuchtbakterientest die Toxizität der TVOC geprüft.

Damit die Geräte eines der beiden Prüfzeichen erhalten können, müssen sie die strengen Prüfgrenzwerte einhalten. Die untersuchten Geräte setzen während des Druckvorgangs nur geringe Mengen an Staub frei, der überwiegend aus Papierstaub besteht. Tonerstaub ist auf den weißen Messfiltern nicht sichtbar. Dies stimmt mit den Ergebnissen früherer Forschungsprojekte überein.

Die Ozonbildung durch Laserdrucker ist heute kein Problem mehr; viele Geräte arbeiten bereits mit ozonfreier Technologie. Alle untersuchten Drucker, Kopierer und Multifunktionsgeräte konnten die Prüfgrenzwerte einhalten.

Flüchtige organische Verbindungen (VOC) werden von allen Laserdruckern in unterschiedlichen Mengen emittiert. Der Großteil der untersuchten Geräte hält diese Prüfgrenzwerte ein.



Sofern die Geräte über das BG-PRÜFZERT-Zeichen hinaus weitere Anforderungen, wie geringen Energieverbrauch und Recyclingfähigkeit, erfüllen, können sie auch das Zeichen „Blauer Engel“ erhalten, dessen Anforderungen in Bezug auf die für den Arbeitsschutz wichtigsten Aspekte der Gefahrstoff- und der Geräuschemissionen allerdings identisch sind.

Von geprüften Geräten mit dem BG-PRÜFZERT-Zeichen oder dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ gehen nach dem heutigen Stand der Erkenntnisse keine Gefahren im Hinblick auf Gefahrstoffe aus.

Bei der Wartung der Geräte durch Nutzer ist durch die modernen Tonerkartuschen in der Regel ein Kontakt mit Tonerpulver ausgeschlossen. Auch das Nachfüllen von Papierkassetten erfolgt ohne Gefährdung. Lediglich im Falle eines Papierstaus, oder falls das Gerät geöffnet werden muss, kann es zu einer Gefährdung durch im Gerät abgelagerten Staub kommen. Diese Stäube sind in erster Linie Papierstäube, es kann jedoch auch vorkommen, dass sich Tonerstäube im Gerät befinden. Für diesen Fall ist dem Nutzer anzuraten, das Gerät in keinem Fall mit Druckluft zu reinigen oder in das Gerät zu pusten. Falls eine Reinigung erforderlich ist, sollte das Gerät ausgesaugt werden und/oder mit einem feuchten Tuch ausgewischt werden [3 bis 5].

## Literatur

- [1] Prüfgrundsatz GS-VW-SG2-05 Laserdrucker – Geräte mit elektrofotographischer Drucktechnologie und Tintenstrahlgeräte 08/2004
- [2] RAL-UZ 55, 62, 85, 114 zur Prüfung von Tonerkartuschen, Kopierern, Druckern und Multifunktionsgeräten. Hrsg.: RAL, Sankt Augustin
- [3] BGI 820 Laserdrucker sicher betreiben, Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, Hamburg
- [4] Sicherer Umgang mit Tonerstäuben. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund.  
[www.baua.de/download/tonerstaube.pdf](http://www.baua.de/download/tonerstaube.pdf)
- [5] Kopiergeräte und Drucker im Büro. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund.  
[www.baua.de/download/kopiergeraete.pdf](http://www.baua.de/download/kopiergeraete.pdf)



### 3.14 Vinylchlorid

Halogenkohlenwasserstoff, aliphatisch, ungesättigt

CAS-Nr.: 75-01-4

Einstufung: F+; R12  
Carc. Cat. 1; R45

Vinylchlorid (VC, Chlorethen) ist bei 1 013 mbar/20 °C gasförmig, es ist hoch entzündlich, farblos und geruchlos, in hohen Konzentrationen hat es einen süßlichen Geruch.

VC wird fast ausschließlich zur Herstellung von PVC und Mischpolymerisaten verwendet. Als weitere direkte Anwendung von VC ist nur die Umwandlung zu 1,1,2-Trichlorethan bekannt, das als Vorprodukt für die Herstellung von 1,1-Dichlorethen dient.

Formal wurde den in der TRGS 900 geführten TRK-Werten mit dem Inkrafttreten der neuen Gefahrstoffverordnung am 1.1.2005 die gesetzliche Grundlage entzogen. Alle technisch begründeten Grenzwerte, so auch der gesplittete TRK-Wert für VC von 8 mg/m<sup>3</sup> für bestehende Anlagen zur VC- und PVC-Herstellung und von 5 mg/m<sup>3</sup> im Übrigen, wurden ersatzlos gestrichen. In der Krebsrichtlinie 2004/37/EG wird jedoch ein auch für Deutschland gültiger bindender EG-Grenzwert in Höhe von 7,77 mg/m<sup>3</sup> genannt.

Statistisch auswertbare Daten für VC liegen in der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA für die Teilbetriebsart „Kunststoff und Kunststoffschäum, Verarbeitung“ und hier in den Arbeitsbereichen „Extruder für Kunststoffe, Spritzformen“ und „Kunststoffschweißen“ vor. Die Schichtmittelwerte wurden über das Berufsgenossenschaftliche Messsystem Gefahrstoffe – BGMG ermittelt und ausgewertet. Sie sollen einen Anhaltspunkt für die in den genannten Branchen und Arbeitsbereichen erreichbaren Höhen der Exposition gegenüber VC geben.

Die Messwerte für VC (Tabelle 14, Seite 92) umfassen den Betrachtungszeitraum von 1995 bis 2004. Eine Überschreitung der o. g. und jetzt nicht mehr gültigen technisch begründeten Grenzwerte von 8 bzw. 5 mg/m<sup>3</sup> können in keinem Fall festgestellt



werden. Die Messwerte liegen stets unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,2 mg/m<sup>3</sup> des eingesetzten Verfahrens.

Tabelle 14:  
Messdaten zu Vinylchlorid; Datenzeitraum: 1995 bis 2004

| Teilbetriebsart  | Arbeitsbereiche                           | Messdaten | Konzentrationen in mg/m <sup>3</sup> |                |                |
|--|---|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
|  |   |           | 50%-<br>Wert *                       | 90%-<br>Wert * | 95%-<br>Wert * |
| Kunststoff und<br>Kunststoff-<br>schaum, Verar-<br>beitung | Alle                                      | 89        | < a. B.                              | < a. B.        | < a. B.        |
|  | Extruder für Kunststoffe,<br>Spritzformen | 16        | < a. B.                              | < a. B.        | < a. B.        |
|  | Kunststoffschweißen                       | 15        | < a. B.                              | < a. B.        | < a. B.        |

\*) Falls die Bestimmungsgrenze des Messverfahrens bei Einzelwerten unterschritten war, wurde die Hälfte des Wertes bei der Auswertung berücksichtigt

< a. B. Dieser Verteilungswert liegt unterhalb der höchsten analytischen Bestimmungsgrenze im Datenkollektiv.

### 3.15 Gefährdung durch Hautkontakt

Der Anwendungsbereich der neuen GefStoffV umfasst Tätigkeiten mit chemischen Arbeitsstoffen auch unter Berücksichtigung eines dermalen bzw. Haut schädigenden Gefährdungspotenzials. Bei der dermalen Exposition von Beschäftigten ist zwischen Stoffen zu unterscheiden, welche die Haut vornehmlich oberflächlich beeinflussen, also lokal irritativ bzw. sensibilisierend wirken, und solchen Substanzen, die durch die Haut durch Resorption in den Körper eindringen und zu systemischen Schädigungen innerer Organe beitragen können.

Die von der neuen GefStoffV geforderte Gefährdungsbeurteilung bezieht sich auf Stoffe, von denen u. a. eine Hautgefährdung ausgeht, einschließlich der Tätigkeiten mit Feuchtarbeit von einer Dauer > 2 Stunden.

Die Bereitstellung von Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) ist beim Umgang mit haut-resorptiven, reizenden, ätzenden oder hautsensibilisierenden Gefahrstoffen neben anderen Maßnahmen obligat.



Um Unternehmen sowie deren Beschäftigten in den unterschiedlichen Branchen Hilfestellungen und Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung zu geben, sind auf der Internetseite des HVBG unter der Adresse [www.hvbg.de/d/bia/fac/haut/index.html](http://www.hvbg.de/d/bia/fac/haut/index.html) Informationen und Handlungsanleitungen der Berufsgenossenschaften für Gefährdungen durch Hautkontakt aufgelistet. Die Informationen sind nach Branchen geordnet und z. T. tabellarisch dargestellt. Die Unterteilung nach

- Stoffinformationen zur dermalen Exposition,
- BG/BGIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen,
- Schutzmaßnahmen/PSA,
- Regelwerk/Vorschriften

ermöglicht eine zielorientierte Recherche. Die Seite „Alle Branchen“ umfasst Informationen zur Hautgefährdung, die von übergeordnetem Interesse sind. Gekennzeichnete Textpassagen verweisen auf integrierte Links, die zu tiefer gehenden Informationen führen.