

BG/BGIA-Report

Arbeitsschutzlösungen für ausgewählte Stoffe und Verfahren



HVBG

Hauptverband der
gewerblichen
Berufsgenossenschaften

**Dieser Report ersetzt den BG/BGIA-Report
„Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und
Empfehlungen für Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit
Stoffen ohne Arbeitsplatzgrenzwert“.**

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
– Oktober 2006 –

ISBN: 3-88383-711-3

Arbeitsschutzlösungen für ausgewählte Stoffe und Verfahren

Kurzfassung

Mit dem Entfallen zahlreicher ehemaliger Grenzwerte ist im Bereich der betrieblichen Anwendung praktisch bedeutsamer Stoffe eine Lücke und ein Bedarf nach Hilfestellungen zur Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung entstanden. Mit diesem Report werden für ausgewählte Stoffe und Verfahren Informationen zum Stand der Technik und zu bewährten Maßnahmen zur Minimierung gegeben. Technisch bedeutsame Stoffe mit ehemaligem TRK-Wert, insbesondere solche mit EU-Binding-limit-value (Asbest, Benzol, Hartholzstaub, Vinylchlorid und Blei), und die in der Praxis wichtigen Gemische, wie z. B. Kühlschmierstoffe und Schweißbrauche, werden behandelt. Aufgenommen wurden z. B. auch Formaldehyd, Styrol und Schwefeldioxid, die durch Streichung aus der TRGS 900 besondere Aufmerksamkeit erfahren haben. Kernstück des Reports bildet eine 51 Einträge zu Stoffen und Verfahren umfassende Tabelle, die maßgebliche Quellen für Hilfestellungen nennt. Von hier aus gelangt man bei einem Großteil der Einträge direkt zu einem weiterführenden Text. Eine Abrundung erfährt der Report durch ergänzende Hinweise auf Datenbanken, insbesondere eine neue Datenbank zu internationalen Arbeitsplatzgrenzwerten.

Occupational health and safety solutions for selected substances and processes

Abstract

The dropping of numerous former occupational exposure limits of substances relevant to practical use has created a loophole in the in-plant use, and a need for support in risk assessment under the German Ordinance on Hazardous Substances. The present report provides information on the state of the art for selected substances and processes, and on proven measures for minimizing the hazards presented by them. It addresses the substances relevant for technical reasons and for which a TRK value (TRK: Technische Richtkonzentration, technical occupational exposure limit) formerly existed, particularly those with EU binding limit values (asbestos, benzene, hardwood dust, vinyl chloride, and lead) and mixtures relevant in practice, e.g. metal-working fluids and welding fumes. Formaldehyde, styrene and sulphur dioxide, which have attracted particular attention owing to their deletion from the TRGS 900, have for example also been included. The heart of the report is a table of 51 entries on substances and processes, which states essential sources of assistance. Many of the entries lead directly to further information. Supplementary references to databases, particularly a new database on international occupational exposure limit values, complete the report.

Mesures de protection des travailleurs contre des substances et des procédés sélectionnés

Résumé

La suppression de nombreuses anciennes valeurs limites a créé une lacune dans le domaine de l'application industrielle de substances ayant une importance pratique et un besoin d'explications pour l'évaluation des risques conformément à la réglementation relative aux substances dangereuses. 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. Il traite des substances à usage technique auxquelles des valeurs TRK (« Technische Richtkonzentration », concentration technique indicative) étaient autrefois assignées, en particulier celles avec valeur limite contraignante fixée par l'UE (amiante, benzène, poussières de bois durs, chlorure de vinyle et plomb) ainsi que des mélanges que l'on rencontre fréquemment, tels que les fluides d'usinage et les vapeurs dégagées lors d'opérations de soudage. Des substances auxquelles une attention particulière doit être attachée du fait de leur suppression de la TRGS 900, telles que le formaldéhyde, le styrène et le dioxyde de soufre, ont également été prises en considération. L'élément essentiel du compte rendu est un tableau regroupant 51 substances et procédés, dans lequel sont indiquées des sources d'informations fiables. La plupart des entrées de ce tableau comportent un renvoi direct à un texte explicatif. Le compte rendu se termine par des indications complémentaires sur des bases de données, en particulier sur une nouvelle base de données contenant des valeurs limites internationales d'exposition professionnelle.

Soluciones en materia de seguridad laboral para sustancias y procedimientos seleccionados

Resumen

Con la supresión de numerosos valores límites, anteriormente vigentes, se originó un vacío relativo a sustancias importantes en el marco de la práctica empresarial, generando la necesidad de contar con ayudas prácticas para la evaluación de riesgos de conformidad con la reglamentación alemana en materia de sustancias peligrosas. El Report brinda información, acerca del estado actual de la técnica y de medidas probadas para minimizar los efectos, para sustancias y procedimientos seleccionados. Se abordan sustancias técnicamente importantes para las cuales anteriormente existían valores TRK (por sus siglas en alemán - Valores Técnicos Indicativos de Concentración), especialmente para aquellas con Binding-limit-value UE (amianto, benceno, polvo de madera dura, cloruro de vinilo y plomo), así como para las mezclas de uso más frecuente, como, por ejemplo, lubricantes refrigeradores y humos de soldadura. También se incluyen, por ejemplo, formaldehído, estireno y dióxido de azufre, que recibieron especial atención a raíz de su supresión de la TRGS 900 (por sus siglas en alemán - Normas Técnicas para Sustancias Peligrosas). El cuadro, que contiene información relativa a 51 sustancias y procedimientos, y que indica la principales referencias para ayudas prácticas, conforma el eje medular del Report. El Report además contiene referencias, para la mayoría de los datos registrados, que llevan al lector directamente a un texto explicatorio. Las referencias adicionales relativas a las bases de datos de interés, especialmente la nueva base de datos en materia de valores límite internacionales para puestos de trabajo, complementan la información contenida en el Report.

Danksagung

An der Erarbeitung dieses Reports waren beteiligt:

Die Mitglieder des berufsgenossenschaftlichen Koordinierungskreises für Gefahrstoffe (KOGAS)

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

Mitarbeiter des berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitsschutz – BGIA des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften:

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

sowie

<i>Dipl.-Ing. Margret Böckler</i>	Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik
<i>Dr. Erwin Brechtel</i>	Papiermacher-Berufsgenossenschaft
<i>Dr. Thomas Brock</i>	Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie
<i>Dr. Dirk Dahmann</i>	Institut für Gefahrstoffforschung der Bergbau-Berufsgenossenschaft an der Ruhr-Universität
<i>Dr. Udo Eickmann</i>	Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege
<i>Dr. Ulrich Goergens</i>	Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft,
<i>Dr. med. Michael Heger</i>	Landesamt für Verbraucher-, Gesundheits- und Arbeitsschutz
<i>Dipl.-Ing. Helge Hohensee Dr. Peter Schäfer</i>	Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (FA Verwaltung)
<i>Dipl.-Ing. Norbert Kluger</i>	Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (GISBAU)
<i>Dr. Reinhold Rühl</i>	Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (GISBAU)
<i>Dipl.-Ing. Ingrid Thullner</i>	Unfallkasse Hessen
<i>Dr. Axel Barig</i>	Berlin (ehemaliger Mitarbeiter des BGIA)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13
2	Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen	17
3	Übersicht zu einzelnen Stoffen, Verfahren und Arbeitsbereichen	27
3.1	Liste der nicht mehr geltenden Luftgrenzwerte der TRGS 900.....	27
3.2	Bauprodukte/Bauchemikalien: Produktinformationen über GISCODEs.....	41
3.3	Cobalt und seine Verbindungen: Hinweise zum Stand der Technik (Mindeststandards):	45
3.3.1	Messverfahren	45
3.3.2	Herstellung und Verwendung	46
3.3.3	Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen	47
3.3.3.1	Hartmetallherstellung	47
3.3.3.2	Hartmetallbearbeitung einschließlich Sintern	49
3.3.3.3	Oberflächenbeschichtung	50
3.3.3.4	Katalysatoren	51
3.3.3.5	Herstellung von Cobaltverbindungen	52
3.3.3.6	Herstellung von Legierungen	53
3.3.3.7	Cobaltpigmentherstellung	53
3.4	Partikelförmige Stoffe: Füll- und Abwiegevorgänge	54
3.5	Isocyanate: Herstellerhinweise und Hilfen des BGIA zur Gefährdungsbeurteilung (insbesondere TDI, NDI).....	57
3.6	Kühlschmierstoffe: Einsatz in der Metallbearbeitung – BG/BGIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen – Handlungshilfen und Informationen auf CD-ROM	60
3.6.1	Anwendung und Geltungsbereich des Arbeitsplatzgrenzwertes für Kühlschmierstoffe	60
3.7	Laboratorien im Sinne der BGR 120: Empfehlungen der Unfallversicherungsträger und des BGIA	63
3.7.1	Arbeitsverfahren	63
3.7.2	Gefahrstoffmengen	64
3.8	Naphthalin: Expositionsbeschreibung.....	65
3.9	Nickellegierungen: Zuordnung der Schutzstufen bei der Herstellung, Be- und Verarbeitung.....	69

3.9.1	Ergebnisse neuer Untersuchungen	72
3.10.	Ozon: Arbeitsschutz bei erhöhten Konzentrationen im Freien.....	74
3.10.1	Messung der Ozonkonzentration	74
3.10.2	Ozonkonzentration auf Baustellen	75
3.10.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	75
3.10.4	Einstufung/Kennzeichnung	76
3.11	Schweißrauchexposition: Hinweise zum Stand der Technik	77
3.11.1	Allgemeine Hinweise	77
3.11.2	Empfehlungen für Schutzmaßnahmen	80
3.11.3	Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen	81
3.12	Schweißrauchabsauggeräte: Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung bei deren Verwendung	87
3.13	Drucker, Kopierer und Multifunktionsgeräte: Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung bei deren Verwendung	89
3.14	Bürogeräte (Drucker, Computer): Empfehlung des Fachausschusses „Verwaltung“ der VBG und des BGIA zur Beurteilung des werkstoffbedingten Emissionsverhaltens von Arbeitsmitteln der Büro- und Informationstechnik am Beispiel Computermonitore und Personalcomputer	91
3.14.1	Untersuchungsablauf	92
3.14.1.1	Prüfkammeruntersuchung	92
3.14.1.2	Leuchtbakterientest	94
3.14.2	Festgelegte Grenzwerte für die Emissionen beim Betrieb der Geräte	94
3.15	Vinylchlorid: Expositionsdaten.....	97
3.16	Gefährdung durch Hautkontakt.....	98
3.17	Quarzexpositionen am Arbeitsplatz.....	100
3.18	Checkliste „Spritzlackieren“	102
3.19	Tätigkeiten mit Epoxidharzen.....	104
3.19.1	Was sind Epoxidharze?	104
3.19.2	Kennzeichnung	105
3.19.3	TRGS 540 „Sensibilisierende Stoffe“	106
3.19.4	Gesundheitsgefahren	106
3.19.5	Erkrankungen durch Epoxidharze	108
3.19.6	Gefährdungsermittlung und -beurteilung	108
3.19.7	Arbeitsplatzgrenzwerte und Exposition am Arbeitsplatz	110

3.19.8	Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen	111
3.20	Formaldehyd	112
3.20.1	Grenzwerte und Einstufung	112
3.20.1.1	Grenzwerte	112
3.20.1.2	Einstufung	113
3.20.2	Formaldehyd im medizinischen Bereich	114
3.20.2.1	Ersatz von Formaldehyd	114
3.20.2.2	Flächendesinfektion	114
3.20.2.3	Instrumentendesinfektion	115
3.20.2.4	Begasung	115
3.20.3	Fixierung von menschlichen und tierischen Gewebeproben/Organen/Leichen	115
3.20.3.1	Human- und Veterinäranatomie	115
3.20.3.2	Pathologie	117
3.20.4	Einsatz als Biozid in medizinischen Bereichen	117
3.20.5	Beratung	118
3.21	Arsenverbindungen (außer Arsenwasserstoff): Expositionsdaten	120
3.22	Schwefeldioxid: Anwendung des Luftgrenzwertes in der Zellstoffindustrie (Branchenregelung)	121
3.22.1	Hintergrund und Einleitung	121
3.22.2	Die deutsche Sulfitzellstoffindustrie	122
3.22.2.1	Beschreibung des Sulfitverfahrens	122
3.22.2.2	Betriebspersonal	123
3.22.2.3	Tätigkeiten in einer Sulfitzellstofffabrik	124
3.22.2.4	Persönliche Schutzausrüstung	124
3.23	Styrol im Säureschutzbau (Branchenregelung)	124
3.24	Faserstäube	126
3.24.1	Allgemeine Hinweise	126
3.24.1.1	Hinweise zur Anwendung der Handlungshilfe	131
3.24.2	Einstufung der Faserstäube	133
3.24.3	Gefährdungsbeurteilung	145
3.24.4	Hinweise zur Exposition und zum Stand der Technik	148
3.24.4.1	Aluminiumsilikatwolle	148
3.24.4.2	Mineralwolle-Dämmstoffe	150

3.24.4.3	Hochtemperaturglaswolle (AES-Wolle)	152
3.24.4.4	Mischfasern	153
3.24.4.5	Sonstige Faserstäube	155
3.24.5	Ausblick	156
4	Stoffinformationen zur Gefährdungsbeurteilung	159
4.1	GESTIS-Stoffdatenbank	159
4.2	GESTIS – Wissenschaftliche Begründungen	159
4.3	Ausländische Grenzwerte (limit values)	160
4.4	KMR-Liste	160
4.5	Gefahrstoffliste	160
5	Stoffe ohne Grenzwerte	161



1 Einleitung

Die neue Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [1] erfordert 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 gibt es keine Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) nach der neuen TRGS 900 [2], die als Beurteilungsmaßstab herangezogen werden können. Auch für eine Reihe von Stoffen mit ehemaligem MAK-Wert liegen zunächst keine AGW vor [2]. Die Arbeitsschützer müssen jedoch an dieser Stelle keineswegs völlig neu anfangen, denn für die praktische Anwendung liegen bereits wertvolle Informationen sowie Orientierungshilfen vor. Mit diesem BG/BGIA-Report wollen die Berufsgenossenschaften den Anwendern der Verordnung praxisnahe verständliche Hinweise und Hilfestellungen geben. Der Report behandelt vornehmlich Stoffe ohne AGW, für die aufgrund der Analysenzahlen im Berufsgenossenschaftlichen Messsystem Gefahrstoffe – BGMG [3] eine größere Verbreitung erwartet werden kann. Ferner liegt der Schwerpunkt auf Stoffen, für die im Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) eine prioritäre Behandlung gewünscht wird. Dieser Report stellt eine inhaltliche Weiterentwicklung des Reports „Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit ausgewählten Stoffen“ dar, die sich in der Umbenennung in „Arbeitsschutzlösungen für ausgewählte Stoffe und Verfahren“ widerspiegelt. Bei entsprechendem Bedarf ist daran gedacht, die hier gegebenen Hilfen auszuweiten und weitere Stoffe sowie Verfahren aufzunehmen.

Kapitel 2 (siehe Seite 17) enthält eine Tabelle mit allen abgehandelten Stoffen und Verfahren.

- ❑ In Spalte 1 sind in alphabetischer Reihenfolge Stoffe, Zubereitungen und Verfahren bzw. Tätigkeiten aufgelistet.
- ❑ Spalte 2 verweist in Kurzform u. a. auf
 - Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), die wertvolle Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung und zu Schutzmaßnahmen enthalten,



- Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK), die ein wesentliches Instrument der neuen GefStoffV sind, wobei die bereits existierenden VSK vorerst weiter als Anhaltspunkt genutzt werden können,
- die zentrale Vergabenummer (ZVG-Nr.) der GESTIS-Stoffdatenbank (www.hvbg.de/bgia/stoffdatenbank),
- Stoffeigenschaften und relevante Regeln, insbesondere Berufsgenossenschaftliche 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. Die BG/BIA-Empfehlungen werden im Zuge der Anpassung an die Regelungen der GefStoffV überprüft und in die BGI 790 überführt.
- statistische Auswertungen aus der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA (Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz). Die Messwerte und zugehörigen Daten wurden im Berufsgenossenschaftlichen Messsystem Gefahrstoffe – BGMG ermittelt. Die Expositionsbeschreibungen liefern Erläuterungen zu Tätigkeiten in unterschiedlichen Branchen, geben wesentliche Hinweise zum Stand der Technik und stellen einen Bezug zu den ausgewerteten Messwerten her.
- Informationen zu Bauchemikalien und Reinigungsprodukten unter der Internetadresse www.gisbau.de

Kapitel 3 gibt in kurzer Form Hinweise zu einzelnen Stoffen und Verfahren, z. T. auch bislang unveröffentlichte Erkenntnisse. Da für viele Stoffe mit einer Jahresmenge < 1 t pro Hersteller kein Luftgrenzwert existiert, wird durch Auswerten von Datenbanken versucht, die Stoffe mit größerer Verbreitung zu identifizieren.

In Kapitel 4 werden Datenbanken beschrieben, die Hinweise zu Stoffinformationen, Einstufungen und Grenzwerten geben. Dazu gehört auch eine neue Datenbank mit



ca. 1 100 internationalen Arbeitsplatzgrenzwerten, die im Internet kostenfrei zur Verfügung steht.

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), zul. geänd. durch Artikel 2 der Verordnung vom 11. Juli 2006 (BGBl. I, S. 1577)
- [2] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). Ausg. 1/2006. BArbBl. (2006) Nr. 1, S. 41-55. Bekanntmachung vom 15.03.2006 (BAnz. Nr. 95a vom 19.05.2006)
- [3] BGMG – Das berufsgenossenschaftliche Messsystem Gefahrstoffe der Unfallversicherungsträger. 5. Aufl. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2005



2 Übersicht über Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung und Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

Tabelle 1:

Stoff/Zubereitung/ Tätigkeit	Empfehlungen
Acrylamid	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 14330 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> Der BGAA-Report 1/99 enthält Stoffdaten und Expositionsbeschreibungen zu 44 ausgewählten Altstoffen aus den ersten drei Prioritätenlisten der EU und OECD. <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Acrylnitril	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 11410 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin
Arsen und seine Verbindungen (außer Arsenwasserstoff)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Abschnitt 3.21
Asbest Abbruch, Sanierung, Instandhaltung Tätigkeiten mit asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Zubereitungen und Erzeugnissen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 5040, 520041 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> TRGS 519 – Asbest: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten <input type="checkbox"/> BGI 664 – Verfahren mit geringer Exposition gegenüber Asbest bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten <input type="checkbox"/> TRGS 954 (in Überarbeitung)
Bauprodukte/ Bauchemikalien	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> GISBAU www.gisbau.de/giscodes/Liste/INDEX.HTM <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.2 – Produktinformationen zum GISCODE
Benzol	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 10060 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> Der BGAA-Report 1/99 enthält Stoffdaten und Expositionsbeschreibungen zu 44 ausgewählten Altstoffen aus den ersten drei Prioritätenlisten der EU und OECD.



Stoff/Zubereitung/ Tätigkeit	Empfehlungen
Benzol (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> LV 11 „Benzolexposition in Verkaufsräumen von Tankstellen“ <input type="checkbox"/> LV 39 „Reinigung und Innenprüfung von Heizölverbrauchertanks“ <input type="checkbox"/> BG/BIA-Empfehlungen, Kennzahlen 1024, 1035, 1036 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappedital.de <input type="checkbox"/> Grenzwert: siehe „Verbindliche Arbeitsplatzgrenzwerte der EG-Kommission“ www.hvbg.de/bgia, Webcode 2013213
Benzo[a]pyren	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 22500 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> TRGS 906 – Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren <input type="checkbox"/> TRGS 551 – Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin. <input type="checkbox"/> BK-Report „BaP-Jahre“
Beryllium und seine Verbindungen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 8020 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> BG/BGIA-Empfehlungen, Kennzahl 1037 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappedital.de <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Bitumen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 90230 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> BG/BIA-Empfehlungen, Kennzahlen 1027, 1028, 1029, 1031, 1032 und 1033 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappedital.de <input type="checkbox"/> Zwölf Expositionsbeschreibungen im Handbuch Bau-chemikalien und unter www.gisbau.de/bitumen.html <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Blei und seine anorganischen Verbindungen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 8510 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> TRGS 505 – Blei und bleihaltige Gefahrstoffe



Stoff/Zubereitung/ Tätigkeit	Empfehlungen
Blei und seine anorganischen Verbindungen (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> BG/BIA-Empfehlungen, Kennzahlen 1021 und 1037 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappdigital.de <input type="checkbox"/> Grenzwert: siehe „Verbindliche Arbeitsplatzgrenzwerte der EG-Kommission“ www.hvbg.de/bgia, Webcode 2013213
Bürogeräte (Drucker, Computer)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.14 – Bürogeräte (Drucker, Computer) Empfehlung des FA „Verwaltung“ der VBG und des BGIA
Butadien	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 11430 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> Der BGAA-Report 1/99 enthält Stoffdaten und Expositionsbeschreibungen zu 44 ausgewählten Altstoffen aus den ersten drei Prioritätenlisten der EU und OECD. <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Cadmium und seine Verbindungen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 8360 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> Der BGAA-Report 1/99 enthält Stoffdaten und Expositionsbeschreibungen zu 44 ausgewählten Altstoffen aus den ersten drei Prioritätenlisten der EU und OECD. <input type="checkbox"/> BG/BGIA-Empfehlungen, Kennzahl 1037 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappdigital.de <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
1-Chlor-2,3-epoxypropan	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 13370 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Chrom(VI)-Verbindungen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 82830 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> BG/BIA-Empfehlungen, Kennzahlen 1037 und 1040 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappdigital.de <input type="checkbox"/> Anhang IV Nr. 27 GefStoffV <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.



Stoff/Zubereitung/ Tätigkeit	Empfehlungen
Cobalt und seine Verbindungen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.3 <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 7270 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> BG/BGIA-Empfehlungen, Kennzahl 1037 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappdigital.de <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Dieselmotoremissionen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 520054 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> TRGS 554 – Dieselmotoremissionen (DME) <input type="checkbox"/> BG/BIA-Empfehlungen, Kennzahlen 1024, 1035 und 1036 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappdigital.de <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Diethylsulfat	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 27770 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentration, Einstufung und zum Thema Arbeitsmedizin.
Dimethylsulfat	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 10580 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Epoxide	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.19 – Tätigkeiten mit Epoxidharzen <input type="checkbox"/> TRGS geplant <input type="checkbox"/> BGR 227 – Tätigkeiten mit Epoxidharzen
Ethylenoxid	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 12000 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> TRGS 513 – Begasungen mit Ethylenoxid und Formaldehyd in Sterilisations- und Desinfektionsanlagen <input type="checkbox"/> BG/BIA-Empfehlungen, Kennzahl 1011 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappdigital.de <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.



Stoff/Zubereitung/ Tätigkeit	Empfehlungen
Fasern	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.24 <input type="checkbox"/> TRGS 519 – Asbest: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten <input type="checkbox"/> TRGS 521 – Faserstäube <input type="checkbox"/> TRGS 619 – Ersatzstoffe für Keramikfasern <input type="checkbox"/> BG/BGIA-Empfehlungen, Kennzahl 1020 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappdigital.de <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Formaldehyd	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.20 <input type="checkbox"/> TRGS 513 – Begasungen mit Ethylenoxid und Formaldehyd in Sterilisations- und Desinfektionsanlagen <input type="checkbox"/> TRGS 522 – Raumdesinfektion mit Formaldehyd
Füll- und Abwiege vorgänge (manuell)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> TRGS 420 Anhang 1 Nr. I – Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Gefährdungsbeurteilung <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.4 – Füll- und Abwiegevorgänge für partikelförmige Stoffe
Holzschutzmittel	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> siehe GISBAU www.gisbau.de/giscodes/Liste/GRUPPE_11.htm
Holzstaub	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 96430 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> TRGS 553 – Holzstaub <input type="checkbox"/> BG/BIA-Empfehlungen, Kennzahl 1014 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappdigital.de <input type="checkbox"/> BGR 214 – Zimmer- und Holzbauarbeiten <input type="checkbox"/> BGI 725 – Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz Schreinereien/Tischlereien <input type="checkbox"/> BGI 739 – Holzstaub – Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz beim Erfassen, Absaugen und Lagern <input type="checkbox"/> TRGS 420, Anhang 1 Nr. VI – Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Gefährdungsbeurteilung <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.



Stoff/Zubereitung/ Tätigkeit	Empfehlungen
Holzstaub (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Grenzwert: siehe „Verbindliche Arbeitsplatzgrenzwerte der EG-Kommission“ www.hvbg.de/bgia, Webcode 2013213
Isocyanate	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> TRGS 430 – Isocyanate – Exposition und Überwachung <input type="checkbox"/> TRGS 540 – Sensibilisierende Stoffe <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.5 – Herstellerhinweise zu Isocyanaten und Hilfen des BGIA zur Gefährdungsbeurteilung (insbesondere TDI, NDI) <input type="checkbox"/> BG/BGIA-Empfehlungen (in Vorbereitung)
Klebstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> www.klebstoffe.com (Rubrik Publikationen) <input type="checkbox"/> Expositionsbeschreibung zu Bodenbelagsklebstoffen im Handbuch Bauchemikalien und unter www.gisbau.de
Kühlschmierstoffe (Komplexe Kohlenwasserstoffgemische KKG, Teil 1)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.6 – Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der Metallverarbeitung <input type="checkbox"/> BG/BIA-Empfehlungen, Kennzahl 1042 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappedital.de <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Komplexe Kohlenwasserstoffgemische (KKG) Teil 4 (Sonstige)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Laborarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.7 – Empfehlungen „Laboratorien im Sinne der BGR 120“
Lackaerosole	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.18 – Checkliste „Spritzlackieren“ <input type="checkbox"/> BGR 213 – Schutzmaßnahmenkonzept für Spritzlackierarbeiten – Lackaerosole <input type="checkbox"/> BGI 790-013 „Spritzlackieren von Hand bei der Holzbe- und -verarbeitung“ (zugleich LASI-Empfehlungen LV 43)
Mehlstaub	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 156275 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> BG/BIA-Empfehlungen, Kennzahl 1025 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappedital.de <input type="checkbox"/> LV 8 – Mehlstaub in Backbetrieben



Stoff/Zubereitung/ Tätigkeit	Empfehlungen
Mehlstaub (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Naphthalin	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.8 – Expositionsdaten zu Naphthalin <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 15510 (GESTIS-Stoffdatenbank)
Nickel und seine Verbindungen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.9 – Zuordnung der Schutzstufen bei der Herstellung, Be- und Verarbeitung von Nickellegierungen <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 8230 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> Der BGAA-Report 1/99 enthält Stoffdaten und Expositionsbeschreibungen zu 44 ausgewählten Altstoffen aus den ersten drei Prioritätenlisten der EU und OECD. <input type="checkbox"/> BG/BIA-Empfehlungen, Kennzahlen 1037 und 1040 der BGIA-Arbeitsmappe www.bgia-arbeitsmappedigital.de <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Nitrosamine	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG der Einzelverbindungen: siehe BGIA-Report 1/2006 Gefahrstoffliste <input type="checkbox"/> TRGS 552 – N-Nitrosamine <input type="checkbox"/> TRGS 611 – Verwendungsbeschränkungen für wasser-mischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können <input type="checkbox"/> TRGS 615 – Verwendungsbeschränkungen für Korrosionsschutzmittel, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Ottokraftstoff (Komplexe Kohlenwasserstoffgemische, Teil 3)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin
Ozon	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.10 – Arbeitsschutz bei erhöhten Ozonkonzentrationen im Freien <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 4040 (GESTIS-Stoffdatenbank)



Stoff/Zubereitung/ Tätigkeit	Empfehlungen
Parkettsiegel	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> GISBAU www.gisbau.de/giscodes/Liste/GRUPPE_1.htm <input type="checkbox"/> Expositionsbeschreibung im Handbuch Bauchemikalien und unter www.gisbau.de
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> siehe Benzo[a]pyren
1,2-Propylenoxid	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 12010 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin.
Quarz	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.17 – Quarzexpositionen am Arbeitsplatz <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 4110 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> BG/BGIA-Report „Quarzexpositionen am Arbeitsplatz“ <input type="checkbox"/> BGI 5043 – Mineralischer Staub
Reinigungs- und Pflegemittel	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> GISBAU www.gisbau.de/giscodes/Liste/GRUPPE_4.htm
Schwefeldioxid	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.22 – Anwendung des Luftgrenzwertes für Schwefeldioxid in der Zellstoffindustrie
Schweißen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitte 3.11 und 3.12 <input type="checkbox"/> BGR 220 – Schweißrauche <input type="checkbox"/> LV 42 – Handlungsanleitung „Schutzmaßnahmen zur Minimierung der Gefahrstoffexposition beim Schutzgas-schweißen“ <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufungen und zum Thema Arbeitsmedizin. <input type="checkbox"/> BG/BGIA-Empfehlung „WIG-Schweißen“, BGI 790-012
Styrol	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.23 – Styrol im Säureschutzbau (Branchenregelung)
Toner für Drucker und Kopierer	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitte 3.13 und 3.14 – Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung bei Verwendung von Druckern, Kopierern und Multifunktionsgeräten sowie Empfehlungen des Fachausschusses „Verwaltung“
Trichlorethen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 10720 (GESTIS-Stoffdatenbank)



Stoff/Zubereitung/ Tätigkeit	Empfehlungen
Trichlorethen (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> BGI 790-010 – BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung – Verwendung von Trichlorethylen bei der Prüfung von Asphalt – Waschtrommelverfahren <input type="checkbox"/> BGI 790-011 – BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung – Verwendung von Trichlorethylen bei der Prüfung von Asphalt – Siebturmverfahren <input type="checkbox"/> Der BGAA-Report 1/99 enthält Stoffdaten und Expositionsbeschreibungen zu 44 ausgewählten Altstoffen aus den ersten drei Prioritätenlisten der EU und OECD. <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufung und zum Thema und Arbeitsmedizin.
Vinylchlorid	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.15 – Anwendung von Vinylchlorid in Arbeitsbereichen (Extruder für Kunststoffe, Spritzformen und Kunststoffschweißen) Grenzwert: siehe „Verbindliche Arbeitsplatzgrenzwerte der EG-Kommission“ www.hvbg.de/bgia, Webcode 2013213 <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 13290 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> TRGS 420 Anhang 1 Nr. III – Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Gefährdungsbeurteilung <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufung und zum Thema Arbeitsmedizin.
N-Vinyl-2-pyrrolidon	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ZVG Nr. 29790 (GESTIS-Stoffdatenbank) <input type="checkbox"/> Im Abschnitt 3.1 dieses Reports finden sich zusätzliche Hinweise zu mindestens einhaltbaren Konzentrationen, Einstufung und zum Thema Arbeitsmedizin.
Gefährdung durch Hautkontakt	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Siehe Abschnitt 3.16 – Gefährdung durch Hautkontakt <input type="checkbox"/> TRGS 401 – Gefährdung durch Hautkontakt <input type="checkbox"/> TRGS 540 – Sensibilisierende Stoffe



Literatur

Technische Regeln für Gefahrstoffe: Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz

www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Gefahrstoffe.html__nnn=true

BG/BGIA-Reports

www.hvbg.de/d/bia/pub/rep/index.html

Datenbank BG-Vorschriften und Regeln

www.hvbg.de/bgvr

GESTIS – Wissenschaftliche Begründungen

www.hvbg.de/bgia/gestis-quellen

GESTIS-Stoffdatenbank

www.hvbg.de/bgia/stoffdatenbank

LV – LASI-Veröffentlichungen. Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik

lasi.osha.de/de/gfx/publications/publications.php



3 Übersicht 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. Mit dieser Verordnung haben sich die Bezeichnungen und Definitionen für Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz geändert. Sie werden nicht mehr als Technische Richtkonzentration (TRK) oder Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) bezeichnet, sondern heißen jetzt Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW). Von den Grenzwerten der TRGS 900 mit Stand Ende 2004 erfüllen die meisten nicht die Definition für den AGW. Dies gilt insbesondere für die nach dem TRK-Konzept abgeleiteten technischen Grenzwerte (alle TRK sowie technische MAK), die in der TRGS 901 (Stand Mai 2004) zusammengefasst waren. Sie sind ungültig und deshalb in der neuen TRGS 900 vom Januar 2006 nicht enthalten.

Als Grundlage für die Ermittlung des aktuellen Standes der Technik sind die alten technischen Grenzwerte in der Regel nicht mehr geeignet. Bei Grenzwerten, die erst vor wenigen Jahren aufgestellt bzw. überprüft worden sind, war in den Begründungspapieren des mittlerweile aufgehobenen Teils II der alten TRGS 901 ein relativ aktueller Stand der Technik für die Arbeitsbereiche, Tätigkeiten oder Verfahren beschrieben. In den Begründungspapieren sind zudem die erreichbaren Konzentrationen für die verschiedenen Bereiche auch stärker differenziert als der Grenzwert selber, sodass der in den Bereichen erreichte unterschiedliche Stand der Technik stärker herausgearbeitet wird. Bei älteren Grenzwerten (bis zu 27 Jahre) ist allerdings davon auszugehen, dass sich der Stand der Technik zumindest in den meisten Bereichen deutlich weiterentwickelt hat und heute geringere Konzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz erreichbar sind.

Im Einzelfall muss also durch den Arbeitgeber geprüft werden, inwieweit der in den alten Begründungspapieren beschriebene Stand der Technik noch aktuell ist. Allerdings wäre bei einer Überschreitung der alten Grenzwerte oder der im Begründungspapier für einzelne Bereiche angegebenen Luftkonzentrationen in der Regel anzunehmen, dass der Stand der Technik gemäß GefStoffV nicht erreicht wird. Aus diesem



Grund werden in Tabelle 3 (siehe Seite 31) zur Orientierung die aufgehobenen technischen Grenzwerte genannt.

Jedoch kann auch bei Einhaltung der alten Grenzwerte nicht davon ausgegangen werden, dass der Stand der Technik erreicht wird oder keine Gefährdung besteht, denn das TRK-Konzept weist ausdrücklich darauf hin, dass auch bei Einhaltung der alten Grenzwerte eine Gesundheitsgefährdung nicht ausgeschlossen werden kann. Deshalb muss im Einzelfall im Zuge der Ermittlungen zur Gefährdungsbeurteilung geprüft werden, ob weitere Maßnahmen nach dem Schutzstufenkonzept einschließlich der Substitution zu ergreifen sind, um die Gefährdung bzw. Exposition in Anwendung des Minimierungsgebotes nach § 8 bis 10 GefStoffV soweit wie möglich zu verringern. Informationen über mögliche Schutzmaßnahmen geben beispielsweise bestehende stoffspezifische technische Regeln (z. B. TRGS 519 oder 554) sowie berufsgenossenschaftliche Schriften oder LASI-Empfehlungen.

Eine besondere Fragestellung ergibt sich für die verbindlichen Arbeitsplatzgrenzwerte der Europäischen Kommission. Mit Bekanntmachung im Bundesarbeitsblatt (2006) Nr. 4 wird gleitend auf die verbindlichen EG-Arbeitsplatzgrenzwerte (binding limit values) verwiesen. Es handelt sich dabei um die in Tabelle 2 (siehe Seite 29) angegebenen Luftgrenzwerte für fünf Stoffe. Die verbindlichen EG-Arbeitsplatzgrenzwerte sind als Mindeststandards von den Mitgliedstaaten zu übernehmen. Sie sind keine Arbeitsplatzgrenzwerte im Sinne des § 3 Abs. 6 der GefStoffV, bei deren Einhaltung akute oder chronisch schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind, weshalb sie auch nicht in der TRGS 900 geführt werden. Der Arbeitgeber hat auch bei Einhaltung der verbindlichen EG-Arbeitsplatzgrenzwerte dafür zu sorgen, dass die Gefährdung bzw. Exposition nach dem Stand der Technik soweit wie möglich verringert wird (§ 10 Abs. 1 GefStoffV). Ferner ist die Substitution des Stoffes zu prüfen.

Bis Ende 2004 galten für einige Stoffe mit verbindlichem EG-Arbeitsplatzgrenzwert in der damaligen TRGS 900 niedrigere Grenzwerte, die nach dem Stand der Technik in der Regel einhaltbar waren (siehe Tabelle 2, Seite 29). Bei der Festlegung von Schutz-



maßnahmen waren und sind u. a. auch die Regelungen und Anforderungen der stoff-spezifischen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) zu berücksichtigen.

Da das erreichte Expositionsniveau in Deutschland vielfach bereits niedriger liegt, empfehlen die Berufsgenossenschaften, sich in diesen Fällen an den Grenzwerten gemäß TRGS 900 vom Jahre 2004 zu orientieren.

Tabelle 2:
Stoffe mit verbindlichem EG-Arbeitsplatzgrenzwert

Stoff	EG-Richtlinie	EG-Arbeitsplatzgrenzwert	Grenzwert 2004 nach TRGS 900	Technische Regeln
Asbest	2003/18/EG	100 000 F/m ³	— (Expositionsverbot)	TRGS 519, 954
Benzol	2004/37/EG	1 ml/m ³	1 ml/m ³	
Blei und anorganische Bleiverbindungen	98/24/EG	0,15 mg/m ³	0,1 mg/m ³	TRGS 505
Hartholzstäube	2004/37/EG	5 mg/m ³	2 mg/m ³ Ausnahmebereiche: 5 mg/m ³	TRGS 553
Vinylchlorid	2004/37/EG	3 ml/m ³	2 ml/m ³ Ausnahmebereiche: 3 ml/m ³	

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Asbest, Benzol, Hartholzstaub und Vinylchlorid sind Humankarzinogene. Blei wurde von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) kürzlich in Kategorie 2 („als krebserzeugend für den Menschen anzusehen“) eingestuft. Durch die Aufhebung der bis 2004 bestehenden Grenzwerte kommt daher der arbeitsmedizinischen Vorsorge nach §§ 15 und 16 der GefStoffV eine besondere Bedeutung zu. Dazu zählen insbesondere die arbeitsmedizinische Beurteilung gefahrstoff- und tätigkeitsbedingter Gesundheitsgefährdungen einschließlich der Empfehlung geeigneter Schutzmaßnahmen und die Aufklärung



und Beratung der Beschäftigten über die mit der Tätigkeit verbundenen Gesundheitsgefährdungen.

In Anhang V Nr. 1 der GefStoffV sind Asbest, Benzol, Blei, Hartholzstaub und Vinylchlorid genannt. Bei Tätigkeiten mit diesen Gefahrstoffen sind vom Arbeitgeber regelmäßig spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen zu veranlassen, wenn der Arbeitsplatzgrenzwert nicht eingehalten wird. Bis zur Vorlage einer konkretisierten Regelung durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) für die fünf genannten Stoffe empfehlen die Berufsgenossenschaften folgende Vorgehensweise:

Zur Orientierung für die Veranlassung sollten die o. g. Grenzwerte der TRGS 900 in der Fassung von 2004 herangezogen werden, sofern sie niedriger sind als die EG-Grenzwerte. Weitere Hinweise zu Grenzwerten für die arbeitsmedizinische Vorsorge finden sich zu Asbest, Benzol und Blei:

- ❑ Asbest: 15 000 F/m³, siehe TRGS 519
- ❑ Benzol: Arbeitsmedizinisch begründeter stoffspezifischer Wert von 1 ml/m³, siehe BArbBl. (1995) Nr. 7-8, S. 52-53
- ❑ Blei: 0,075 mg/m³ oder 400 µg/l Blut, siehe Richtlinie 98/24/EG Anhang II

Zur Beurteilung der individuellen Exposition gegenüber Blei ist nach § 15 (2) GefStoffV ein Biomonitoring angezeigt. Die Beurteilung der dadurch ermittelten individuellen inneren Bleiexposition sollte orientierungshalber anhand der in der TRGS 903 in der Fassung von 2004 dokumentierten Werte erfolgen (400 µg/l Vollblut; Frauen jünger 45 Jahre: 300 µg/l). Dabei ist zu beachten, dass die Einhaltung dieser Grenzwerte in biologischem Material nicht vor genotoxischen Effekten des Bleis schützt.

Hinweise für die speziellen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen zur Früherkennung von Gesundheitsstörungen und Berufskrankheiten geben die Berufsgenossenschaftlichen Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG).



In Tabelle 3 werden nur die ehemaligen Grenzwerte zu Stoffen der Tabelle 1 (siehe Seite 17) aufgeführt. Sie enthält also kein komplettes Verzeichnis aller aufgehobenen technisch begründeten Grenzwerte, die teilweise sehr alt sind und nicht unbedingt den aktuellen Stand der Technik widerspiegeln. Zu einigen Stoffen liegen mittlerweile aktuelle Expositionsbeschreibungen vor (siehe Tabelle 1, Quarz, Trichlorethylen, Cobalt, Naphthalin).

Tabelle 3:
Stoffe der Tabelle 1 mit nicht mehr geltenden technischen Grenzwerten

Stoffidentität		Mindestens einhaltbare Konzentration (alter Grenzwert bis Ende 2004)		Einstufung	Arbeits- medizin — GefStoffV G- Grundsätze
Bezeichnung	EG-Nr. CAS-Nr.	ml/m ³ (ppm)	mg/m ³		
Acrylamid - Einsatz von festem Acrylamid - im Übrigen	2011737 79-06-1		0,06 0,03	K2 (R45) M2 (R46) R _F 3 (R62) T; R25- 48/23/24/25 X _n ; R20/21 Xi; R36/38 R43	Anh. V Nr. 2.2 G40
Acrylnitril	2034665 107-13-1	3	7	F; R11 K2 (R45) T; R23/24/25 Xi; R37/38-41 R43 N; R51-53	Anh. V Nr.1 G40
Arsensäure Salze der Arsensäure Arsenige Säure Salze der Arsenigen Säure Diarsenpentaoxid Diarsentrioxid	2319019 7778-39-4 36465-76-6 2151169 1303-28-2 2154814 1327-53-3		0,1 E	K1 (R45) Zur Einstufung der einzelnen Verbin- dungen siehe Richt- linie 67/548/EWG	Anh. V Nr.1 G16



Stoffidentität		Mindestens einhaltbare Konzentration (alter Grenzwert bis Ende 2004)		Einstufung	Arbeitsmedizin — GefStoffV G- Grundsätze
Bezeichnung	EG-Nr. CAS-Nr.	ml/m ³ (ppm)	mg/m ³		
- Benzo[a]pyren - Strangpechherstellung und -verladung, Ofenbereich von Kokereien - im Übrigen	2000285 50-32-8		0,005 0,002	K2(R45) M2 (R46) R _E 2, R _F 2 (R60-61) R43, N; R50-53 TRGS 906	Anh. V Nr. 1 G40
Beryllium [7440-41-7] und seine Verbindungen - Schleifen von Be-Metall und -legierungen - im Übrigen			0,005 E 0,002 E	K2 (R49) T+; R26 T; R25-48/23 R43, Xi R36/37/38 Für Verbindungen zusätzlich: N; R51-53	Anh. V Nr.1 G40
Bitumen, Dämpfe und Aerosole bei der Heißverarbeitung	2324909 8052-42-4		10		
Blei und seine Verbindungen (berechnet als Pb) außer Alkylbleiverbindungen EU-BLV: 0,15 mg/m ³	2311004 7439-92-1		0,1 E (alter MAK-Wert)	R _E 1, R _F 3 Zur Einstufung von Blei und Bleiverbindungen siehe Richtlinie 67/548 und TRGS 905	Anh. V Nr.1 G2
1,3-Butadien - Aufarbeitung nach Polymerisation, Verladung - im Übrigen	2034508 106-99-0	15 5	34 11	F+; R12 K1 (R45) M2 (R46)	Anh. V Nr. 2.2 G40
Cadmium und seine Verbindungen (in Form von Stäuben/Aerosolen) - Batterieherstellung, thermische Zink-, Blei- und Kupfergewinnung, Schweißen cadmiumhaltiger Legierungen - im Übrigen	2311528 7440-43-9		0,03 E 0,015 E	K2 (R45) Zur Einstufung von Cadmium und -verbindungen siehe Richtlinie 67/548/EWG	Anh. V Nr.1 G32



Stoffidentität		Mindestens einhaltbare Konzentration (alter Grenzwert bis Ende 2004)		Einstufung	Arbeitsmedizin — GefStoffV G- Grundsätze
Bezeichnung	EG-Nr. CAS-Nr.	ml/m ³ (ppm)	mg/m ³		
1-Chlor-2,3-epoxypropan	2034398 106-89-8	3	12	R10 K2 (R45) T; R23/24/25 C; R34, R43	Anh. V Nr. 2.2 G40
Chrom(VI)-Verbindungen einschließlich Bleichromat (in Form von Stäuben/Aerosolen); ausgenommen die in Wasser unlöslichen, wie z. B. Bariumchromat - Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten Stabelektroden - Herstellung von löslichen Chrom(VI)-Verbindungen - im Übrigen			0,1 E 0,1 E 0,05 E	K2 (R49) Zur Einstufung von einzelnen Chrom(VI)-Verbindungen siehe Richtlinie 67/548/EWG	Anh. V Nr.1 G15
Dieselmotoremissionen - Nichtkohlebergbau und Bauarbeiten unter Tage - im Übrigen			0,3 A 0,1 A	K2 (TRGS 906)	
Diethylsulfat	2005896 64-67-5	0,03	0,2	K2 (R45) M2 (R46) Xn; R20/21/22 C; R34	Anh. V Nr. 2.2 G40
Dimethylsulfat - Herstellung - Verwendung	2010581 77-78-1	0,02 0,04	0,1 0,2	K2 (R45) M3 (R68) T+; R26 T, R25 C; R34 R43	Anh. V Nr. 2.2 G40
Ethylenoxid	2008499 75-21-8	1	2	F+; R12 K2 (R45) M2 (R46) T; R23 Xi; R36/37/38	Anh. V Nr. 2.2 G40



Stoffidentität		Mindestens einhaltbare Konzentration (alter Grenzwert bis Ende 2004)		Einstufung	Arbeitsmedizin — GefStoffV G- Grundsätze
Bezeichnung	EG-Nr. CAS-Nr.	ml/m ³ (ppm)	mg/m ³		
Faserstäube, anorganische, krebserzeugend Kat. 1, 2 und 3 (außer Asbest) <ul style="list-style-type: none"> - Hochtemperatur-Glasfasern Überprüfung zum 30.04.2006 - Folgende Formen der Weiterverarbeitung von Keramikfasern und polykristallinen keramischen Fasern: Mischen/Formen und Endbearbeitung (Schneiden, Sägen, Stanzen, Schleifen, Bohren usw.) Überprüfung zum 30.04.2006 - Modulfertigung ab 01.05.2006 - im Übrigen 			500 000 F/m ³ 500 000 F/m ³ 500 000 F/m ³ 250 000 F/m ³	K1, K2, K3	Anh. V Nr. 2.2 G1.3
Holzstaub Hartholzstaub EU-BLV: (5 mg/m ³)			2 E	K2, K3 TRGS 906	Anh. V Nr.1 G44
Kohlenwasserstoffgemische, soweit nicht in dieser Liste gesondert erwähnt Gruppe A Nicht wassermischbare, additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, die aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und/oder ihrer Anwendung verfahrensbedingt erhöhte Emissionen erwarten lassen.			200		



Stoffidentität		Mindestens einhaltbare Konzentration (alter Grenzwert bis Ende 2004)		Einstufung	Arbeitsmedizin — GefStoffV G- Grundsätze
Bezeichnung	EG-Nr. CAS-Nr.	ml/m ³ (ppm)	mg/m ³		
<p>Gruppe B</p> <p>Nicht wassermischbare Kohlenwasserstoffprodukte, die aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und ihrer Anwendung verfahrensbedingt keine erhöhten Emissionen (vgl. Gruppe A) erwarten lassen.</p> <p>Wassergemischte Kohlenwasserstoffprodukte, die aufgrund ihrer Anwendung erhöhte Emissionen (vgl. Gruppe C) erwarten lassen.</p> <p>Gruppe C</p> <p>Nicht wassermischbare additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, die z. B. in geschlossenen Systemen verwendet werden und daher keine Emissionen erwarten lassen.</p> <p>Wassergemischte additivierte Kohlenwasserstoffprodukte, deren Anwendung und Zusammensetzung verfahrensbedingt keine erhöhten Emissionen erwarten lassen.</p>			40		
<p>Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren</p> <p>- Gruppe 1</p> <p>Ottokraftstoffe (nach DIN EN 228)</p>			250		
<p>Kühlschmierstoffe (wassermischbare und nicht wassermischbare mit einem Flammpunkt größer 100 °C)</p>			10		
<p>Mehlstaub (in Backbetrieben)</p>	<p>2711991</p> <p>68525-86-0</p>		4 E		<p>Anh. V Nr.1</p> <p>G23</p>



Stoffidentität		Mindestens einhaltbare Konzentration (alter Grenzwert bis Ende 2004)		Einstufung	Arbeitsmedizin — GefStoffV G- Grundsätze
Bezeichnung	EG-Nr. CAS-Nr.	ml/m ³ (ppm)	mg/m ³		
Nickel als - Nickelmetall und Nickelcarbonat, Nickeloxid, Nickelsulfid und sulfidische Erze - Nickelverbindungen in Form atembare Tröpfchen			0,5 E 0,05 E	K1, K3 Zur Einstufung von Nickelmetall und -verbindungen siehe Richtlinie 67/548/EWG bzw. TRGS 905	Anh. V Nr. 1 G38
N-Nitrosodi-n-butylamin N-Nitrosodiethanolamin N-Nitrosodiethylamin N-Nitrosodimethylamin N-Nitrosodi-i-propylamin N-Nitrosodi-n-propylamin N-Nitrosoethylphenylamin N-Nitrosomethylethylamin N-Nitrosomethylphenylamin N-Nitrosomorpholin N-Nitrosopiperidin N-Nitrosopyrrolidin - Vulkanisation und nachfolgende Arbeitsverfahren einschließlich Lagerung für technische Gummiartikel. Altlager für Reifen, genutzt vor 1992 - Herstellung von Polyacrylnitril nach dem Trockenspinnverfahren unter Einsatz von Dimethylformamid - Befüllen von Kesseln und Reaktoren mit Aminen - im Übrigen			0,0025 0,0025 0,0025 0,001	K2 Zur Einstufung der N-Nitrosamine siehe Richtlinie 67/548/EWG und TRGS 905	Anh. V Nr. 2.2 G40
Propylenoxid	2008792 75-56-9	2,5	6	F+; R12 K2 (R45) M2 (R46) Xn; R20/21/22 Xi; R36/37/38	Anh. V Nr. 2.2 G40
Quarzhaltiger Feinstaub (A-Staub) incl. Cristobalit, Tridymit			0,15	TRGS 906	



Stoffidentität		Mindestens einhaltbare Konzentration (alter Grenzwert bis Ende 2004)		Einstufung	Arbeitsmedizin — GefStoffV G- Grundsätze
Bezeichnung	EG-Nr. CAS-Nr.	ml/m ³ (ppm)	mg/m ³		
Trichlorethylen	2011674 79-01-6	30	165	K2 (R45) M3 (R68) R52-53 R67 Xi; R36/38	Anh. V Nr. 1 und 2.2 G14
Vinylchlorid EU-BLV: 3 ml/m ³ - bestehende Anlagen VC- und PVC-Herstellung - im Übrigen	2008310 75-01-4	3 2	8 5	F+; R12 K1 (R45)	Anh. V Nr. 1 G36
1-Vinyl-2-pyrrolidon	2018004 88-12-0	0,1	0,5	K3 (R40) Xn; R20/21/22- 48/20 Xi; R37-41	

Erläuterungen zu Tabelle 3

Stoffidentität

EU-BLV: Es liegt ein für die Mitgliedstaaten bindender Arbeitsplatzgrenzwert (binding limit value) der Europäischen Kommission in der angegebenen Höhe vor.

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 bzw. 906. Die Gefahrensymbole und die R-Sätze können der Gefahrstoffliste 2006 (BGIA-Report 1/2006) 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.
(R45: Kann Krebs erzeugen) oder
(R49: 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 (R45 oder R49). 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.
(R40: 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 vererbbaaren Schäden vorhanden.
(R46: Kann vererbbaare 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 vererbbaaren Schäden führen kann (R46). 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.
(R68: Irreversibler Schaden möglich)



Fortpflanzungsgefährdend

- R_F Fruchtbarkeitsgefährdend (Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit) und
R_E Fruchtschädigend (entwicklungsschädigend)
- R_F1 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.
(R60: Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen)
- R_E1 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.
(R61: Kann das Kind im Mutterleib schädigen)
- R_F2 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. (R60)
- R_E2 Stoffe, die als fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der begründeten Annahme, dass die Exposition einer schwangeren Frau gegenüber dem Stoff zu schädlichen Auswirkungen auf die Entwicklung der Nachkommenschaft führen kann. Diese Annahme beruht im Allgemeinen auf Folgendem:
- eindeutige Nachweise aus Tierversuchen, in denen eine fruchtschädigende Wirkung ohne Anzeichen ausgeprägter maternaler Toxizität beobachtet wurde, oder fruchtschädigende Wirkungen in einem Dosisbereich mit maternal toxischen Effekten, wobei jedoch die fruchtschädigende Wirkung nicht sekundäre Folge der maternalen Toxizität ist;
 - sonstigen relevanten Informationen (R61).



- R_F3 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_E3 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.
(R63: 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. Die Begründungen zu den Vorsorgeuntersuchungen finden sich auf den Internetseiten des AGS.
- www.baua.de/nn_12292/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Rechtstexte/pdf/Gefahrstoffverordnung.pdf



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

3.2 Bauprodukte/Bauchemikalien: Produktinformationen 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 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 (Bodenbelagsklebstoffe, Vorstriche),
- 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,
- Säureschutzbau-Chemikalien.

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 43 ff).



Abbildung 1:
Produktinformationen zu Verlegewerkstoffen

<p>F Leichtentzündlich</p>	<p>Stark lösemittelhaltige Verlegewerkstoffe, aromaten- und methanolfrei GISCODE: S 1</p>
<p>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)</p>	
<p>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 %. Verdünner 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.</p>	<p>Isopropanol AGW: 500 mg/m³ bzw. 200 ml/m³ (ppm) Bemerkung Y (TRGS 900): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Grenzwertes nicht befürchtet zu werden. Aceton AGW: 1200 mg/m³ bzw. 500 ml/m³ (ppm) Butanon AGW: 600 mg/m³ bzw. 200 ml/m³ (ppm) Bemerkung Y (TRGS 900): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Grenzwertes nicht befürchtet zu werden. Gefahr der Hautresorption (H) Methylacetat AGW: 610 mg/m³ bzw. 200 ml/m³ (ppm) Bemerkung Y (TRGS 900): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Grenzwertes nicht befürchtet zu werden. Ethylacetat AGW: 1500 mg/m³ bzw. 400 ml/m³ (ppm) Bemerkung Y (TRGS 900): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Grenzwertes nicht befürchtet zu werden. *Übergangsweise werden hier die zur Gefährdungsbeurteilung mit herangezogenen 'ehemaligen MAK-Werte der TRGS 900 von 2004' aufgeführt, die jedoch gesetzlich nicht verbindlich sind.</p>
<p>Grenzwerte und Einstufungen Kohlenwasserstoffe (Gr. 1, TRGS 900) ehem. MAK: 1000 mg/m³ bzw. 200 ml/m³ (ppm) * Ethanol AGW: 960 mg/m³ bzw. 500 ml/m³ (ppm) Bemerkung Y (TRGS 900): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Grenzwertes nicht befürchtet zu werden.</p>	<p>Gefahrstoffmessungen/Ermittlung Der Grenzwert ist grundsätzlich überschritten.</p>
<p>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 lösemittelfreie oder noch besser lösemittelfreie (GISCODE D 1) Dispersions-Verlegewerkstoffe eingesetzt werden.</p>	



Gesundheitsgefährdung

Einatmen kann zu Gesundheitsschäden führen.
Kann die Atemwege, Augen und Haut reizen: z.B. Brennen, Augentränen, Jucken.
Vorübergehende Beschwerden wie Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Konzentrationsstörungen können auftreten.
Kann Gesundheitsstörungen wie Rausch, Herzrhythmusstörung, Nervenschaden verursachen.
Bei höheren Konzentrationen können Atem- und Herzkreislaufstillstand auftreten.

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 reinigen!
Hautpflegemittel nach der Arbeit verwenden (rückfettende 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.
Auf tretende 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!
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:
Nur umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät verwenden !

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 ausziehen.

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 Seiten-lagerung), 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)!

Handhabung

Dämpfe sind schwerer als Luft und bilden mit Luft explosionsfähige Gemische.
Kunststoffe und Gummi können angegriffen werden.
Bei durchtränktem Material (z.B. Kleidung, Putzlappen) besteht erhöhte Entzündungsgefahr.

Beschäftigungsbeschränkungen

Jugendliche dürfen hiermit nicht beschäftigt werden.
Werdende oder stillende Mütter dürfen hiermit nicht beschäftigt werden.

Vorsorgeuntersuchungen

Beim Tragen von Atemschutz ist eine spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung nach - G(26): Atemschutzgeräte zu veranlassen.

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 Abwasser oder Mülltonne schütten.
Abfälle nicht vermischen! Zur ordnungsgemäßen Beseitigung bzw. Rückgewinnung in beständigen, verschließbaren und gekennzeichneten Gefäßen getrennt sammeln.
Nicht ausgehärtete Produktreste sind Sonderabfall.



Stark lösemittelhaltige Verlegewerkstoffe, aromaten- und methanolfrei	Seite 3
<p>Ausgehärtete Produktreste können als hausmüllähnlicher Gewerbeabfall oder Baustellenabfall entsorgt werden.</p> <p>Restentleerte Gebinde, die mit F oder Xi oder Xn gekennzeichnet sind, können wiederverwertet werden. Gebinde mit nicht ausgehärteten Produktresten sind Sonderabfall.</p> <p>Restmengen sind unter Beachtung der örtlichen Vorschriften einer geordneten Abfallbeseitigung zuzuführen! Folgende EAK/AVV-Abfallschlüssel können in Frage kommen:</p> <p>Produktreste: 080409* Klebstoff- und Dichtmassenabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten</p> <p>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</p> <p>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.</p> <p>Schadensfall Nach Verschütten mit einem Spachtel in ein Leergebinde aufnehmen, aushärten lassen und wie unter</p>	<p>Entsorgung beschrieben behandeln. Reste z.B. mit Sand abstreuen und mechanisch entfernen.</p> <p>Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Kohlendioxid, Löschpulver, Schaum oder Wasser im Sprühstrahl (kein Vollstrahl).</p> <p>Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen.</p> <p>Das Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation muss vermieden werden (wassergefährdend - WGK 2).</p> <p style="text-align: right;">Copyright by GISBAU 01.09.2006</p> <p>Erstellt in Zusammenarbeit mit der Technischen Kommission Bauklebstoffe (TKB) des Industrieverbandes Klebstoffe e.V. nach Sicherheitsdatenblättern verschiedener Hersteller und sonstigen Unterlagen. Vervielfältigung erwünscht!</p> <hr/> <p>GISCODE ist die Zuordnung von Verlegewerkstoffen zu einer Produktgruppe; siehe Gebinde, Sicherheitsdatenblätter, Technische Merkblätter und Preislisten.</p> <p>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.</p> <p>Es gilt der GISCODE mit der höchsten Code-Nummer.</p> <p>Produkte, die dieser Produktgruppe zugeordnet sind, können im Einzelfall eine abweichende Kennzeichnung (Symbole, R/S-Sätze) oder abweichende sonstige Einstufungen (WGK, GGVSE usw.) aufweisen.</p> <p>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.</p>

3.3 Cobalt und seine Verbindungen:

Hinweise zum Stand der Technik (Mindeststandards)

3.3.1 Messverfahren

Zur Messung von Cobalt und seinen Verbindungen in der Luft am Arbeitsplatz steht ein neues Messverfahren nach BGI 505-15 [1] zur Verfügung. Mithilfe 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 Zaire und Sambia; 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. Werkzeugstähle, 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

3.3.3.1 Hartmetallherstellung

Aus den Jahren 1996 bis 2002 liegen 91 personenbezogene Arbeitsplatzmessungen vor (Tabelle 4).

Tabelle 4:
Perzentile der Cobaltkonzentration bei der Hartmetallherstellung

Anzahl der Messungen: 91	Co-Konzentration in mg/m ³
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/m³. Der arithmetische Mittelwert lag bei 0,078 mg/m³ und der geometrische Mittelwert bei 0,022 mg/m³. Aus der Häufigkeitsverteilung ergeben sich die in Tabelle 4 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 5) wurden die beiden höchsten Messergebnisse mit 0,43 und 0,41 mg/m³ nicht in die Auswertung einbezogen, da an den entsprechenden Arbeitsplätzen bereits Arbeitsschutzmaßnahmen eingeleitet wurden.

Tabelle 5:
Arbeitsplatzmessergebnisse für Cobalt bei der Pulveraufbereitung

Anzahl der Messungen: 39	Co-Konzentration in mg/m ³
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 organisatorische 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 µm auf. Expositionsminderungen 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 beim Wechsel des Hartmetallpulvers. Ihre Häufigkeit ist mit der Vielfältigkeit des Produktionsprogramms gekoppelt.



□ **Grünbearbeitung**

(Pressen und Bearbeitung des gepressten, aber nicht gesinterten Werkstücks)

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse von Arbeitsplatzmessungen bei der Grünbearbeitung.

Tabelle 6:

Arbeitsplatzmessungen für Cobalt bei der Grünbearbeitung

Anzahl der Messungen: 23	Co-Konzentration in mg/m³
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.

3.3.3.2 Hartmetallbearbeitung einschließlich Sintern

Insgesamt wurden 28 Messergebnisse mit einem Höchstwert bei 0,09 mg/m³ vorgelegt (Tabelle 7, Seite 50).



Tabelle 7:
Arbeitsplatzmessungen für Cobalt bei der Hartmetallbearbeitung

Anzahl der Messungen: 28	Co-Konzentration in mg/m ³
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.

3.3.3.3 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/m³ kann an diesen Anlagen nicht gewährleistet werden.

3.3.3.4 Katalysatoren

Die vorliegenden Messungen stammen aus den Jahren 1992 bis 2002 (Tabelle 8).

Tabelle 8:
Arbeitsplatzmessungen für Cobalt beim Wechsel von Katalysatoren

Anzahl der Messungen: 37	Co-Konzentration in mg/m³
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



Schutzmaßnahmen

Bei den Messergebnissen 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.

3.3.3.5 Herstellung von Cobaltverbindungen

Aus einem Betrieb, der für die interne Weiterverarbeitung Cobaltverbindungen herstellt, liegen 22 personenbezogene Messungen aus den Jahren 1997 bis 2000 vor (Tabelle 9).

Tabelle 9:
Arbeitsplatzmessungen für Cobalt bei der Herstellung von Cobaltverbindungen

Anzahl der Messungen: 22	Co-Konzentration in mg/m³
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 von Cobaltverbindungen 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 min



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.

3.3.3.6 Herstellung von Legierungen

Die Messergebnisse bei der Herstellung von Legierungen zeigt Tabelle 10.

Tabelle 10:
Arbeitsplatzmessungen bei der Herstellung von Legierungen

Anzahl der Messungen: 19	Co-Konzentration in mg/m ³
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.

3.3.3.7 Cobaltpigmentherstellung

Die vorliegenden Arbeitsplatzmessungen (Tabelle 11, siehe Seite 54) stammen aus dem Jahr 1999.

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.

Tabelle 11:
Arbeitsplatzmessungen für Cobalt bei der Herstellung von Cobaltpigment

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

Literatur

- [1] Berufsgenossenschaftliche Informationen: Verfahren zur Bestimmung von Cobalt (BGI 505-15). Carl Heymanns, Köln 2004

3.4 Partikelförmige Stoffe: Füll- und Abwiegevorgänge

An vielen stationären Arbeitsplätzen in der Industrie werden für Mischprodukte staubende und zum Teil hoch toxische oder krebserzeugende Grund- und Zuschlagsstoffe manuell abgewogen, bevor sie in Mischsysteme eingebracht werden. Beim Öffnen und Schließen von Gebinden (z. B. Säcke), Einfüllen der Stoffe, Abstellen der Gebinde, Ablegen der Leergebinde usw. treten teilweise hohe Staubemissionen auf. Besonders hohe Staubentwicklungen treten auf, wenn leere Säcke im Arbeitsbereich zur Entsorgung und gleichzeitigen Volumenreduzierung verdichtet und abgelagerte Stäube durch Fegen beseitigt werden. Aus einer Vielzahl diffuser Quellen gelangen somit Stäube in den Arbeitsbereich. Eine Erfassung (Absaugung) dieser unterschiedlichen Emissionen ist in der Regel nur im Füllbereich der Mischprodukte möglich. Die im Umfeld entstehenden Staubemissionen strömen zur Absaugstelle (Strömungssenke) hin und belasten dort die Beschäftigten zusätzlich. Durch eine Reihe technischer Maßnahmen können die Emissionen vermieden werden. Daraus leiten sich auch Probleme ab, die den Maschinen- sowie Brand- und Explosionsschutz betreffen. Darüber hinaus sind ergonomische Belastungen beim manuellen Bewegen der Gebinde (Aufnehmen, Absetzen,



Einfüllen usw.) zu beobachten. Daher sind Arbeitsverfahren – unter Beachtung aller möglichen Gefährdungen – zu entwickeln, die eine Emission und Staubausbreitung verhindern. Darunter fallen u. a. die Vereinfachung der Gebindehandhabung ebenso wie die Entsorgung von Leergebinden in abgesaugten Systemen.

Bei der Gefährdungsbeurteilung wird häufig das Arbeitsumfeld unberücksichtigt gelassen. Recherchen zeigten, dass die Arbeitsbedingungen an Arbeitsplätzen mit manuellen Füll- und Abwiegevorgängen bereits mit einfachen Mitteln, z. B. im Rahmen der Arbeitsorganisation, deutlich verbessert werden können. Diese Maßnahmen werden aber in Betrieben häufig nicht erkannt. Darüber hinaus sind die Menge der Mischprodukte und die Häufigkeit der Mischvorgänge zu berücksichtigen. Die Mengen, die abgefüllt werden, reichen von mehreren Kilogramm (z. B. beim Herstellen von Bremsbelägen, Gesamtmenge der Mischung bis eine Tonne) bis in den Grammbereich (Mischung von Farbpigmenten). Die Häufigkeit reicht von einmal pro Tag oder Woche bis mehrfach pro Schicht. Dabei können sich die Mischrezepturen ständig ändern.

Basierend auf bereits erarbeiteten „Checklisten“ (Abbildung 2, Seite 56), die den Arbeitsbereich ganzheitlich betrachten und neben dem Themenbereich „Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ u. a. die Lufttechnik, den Brand- und Explosionsschutz sowie ergonomische Voraussetzungen abfragen, wurde eine allgemein zugängliche und leicht verständliche interaktive CD-ROM erstellt, die als BGI 5029 unter dem Titel „Schutzmaßnahmen beim manuellen Abwiegen und Abfüllen von staubenden Produkten“ erschienen ist. Diese dient als detaillierte Hilfestellung für den Einzelfall und ermöglicht es, die Gefährdungsbeurteilung u. a. unter den Vorgaben der Gefahrstoffverordnung durchzuführen und hierbei insbesondere das Minimierungsgebot mit Blick auf den Stand der Technik umzusetzen.

Die Software ermöglicht es dem Anwender, die Checklisten auf seine persönlichen Belange hin anzupassen, d. h. möglichen Handlungsbedarf festzuhalten, Termine zu setzen, Verantwortlichkeiten festzulegen, für die jeweilige Situation unwichtige Forderungen auszublenden bzw. Ergänzungen vorzunehmen. Im Anschluss kann er eine Auswertung über alle Checklisten vornehmen (siehe Abbildung 3, Seite 57).

Bei der Erarbeitung der Checklisten wurde der Schwerpunkt auf stationäre Arbeitsplätze gelegt. Für instationäre Arbeitsplätze (z. B. Baustellenarbeitsplätze) ist die Gefährdungsbeurteilung anhand der Checklisten nur eingeschränkt möglich, da hier andere Rahmenbedingungen zu berücksichtigen sind.

Die CD-ROM enthält die wesentlichen gesetzlichen Grundlagen, Praxistipps sowie weitere Hinweise und soll dem Nutzer als verständliches und leicht handhabbares Instrument im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung dienen.

Abbildung 2:
Beispiel für eine Checkliste (Auszug)

Maßnahmen	Vorgaben, Hinweise, Praxistipps	Rechtsgrundlagen	Handlungsbedarf	Organisation
Raumlüftung auf Eignung prüfen ausblenden	<p>Hinweise: Wesentliches Merkmal für die Funktion der Raumlüftung ist die Luftführung. Insbesondere bei der Lüftung in halboffenen Kabinen ist auf eine sachgemäße Luftführung zu achten (Video - mit freundlicher Genehmigung der BG-Chemie).</p> <p>Praxistipp:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Waage mit gerichteter Luftführung • Waage- bzw. Abfüllkabine 	<p>VDI 2262</p> <p>VDI 3802</p>	Handlungsbedarf eintragen!	<p>Datum fällig</p> <p>06.07.06</p> <p><input type="checkbox"/> erledigt</p> <p>Verantwortlich </p> <p>kein Eintrag</p> <p>Kontrolle </p> <p>kein Eintrag</p>
nur ausreichend gereinigte Luft in den Arbeitsraum zurückführen ausblenden	<p>Vorgaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • abgesaugte Luft ausreichend von Partikeln reinigen (siehe Abscheidung) • bei Umgang mit krebserzeugenden Stoffen ist eine Rückführung der abgesaugten Luft in den Arbeitsbereich nicht gestattet (Ausnahme: geeignete, geprüfte Industrie-staubsauger/Mobilestauber; weitere Ausnahmen siehe TRGS 560) <p>Praxistipps: Bei Seriengeräten ausschließlich baumustergeprüfte Staubabscheider verwenden.</p>	<p>ASR 5 Abschn. 4.2.4</p> <p>GefStoffV § 11 (4)</p> <p>TRGS 560 Abschn. 4</p> <p>BGR 217 Abschn. 3.2.5.2</p>	Handlungsbedarf eintragen!	<p>Datum fällig</p> <p>06.07.06</p> <p><input type="checkbox"/> erledigt</p> <p>Verantwortlich </p> <p>kein Eintrag</p> <p>Kontrolle </p> <p>kein Eintrag</p>
lüftungs-technischen Anlage hinreichend warten	<p>Hinweis: mindestens alle 2 Jahre, Absaugungen jedes Jahr</p> <p>Praxistipp: Wartungsplan aufstellen</p>	<p>BetrSichV § 10</p> <p>ASR 5 Abschn. 4.2.5</p>	Handlungsbedarf eintragen!	<p>Datum fällig</p> <p>06.07.06</p> <p><input type="checkbox"/> erledigt</p> <p>Verantwortlich </p> <p>kein Eintrag</p> <p>Kontrolle </p> <p>kein Eintrag</p>



Abbildung 3:
Auswertung über die bearbeiteten Checklisten

Auswertung Eigene Checklisten

verantwortlich: Alle
 bis wann : 06.07.06
 Maßnahme: Alle
 abgelaufen: abgelaufen erledigt: Alle

Maßnahme	Termin	erledigt	verantwortlich
Ersthelfer benennen	04.04.06	offen	
Augenspülmöglichkeiten (bei Bedarf) bereithalten	04.04.06	offen	
Körperrnotduschen bereitstellen	04.04.06	offen	
Feuerlöscheinrichtungen installieren	04.04.06	offen	
Alarmplan aufstellen	04.04.06	offen	
Flucht und Rettungsplan aufstellen	04.04.06	offen	
Alarm und Rettungsmaßnahmen üben	04.04.06	offen	
Erste Hilfe Material bereitstellen	04.04.06	offen	
Schutzmaßnahmen einhalten	13.06.06	offen	
Anlagen reinigen	13.06.06	offen	
ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft	14.06.06	offen	
Arbeitsraum reinigen	14.06.06	offen	
ausreichender Luftraum	14.06.06	offen	
ausreichende Raumhöhe	14.06.06	offen	
ausreichende Grundfläche	14.06.06	offen	
ausreichende Bewegungsfläche	14.06.06	offen	
Grundfläche nicht zustellen	14.06.06	offen	
ebener Fußboden	14.06.06	offen	
Rutschhemmender Fußboden	14.06.06	offen	
leicht zu reinigende Fußböden	14.06.06	offen	
leicht zu reinigende Oberflächen	14.06.06	offen	
Arbeitsbereich abtrennen	14.06.06	offen	

3.5 Isocyanate: Herstellerhinweise 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 Arbeitsbereichen, 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 – Hexamethylen-diisocyanat (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 [1] 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 [2] veröffentlicht; eine überarbeitete Version dieses Reports ist zurzeit in Vorbereitung. Die Polyisocyanatproblematik wird in einem Übersichtsartikel aus 2004 von *Bello et al.* [3] zusammenfassend beschrieben.

Literatur

- [1] *Au, M.; Diller, W.; Heger, M.; Hoffmann, H.-D.; Rühl, R.; Scheel, B.; Wilms, V.:* Sicherer Umgang mit isocyanathaltigen Produkten – Vorschläge zur Erfassung der Exposition und Verbesserung der Prävention. ZBl. Arbeitsmed. 2000, S. 335-341
- [2] *Bock, W.; Hahn, J.-U.; Stamm, R.; Stückrath, M.:* Isocyanate. BIA-Report 4/95. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 1995
- [3] *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.:* Polyisocyanates in occupational environments: A critical review of exposure limits and metrics. Am. J. Ind. Med. 46 (2004), S. 480-491



3.6 K Kühlschmierstoffe: Einsatz in der Metallbearbeitung – BG/BGIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen – Handlungshilfen und Informationen auf CD-ROM

In ca. 200 000 Industrie- und Handwerksbetrieben werden höchst verschieden zusammengesetzte Kühlschmierstoffe (KSS) 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 KSS, die sich zudem während des Gebrauchs ständig verändern, keine toxikologisch begründeten Arbeitsplatzgrenzwerte aufstellen. Mit Bezug auf den Stand der Technik und eine gemeinsame Stellungnahme der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und des Unterausschusses III des AGS (Ausschuss für Gefahrstoffe) wird aber empfohlen, einen Luftgrenzwert von 10 mg/m³ für die Summe von Dampf und Aerosol mit bestimmten Randbedingungen als Hygienewert einzuhalten (siehe die folgenden Punkte 1 bis 7).

3.6.1 Anwendung und Geltungsbereich des Arbeitsplatzgrenzwertes für Kühlschmierstoffe

- (1) KSS sind in der Regel Vielstoffgemische. Physikalisch-chemische und toxikologische Interaktionen der verwendeten Komponenten sind weitgehend unerforscht. Überwiegend fehlen Daten zur Wirkung der Komponenten bei inhalativer Belastung. Zur Wirkung von Komponenten und Gesamt-KSS auf Membranen der Haut liegen nur erste, zur Wirkung auf Membranen der Lunge keine Untersuchungen vor. Erfahrungen aus der Epidemiologie sind wegen dort fehlender Angaben zur Rezeptur nicht auf den im konkreten Fall vorliegenden KSS anwendbar. Reaktionsprodukte und Sekundärstoffe sind häufig unbekannt.
- (2) Aufgrund der großen Zahl von KSS-Rezepturen kann eine Begrenzung der Exposition nur auf der Basis des allgemeinen Hygienegrenzwertes für Aerosole erfolgen. Der Arbeitsplatzgrenzwert für KSS wird als Schichtmittelwert festgelegt und



ist anzuwenden bei KSS, die keine spezifische Toxizität aufweisen. Um in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren, dass von den KSS-Bestandteilen keine toxischen Wirkungen ausgehen, sind folgende Angaben zu fordern:

- ❑ vollständige Rezeptur
 - ❑ valide Daten zu den Endpunkten Irritation, Sensibilisierung, Haut- und Systemtoxizität, Kanzerogenität, Mutagenität und Reproduktionstoxizität für jede Komponente
- (3) Der Arbeitsplatzgrenzwert darf nicht angewendet werden bei KSS, die Stoffe enthalten oder freisetzen, bei denen z. B. erbgutverändernde, krebserzeugende, fortpflanzungsgefährdende, allergisierende oder andere spezifisch toxische Wirkungen zu erwarten sind. Hier gilt der Grenzwert für KSS als allgemeine Obergrenze. Unabhängig davon sind die stoffspezifischen Arbeitsplatzgrenzwerte einzuhalten.

Mit der toxikologischen Bewertung sind die Effekte möglicher Keimbesiedlung noch nicht berücksichtigt.

- (4) KSS liegen in der Luft am Arbeitsplatz sowohl partikel- als auch dampfförmig vor. Der relative Anteil von Partikeln und Dampf ist abhängig von verschiedenen Faktoren wie z. B. Inhaltsstoffen, Arbeitsverfahren, Verdampfungs- und Kondensationsvorgängen, Temperatur usw. Für die Messung von KSS ist ein Messverfahren in [1] beschrieben. Mit diesem Verfahren wird neben der Partikelphase nach der Definition für die einatembare Fraktion auch die Dampfphase erfasst.
- (5) Bei der Indexberechnung nach TRGS 403 ist, sofern weitere Stoffe mit Arbeitsplatzgrenzwert am Arbeitsplatz vorliegen, eine doppelte Erfassung von Inhaltsstoffen auszuschließen. Daher dürfen neben dem Summenwert für KSS nur die Stoffe berücksichtigt werden, die nicht bereits mit dem unspezifischen summarischen Messverfahren erfasst wurden.



- (6) Kommen am Arbeitsplatz neben KSS auch Stoffe mit spezifischen Arbeitsplatzgrenzwerten vor und ergeben sich daraus unterschiedliche Fristen für die Kontrollmessungen gemäß TRGS 402 für den KSS und die Stoffe mit spezifischem Arbeitsplatzgrenzwert, so gilt die kürzere Frist.
- (7) Werden am Arbeitsplatz KSS eingesetzt, die eingestufte Stoffe enthalten oder freisetzen, für die keine Arbeitsplatzgrenzwerte vorliegen, so hat der Arbeitgeber auch bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes für KSS weitere Maßnahmen unter Beachtung des Substitutions- und Minimierungsgebotes festzulegen. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse zu Einzelstoffen [2] sind in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen

Umfangreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass unter Beachtung von Verhaltensmaßregeln bei der Verwendung, bei sachgerechter Wartung und Pflege der KSS und der Anlagen sowie bei Einrichtung technischer Schutzmaßnahmen die Einhaltung dieses Wertes möglich ist. Näheres hierzu wird im BIA-Report 4/2004 „Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der spanenden Metallbearbeitung“ beschrieben.

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. Ferner sind Unterweisungsvideos und weitere Unterlagen für die Unterweisung der Mitarbeiter abrufbar. Wegen der Fülle der Informationen wurde das Informationssystem als CD-ROM veröffentlicht [3]. Im Rahmen einer Neuauflage wird ein umfangreiches EDV-gestütztes Checklisten-system eingearbeitet, das im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach der GefStoffV eine nahezu lückenlose Kontrolle der Arbeitsbereiche und der technischen Einrichtungen ermöglichen soll. Darüber hinaus werden verschiedene Foliensätze zu allen



wichtigen Sachthemen u. a. für Schulungszwecke zur Verfügung gestellt. Die Neuauflage der CD-ROM steht voraussichtlich ab Ende 2006 zur Verfügung.

Literatur

- [1] Kühlschmierstoffe (Kennzahl 7748). In: BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt – Losebl.-Ausg. 1989
www.bgia-arbeitsmappdigital.de
- [2] MAK- und BAT-Werte-Liste 2006: Hrsg.: Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Wiley-VCH, Weinheim
- [3] *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 Laboratorien im Sinne der BGR 120: Empfehlungen der Unfallversicherungsträger und des BGIA

Die 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

Hierunter fallen 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 durchgeführt werden, die eine vergleichbare Sicherheit bieten.



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 verwendet.

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

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 Gefährdungspotenzial, z. B. eine kleine Menge unverdünntes Nitroglycerin oder 2,5 l Dimethylsulfat, verwendet, sind die Vorgaben der Unfallversicherungsträger und des BGIA nicht erfüllt.

Bei Beachtung der o. g. Rahmenbedingungen wird in der Regel in Erfüllung der Vorgaben der GefStoffV gearbeitet. Analogieschlüsse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen unterhalb dieses Gefahrenpotenzials (siehe erster Absatz) können ebenfalls vorgenommen werden. Wenn die Rahmenbedingen 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). Ausg. 10/1993. Carl Heymanns, Köln 1998

3.8 Naphthalin: Expositionsbeschreibung

CAS-Nummer	91-20-3
Einstufung	K3; R40 Xn; R22 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 auch Standorte von ehemaligen Kokereien oder Kohle-Gaswerken sowie 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 vielen Branchen und Arbeitsbereichen besteht die Möglichkeit einer Exposition gegenüber Naphthalin. Die Schichtmittelwerte, die über das Berufsgenossenschaftliche Messsystem Gefahrstoffe – BGMG im Zeitraum von 1997 bis Ende 2004 ermittelt und in der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA dokumentiert sind, wurden statistisch ausgewertet (Tabelle 12). Für den 95%-Wert gilt, dass 95 % der ermittelten und ausgewerteten Messwerte unterhalb, die restlichen 5 % oberhalb des in der Tabelle angegebenen Wertes liegen. Die Messwerte sollen einen Anhaltspunkt für die Schätzung der Expositionshöhe von Naphthalin in Arbeitsbereichen verschiedenster Branchen bieten und geben den Stand der Technik wieder.

Tabelle 12:
Expositionsdaten für Naphthalin, Datenzeitraum: 1997 bis 2004

Branchen	Arbeitsbereiche	Anzahl der Messdaten	Konzentrationen in mg/m ³		
			50%-Wert *	90%-Wert *	95%-Wert *
Kokerei	Alle	54	0,0096	0,0533	0,0857
	Kammerofen, allgemein; Kammerofen, Beschickung; 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



Branchen	Arbeitsbereiche	Anzahl der Messdaten	Konzentrationen in mg/m ³		
			50%-Wert *	90%-Wert *	95%-Wert *
	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
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.



Branchen	Arbeitsbereiche	Anzahl der Messdaten	Konzentrationen in mg/m ³		
			50%-Wert *	90%-Wert *	95%-Wert *
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
Feuerungs- und Industrieofenbau	Alle	24	0,0596	0,219	0,237
	Einbauen, allgemein	14	0,0775	0,237	0,25
Innenausbau, Estrich- und Gussasphalтарbeiten	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.



Branchen	Arbeitsbereiche	Anzahl der Messdaten	Konzentrationen in mg/m ³		
			50%-Wert *	90%-Wert *	95%-Wert *
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.

Seit 1997 werden Naphthalinbestimmungen 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 µg/m³ für ein Probeluftvolumen von 120 l; voneinander abweichende Bestimmungsgrenzen sind matrixbedingt.

3.9 Nickellegierungen: Zuordnung der Schutzstufen bei der Herstellung, Be- und Verarbeitung

Bei der Herstellung sowie der Be- und Verarbeitung von Nickel (Ni) bzw. Nickellegierungen können insbesondere bei thermischen Prozessen in Gegenwart von Luft-sauerstoff Nickeloxide (häufig NiO, Spinelle) gebildet werden [1]. Neben den Nickel-



oxiden, 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 mittlerweile aufgehobene 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 neue Erkenntnisse vorliegen, wird 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 ≤ 80 %
- Walzen von Legierungen mit Ni-Gehalt ≤ 80 %
- Schmelzen und Gießen von Legierungen mit Ni-Gehalt ≤ 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 ¹

- Schleifen und Polieren von Legierungen mit Ni-Gehalt
- 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 krebserzeugend 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), Nickeldioxid (NiO₂) und Dinickeltrioxid (Ni₂O₃) 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

¹ 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 220 „Schadstoffe beim Schweißen“, beschrieben.



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.

3.9.1 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-Schweißen², 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.
- ❑ 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.

² LBH-Schweißen = Lichtbogen-Handschiessen, MIG = Metall-Inertgasschweißen, MAG-Schweißen = Metall-Aktivgasschweißen



- 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 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe vom 27. Juni 1967. ABl. EG Nr. L 196 vom 16.08.1967, S. 1-5, in der Fassung der 29. Anpassung (Richtlinie 2004/73/EG vom 29.04.2004) ABl. EU Nr. L 216, S. 3
- [3] *Pflaumbaum, W.; Blome, H.; Kleine, H.; Smola, T.; Cramer, J.*: Gefahrstoffliste 2006. BGIA-Report 1/06. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2006
- [4] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I, S. 3758); zul. geänd. durch Artikel 2 der Verordnung vom 11. Juli 2006 (BGBl. I, S. 1577)
- [5] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Begründungen und Erläuterungen zu den Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz (TRGS 901, Nr. 78). B ArbBl. (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 Ozon: Arbeitsschutz bei erhöhten Konzentrationen 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 $180\text{-}\mu\text{g}/\text{m}^3$ -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 TRB 610 „Druckbehälter – Aufstellung von Druckbehältern zum Lagern von Gasen“ wird 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 Schweißrauchexposition: Hinweise zum Stand der Technik

3.11.1 Allgemeine Hinweise

Durch Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren können Gefahrstoffgemische freigesetzt werden, die in erster Linie aus partikelförmigen Emissionen bestehen (im Folgenden Schweißrauche genannt) und die je nach Schweißprozess auch gas- bzw. dampfförmige Gefahrstoffe enthalten können.

Schweißrauchpartikeln entstehen durch Verdampfen von Metall aus dem Schweißbad (Schmelze). In der Umgebungsluft kondensiert der Metaldampf, wodurch sich Primärpartikeln mit Durchmessern kleiner als $0,1 \mu\text{m}$, vereinzelt auch bis ca. $1 \mu\text{m}$, bilden. Vorzugsweise unmittelbar im Entstehungsbereich agglomeriert ein Teil von ihnen zu größeren Teilchen (Sekundärpartikeln). Primär- wie auch Sekundärpartikeln sind aufgrund ihrer Größe überwiegend der alveolengängigen Staubfraktion (A-Staub) zuzurechnen. Lediglich die Metallspritzverfahren setzen überwiegend größere Partikeln frei, die eher der einatembaren Staubfraktion (E-Staub) zuzuordnen sind.

Die stoffliche Zusammensetzung der Schweißrauche ist primär werkstoff-, teilweise auch verfahrensabhängig. Je nach Rauchzusammensetzung können von Schweißrauchen unterschiedliche Gesundheitsgefahren ausgehen, insbesondere wenn die Rauche in unzuträglichen Konzentrationen eingeatmet werden. Eisenoxidpartikeln, die z. B. beim Schweißen von un- bzw. niedriglegierten Stählen auftreten, gelten „nur“ als atemwegs- bzw. lungenbelastend. Partikeln aus Legierungselementen hingegen besitzen meistens spezifische Wirkungen und damit ein höheres Gefährdungspotenzial; als Beispiel sei hier nur die krebserzeugende Wirkung von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid genannt. Diese Stoffe werden z. B. beim Schweißen von Chrom-Nickel-Stählen freigesetzt.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:



- ❑ An erster Stelle steht die Umsetzung von Schutzmaßnahmen. Die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen ist anschließend im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln.
- ❑ Für Schweißrauch konnte bis dato kein eigenständiger Grenzwert im Sinne eines toxikologisch abgeleiteten Arbeitsplatzgrenzwertes festgelegt werden. Schweißrauche fallen unter den Geltungsbereich des Allgemeinen Staubgrenzwertes, der für die alveolengängige Staubfraktion bei 3 mg/m^3 und für die einatembare Staubfraktion bei 10 mg/m^3 liegt.
- ❑ Werden legierte Stähle geschweißt, ist mit der Freisetzung von Gefahrstoffen mit spezifischen Wirkungen zu rechnen, die in der Regel nicht unter den Geltungsbereich des Allgemeinen Staubgrenzwertes fallen. In diesen Fällen gilt dieser jedoch als Obergrenze, d. h. neben dem Allgemeinen Staubgrenzwert sind auch alle relevanten stoffspezifischen Grenzwerte einzuhalten (s. a. TRGS 900, Abschn. 2.4) [1].

Bis Ende 2004 waren die Grenzwerte vieler Metalle bzw. Metallverbindungen als technische Richtkonzentrationen (TRK-Werte) definiert. Mit Inkrafttreten der neuen Gefahrstoffverordnung zu Beginn 2005 wurden alle TRK-Werte ersatzlos aufgehoben und stehen damit für die Arbeitsplatz- bzw. Expositionsbeurteilung nicht mehr in der bisher gewohnten Weise zur Verfügung [2]. Die novellierte Gefahrstoffverordnung gibt für Stoffe mit spezifischen Wirkungen, für die kein Grenzwert festgelegt ist, ein neues Konzept vor, das vorrangig die Verwendung von Stoffen mit geringem Gefährdungspotenzial bzw. die Umsetzung weiterer Schutzmaßnahmen vorsieht. Insbesondere krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe sollen demzufolge möglichst durch ungefährlichere Stoffe ersetzt werden (Substitution), wobei auch z. B. im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung in Betracht gezogen werden sollte, ob nicht auch andere, im Sinne des Arbeitsschutzes günstigere Fertigungsverfahren angewendet werden können. Ist jedoch ein Verzicht auf diese Stoffe bzw. Verfahren nicht möglich, sind Schutzmaßnahmen mit der Maßgabe umzusetzen,



die Exposition der Beschäftigten auf ein durch den Stand der Technik definiertes Minimum zu reduzieren. Für die Festlegung des Standes der Technik können z. B. früher geltende TRK-Werte, ausländische Grenzwerte oder auch Messergebnisse von vergleichbaren Arbeitsplätzen als Orientierungswerte in Eigenverantwortung des Unternehmers herangezogen werden.

- ❑ Grundsätzlich ist an Schweißarbeitsplätzen die Einhaltung des 3-mg/m³-A-Staub- und des 10-mg/m³-E-Staub-Grenzwertes zu überwachen. Nur wenn Emissionen in Form von einatembaren Staub ausgeschlossen werden können, kann auf die Überwachung des Allgemeinen Staubgrenzwertes für die einatembare Staubfraktion verzichtet werden. Geeignete Probenahmesysteme für die messtechnische Überwachung werden z. B. in der BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen [3] beschrieben. Für Schweißrauchmessungen hat sich das neu entwickelte Probenahmesystem PGP-EA besonders bewährt. Es ergänzt das personengetragene Probenahmesystem PGP, ermöglicht eine simultane Probenahme der einatembaren und der alveolengängigen Staubfraktion und ist für die Probenahme hinter Schweißerschutzschirmen geeignet.
- ❑ Stationäre Messungen an Schweißarbeitsplätzen oder Messungen vor Schweißerschutzschirmen, -schilden bzw. -hauben dienen primär zur Arbeitsbereichs- bzw. Schutzmaßnahmenbeurteilung. Sie können zur Expositionsbeurteilung herangezogen werden, sofern das Messergebnis die Einhaltung des Allgemeinen Staubgrenzwertes belegt.
- ❑ Messungen zur Expositionsermittlung sind gemäß TRGS 402 [4] 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.
- ❑ Zur Bewertung von Schweißrauchen, die mehrere Stoffe mit stoffspezifischen Grenzwerten enthalten, ist die TRGS 403 heranzuziehen [5]. Über synergistische



Wirkungen von Schweißrauch und darin enthaltenen chemisch-irritativ wirkenden Stoffe, z. B. gasförmige Stoffe wie Ozon und Stickoxide, liegen derzeit keine gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnisse vor. Insofern ist bei der Indexbildung nach TRGS 403 der Bewertungsindex nicht für Schweißrauch, sondern nur für die Stoffe mit spezifischen Grenzwerten zu bilden.

Häufig führen Schweißer oder andere Beschäftigte in deren unmittelbarer Nähe neben der Tätigkeit Schweißen auch andere Arbeiten, z. B. Schleifen, aus, wodurch am jeweiligen Schweißarbeitsplatz zusätzliche Gefahrstoffemissionen entstehen, die überwiegend aus E-Staub-Partikeln bestehen. Auch diese Emissionen fallen unter den Geltungsbereich des Allgemeinen Staubgrenzwertes und können die Ergebnisse von Schweißrauchmessungen beeinflussen.

3.11.2 Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

Für alle Tätigkeiten, durch die Gefahrstoffe freigesetzt werden, gilt die generelle Forderung, die Freisetzung von Gefahrstoffen auf ein Minimum zu reduzieren. Für den Bereich der Schweißtechnik kann dieses z. B. erreicht werden durch

- die Anwendung besonders emissionsarmer Verfahren wie Unterpulver- bzw. Wolfram-Inertgas-Schweißen oder auch Plasmaschneiden im Wasserbad,
- die Auswahl von Schweißzusatzwerkstoffen unter Berücksichtigung der Angaben im Schweißrauch- bzw. Sicherheitsdatenblatt,
- die Auswahl „günstiger“ Schweißparameter, wie sie z. B. durch den Schweißzusatzhersteller empfohlen werden, denn davon abweichende überhöhte Schweißströme bzw. -spannungen führen in der Regel zu verstärkten Emissionen,
- eine ergonomisch günstige Arbeitsposition, sodass die Rauche nicht unmittelbar in den Atembereich des Schweißers gelangen.



Erfahrungsgemäß sind darüber hinaus weitere Schutzmaßnahmen zu treffen, denn üblicherweise sind der Allgemeine Staubgrenzwert oder auch andere Arbeitsplatzgrenzwerte an Schweißearbeitsplätzen nicht ohne effektive Lüftungsmaßnahmen einhaltbar. Bewährt haben sich Absaugsysteme, mit denen der Rauch bereits im Entstehungsbereich erfasst wird. Als Beispiele seien hierzu insbesondere Schweißbrenner mit Rauchgasabsaugung sowie bauartgeprüfte Schweißrauchabsauggeräte genannt.

Auch eine Arbeitsweise, wie sie in den BG/BGIA-Empfehlungen WIG-Schweißen [6] oder in der LASI-Veröffentlichung LV 42 [7] beschrieben wird, führt in der Regel ebenfalls zu einer Einhaltung von Arbeitsplatzgrenzwerten und entspricht damit dem Stand der Technik.

Kann eine Gefährdung auch nach Umsetzung aller technisch machbaren und wirtschaftlich zumutbaren Schutzmaßnahmen nicht ausgeschlossen werden, sollten Beschäftigte durch Persönliche Schutzausrüstungen geschützt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Tragen von belastendem persönlichem Atemschutz nicht als ständige Maßnahme vorzusehen ist. Belüftete Schweißerschutzhauben bzw. -helme, die z. B. in Bauartprüfungen nach DIN EN 12941 [8] positiv geprüft wurden, gelten im Allgemeinen als nicht belastend. Gleichwohl gelten auch hier die generellen Festlegungen der BGR 190 Benutzung von Atemschutzgeräten [9].

3.11.3 Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen

Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen liegen aus den in Tabelle 13 (siehe Seite 82) aufgeführten Branchen und Industriezweigen vor. Primär werden Messergebnisse dargestellt, die mit personengetragenen Messgeräten gewonnen wurden. Die Werte 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 13 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 13:
Messdaten für Schweißrauch aus diversen Branchen und Industriezweigen
(n = Anzahl der Messungen, MW = Mittelwert)

Branche	A-Staub				E-Staub			
	n	MW in mg/m ³	50%-Wert in mg/m ³	90%-Wert in mg/m ³	n	MW in mg/m ³	50%-Wert in mg/m ³	90%-Wert in mg/m ³
Automobilbau								
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		



Branche	A-Staub				E-Staub			
	n	MW in mg/m ³	50%-Wert in mg/m ³	90%-Wert in mg/m ³	n	MW in mg/m ³	50%-Wert in mg/m ³	90%-Wert in mg/m ³
Lkw-Fertigung	81	3,37		7,85				
- Komponentenfertigung	60	1,76		3,92				
Schiffbau								
Werften allgemein					80	15,3		
Werft A					9	9,3		
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 ¹	3,94
Automatisierte Schweißverfahren					25	7,46	4,85 ¹	19,11
MAG-Fülldraht					33	12,6	8,48 ¹	27,72
MAG-Fülldraht enge Räume					36	22,23	17,94 ¹	47,41
MAG-Fülldraht ebene Flächen					63	9,32	7,17 ¹	17,81
Bergbau (obertägig) einschließlich Bergbauzulieferer								
	109	1,73	0,91	4,02	25	3,35	1,54	7,75



Branche	A-Staub				E-Staub			
	n	MW in mg/m ³	50%-Wert in mg/m ³	90%-Wert in mg/m ³	n	MW in mg/m ³	50%-Wert in mg/m ³	90%-Wert in mg/m ³
Apparatebau								
Bauschlosserei					3	4,2		
LBH-Schweißen ^{*)}					2	11,4		
MAG-Schweißen ^{*)}					1	4,6		
MAG-Schweißen					1	16,9		
MAG-Schweißen					1	1,4		
Metallverarbeitung 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 ^{*)}	3	0,8	-	-	7	1,1	-	-

¹ geometrisches Mittel

^{*)} LBH = Lichtbogen-Handschweißen, MAG = Metall-Aktivgasschweißen, WIG = Wolfram-Inertgasschweißen

Darüber hinaus wurden Messdaten zu einzelnen Verfahren der Schweißtechnik, die den Berufsgenossenschaften in der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA vorliegen, ausgewertet (Tabelle 14, 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 neueren Expositionsdaten aus den Jahren 2002 bzw. 2003 lässt die Datenlage keine nennenswerten technologischen Veränderungen im Hinblick auf eine verminderte 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 14:

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

Verfahren	A-Staub			E-Staub		
	n	50%-Wert in mg/m ³	90%-Wert in mg/m ³	n	50%-Wert in mg/m ³	90%-Wert in mg/m ³
WIG-Schweißen ^{*)}						
1997 bis 2002 mit Erfassung	22	0,51	0,82	40	0,9	1,86
1992 bis 1996 mit Erfassung	8	-	-	91	0,57	3,85
1994 bis 1998	16	0,65	1,35	207	0,95	3,35
1989 bis 1998 (enger Raum)	13	0,18	4,37	34	<a. B.	<a. B.
MAG-Schweißen ^{*)}						
1997 bis 2002 mit Erfassung	132	2,77	9,01	150	3,19	10,56
1992 bis 1996 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 (enger Raum)	23	< a. B.	6,47	26	< a. B.	20,27
LBH-Schweißen ^{*)}						
1997 bis 2002 mit Erfassung	22	1,79	7,66	32	2,02	12,68
1992 bis 1996 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



Verfahren	A-Staub			E-Staub		
	<i>n</i>	50%-Wert in mg/m ³	90%-Wert in mg/m ³	<i>n</i>	50%-Wert in mg/m ³	90%-Wert in mg/m ³
1989 bis 1998 (enger Raum)	8	-	-	56	4,50	27,03
1989 bis 1998 (Gleisbau)	5	-	-	20	9,76	37,45
MIG-Schweißen *)						
1997 bis 2002 mit Erfassung	36	1,34	6,57	29	4,23	19,07
1992 bis 1996 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 (enger Raum)	5	-	-	6	-	-
Thermisches Schneiden						
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 (Schneidbrennen)	68	1,92	6,69	135	4,40	13,12
1989 bis 1998 (Plasmaschneiden)	20	1,54	7,22	96	2,50	11,52
1989 bis 1998 (Laserschneiden)	5	-	-	16	0,67	0,79
Thermisches Spritzen						
1994 bis 1998	6	-	-	21	1,19	2,83
1989 bis 1998 (enger Raum)	2	-	-	10	1,52	3,07

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



Literatur

- [1] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). Ausg. 1/2006. BArbBl. (2006) Nr. 1, S. 41-55. Bekanntmachung vom 15.03.2006 (BAnz. Nr. 95a vom 19.05.2006)
- [2] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV), vom 23. Dezember 2004. BGBl. I S. 3758; zul. geänd. durch Artikel 2 der Verordnung vom 11. Juli 2006. BGBl. I S. 1577
- [3] BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Sachgruppe 6. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt – Losebl.-Ausg. 1989
- [4] Technische Regeln 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
- [5] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz (TRGS 403). Ausg. 10/1989. BArbBl. (1989) Nr. 10, S. 71-72
- [6] Berufsgenossenschaftliche Informationen: BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung – Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG-Schweißen) (BGI 790-012). Ausg.: 1/2006. Carl Heymanns, Köln 2006
- [7] Handlungsanleitung „Schutzmaßnahmen zur Minimierung der Gefahrstoffexposition beim Schutzgasschweißen“. Hrsg.: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI)
- [8] DIN EN 12941: Atemschutzgeräte – Gebläsefiltergeräte mit Helm oder einer Haube – Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung. Deutsche Fassung EN 12941:1998 und A1 2003. Ausg. 5/2004. Beuth, Berlin 2004
- [9] Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit: Benutzung von Atemschutzgeräten (BGR 190). Carl Heymanns, Köln 2004

3.12 Schweißrauchabsauggeräte: Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung bei deren Verwendung

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 (Reinlufrückführung).

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 festgelegt 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 6. Januar 2004. BGBl. (2004) Teil I Nr. 1
- [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.: 3/2005. Beuth, Berlin 2005



- [3] DIN EN ISO 15012-2: Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung von Luftreinigungssystemen – Teil 2: Prüfung des Erfassungsbereiches von Absaug-einrichtungen für Schweißrauch. Ausg. 9/2006. Beuth, Berlin 2006
- [4] Mobile Schweißrauchabsauggeräte (Kennzahl 510 215). In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. 46. Lfg. I/2005. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 1985 – Losebl.-Ausg.

3.13 Drucker, Kopierer und Multifunktionsgeräte: Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung bei deren Verwendung

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. 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] Berufsgenossenschaftliche Information: Laserdrucker sicher betreiben (BGI 820). Ausg.: 3/2006. Hrsg.: Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, Hamburg
- [4] Sicherer Umgang mit Tonerstäuben. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund.
www.baua.de/nn_5846/de/Publikationen/Faltblaetter/F43.html__nn=true
- [5] Kopiergeräte und Drucker im Büro. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund.
www.baua.de/nn_5846/de/Publikationen/Faltblaetter/F44.html__nn=true



3.14 Bürogeräte (Drucker, Computer): Empfehlung des Fachausschusses „Verwaltung“ der VBG und des BGIA zur Beurteilung des werkstoffbedingten Emissionsverhaltens von Arbeitsmitteln der Büro- und Informationstechnik am Beispiel Computermonitore und Personalcomputer

Die Gefährdungsbeurteilung von Büroarbeitsplätzen, an denen Expositionen gegenüber Schadstoffemissionen aus Arbeitsmitteln der Informationstechnik auftreten können, setzt spezielle Informationen voraus und erfordert vielfach auch Hinweise zu zielgeführten Herangehensweisen. Wünschenswert wäre eine Liste von geprüften Geräten, deren Emissionsdaten eine Einhaltung von Grenzwerten oder eine Minimierung der Expositionen gewährleisten. Solange eine solche Liste nicht vorliegt, kann eine Aufstellung von Anforderungskriterien für Betriebe und deren Einkäufer sowie Sicherheitsfachkräfte hilfreich sein. Diese kann den Herstellern der in Betracht kommenden Geräte vorgelegt werden mit der Frage, ob die Geräte die weiter unten genannten Anforderungen erfüllen. In Ergänzung hierzu könnte sogar nachgefragt werden, ob für vorgegebene Raumgrößen und Standardsituationen eine Gefährdungsbeurteilung mitgeliefert werden kann.

Auf Initiative des Fachausschusses Verwaltung der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) wurde in Zusammenarbeit mit dem Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz – BGIA und dem Fraunhofer Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI), Material Analysis and Indoor Chemistry in Braunschweig ein Prüfverfahren zur gesundheitsbezogenen Bewertung von werkstoffbedingt auftretenden Emissionen aus Arbeitsmitteln der Büro- und Informationstechnik, wie Computermonitore und Personalcomputer, erarbeitet.

Der Prüfplan basiert auf den aktuellen Erkenntnissen über Art, Umfang und zeitliches Verhalten der werkstoffbedingten Emissionen aus elektronischen Geräten, dem ECMA-Standard 328 (ECMA, European Computer Manufacturers Association) [1] sowie dem europäischen Normenentwurf E DIN EN 13419-1 [2]. Die empfohlenen Grenzwerte leiten sich aus substanzspezifischen toxikologischen Erkenntnissen, bestehenden Innenraumrichtwerten und dem derzeitigen Stand der technisch erreichbaren Emissionsraten ab. Das Verfahren lässt die Option einer möglicherweise später



notwendigen Anpassung an die Bandbreite der zu messenden Verbindungen und eine Spezifizierung auf verschiedene Gerätetypen offen.

3.14.1 Untersuchungsablauf

3.14.1.1 Prüfkammeruntersuchung

Die Emissionsuntersuchungen erfolgen in klimatisierbaren dynamischen 1-m³-Prüfkammern bzw. in Kammern, deren Volumen zum Prüfobjektvolumen ein Verhältnis von 100 : 1 bis 4 : 1 aufweist. Dabei sind die Qualitätsanforderungen an Emissionsprüfkammern gemäß E DIN EN 13419-1 einzuhalten.

Folgende Randbedingungen werden bei der Prüfkammeruntersuchung vorgegeben:

- Temperatur $T = 23 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Relative Feuchte $rF = 50 \pm 5 \text{ } \%$
- Luftwechsel $= 0,5 \pm 0,1 \text{ h}^{-1}$ mit hoch reiner Luft

Die Geräte werden nach Entfernen der Verpackung unter diesen Randbedingungen über Nacht (16 h) im Standby-Betrieb konditioniert und anschließend am nächsten Morgen ($t = 0$) in Betrieb genommen. Die IT-Geräte in der Kammer werden zur Ansteuerung jeweils an einen Rechner außerhalb der Prüfkammer angeschlossen. Auf dem PC-System wird über den gesamten Zeitraum der Untersuchung ein Performance-Testprogramm ausgeführt, das Festplatten- und Grafikkartenzugriffe etc. simuliert. Die Gesamtversuchsdauer beträgt pro Gerät 14 Tage.

Sechs Stunden nach Inbetriebnahme der Geräte werden am Spülgasausgang der Prüfkammer mit unterschiedlichen Sammelphasen Probenahmen zur Bestimmung der VOC vorgenommen. Die Summe der VOC (total volatile organic compounds, TVOC) wird zum Zeitpunkt $t = 6 \text{ h}$ und $t = 336 \text{ h}$ bestimmt. Die schwer flüchtigen organischen Verbindungen (semi-volatile organic compounds, SVOC) werden nach 336 Stunden Betriebsdauer der Geräte quantifiziert.

Vor jeder Untersuchung wird die Prüfkammer durch Ausheizen über Nacht bei $240 \text{ } ^\circ\text{C}$ thermisch gereinigt. Die Reinigung wird anhand von Blindwerten überprüft.



Analytische Bestimmungsmethoden

Die Messungen sind anhand der nachstehenden Messverfahren vorzunehmen.

Formaldehyd, Acetaldehyd

Die Anreicherung erfolgt an DNPH-Kartuschen (DNPH = Dinitrophenylhydrazin) mit anschließender HPLC-Auswertung der Hydrazonderivate. Das Probenahmenvolumen beträgt 30 l.

Flüchtige organische Stoffe (VOC)

Die Anreicherung erfolgt an TENAX TA als Sammelphase mit anschließender Thermo-desorption und GC/MS-Auswertung im Full-scan-mode. Das Probenahmenvolumen beträgt 6 l. Aufgrund einer möglichen Blindwertproblematik wird Benzol zusätzlich mit dem Adsorbens Carbotrap bestimmt. Die Summe der VOC (TVOC) wird durch Integration aller Peaks $> 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Bereich C_6 bis C_{16} und Quantifizierung mit dem Toluol-Response ermittelt.

Phthalate

Ausgewählte Phthalate werden durch Anreicherung an TENAX TA bestimmt. Das Probenahmenvolumen beträgt 20 l. Die Auswertung erfolgt mit GC/MS im SIM (Selected Ion Monitoring).

Phosphorsäureester

Die Bestimmung ausgewählter Phosphorsäureester erfolgt durch Anreicherung an XAD-2 mit anschließender GC/MS-Auswertung im SIM-(Selected Ion Monitoring)-Verfahren. Das Probenahmenvolumen beträgt ca. 2 000 l.

Berechnung der Ergebnisse

Aus der Beladung der Sammelphasen werden zunächst die Konzentrationen in der Prüfkammeratmosphäre errechnet. Diese werden unter Berücksichtigung der experimentellen Randbedingungen in stückspezifische Emissionsraten SER_u (unit specific emission rate) mit der Einheit $\mu\text{g}/(\text{Stück} \times \text{h})$ umgerechnet.



3.14.1.2 Leuchtbakterientest

Ergänzend zur chemischen Analytik kann mit den nach sechs Stunden Betriebsdauer gesammelten VOC ein Leuchtbakterientest durchgeführt werden. Dem biologischen Test zur Messung toxikologischer Summenparameter kommt die Funktion zu, beim eventuellen Auftreten unerwarteter toxischer Effekte der Geräteemissionen einen unspezifischen Warnhinweis zu geben [3; 4].

Die Anreicherung der VOC erfolgt auf Air-Toxic-Röhrchen mit anschließender Thermo-desorption in Ethanol und standardisierter Testdurchführung gemäß DIN EN ISO 11348-3 [5].

3.14.2 Festgelegte Grenzwerte für die Emissionen beim Betrieb der Geräte

Bei der Festlegung der Prüfgrenzwerte (siehe Tabelle 15, Seite 95) wurde der toxikologische Kenntnisstand zu den emittierten Substanzen einschließlich existierender Innenraumrichtwerte berücksichtigt. Hierzu wurden bestehende Ziel- und Richtwerte für die Innenraumluft unter Zugrundelegung des in der Norm E DIN EN 13419-1 beschriebenen Modellraums mit 17,4 m³ Rauminhalt und einer Luftwechselrate von 0,5 h⁻¹ vereinfachend in Emissionsraten umgerechnet und ggf. abgerundet. Dabei wurden die Grenzwerte so festgelegt, dass keine dauerhafte 100%ige Ausschöpfung der Innenraumrichtwerte resultiert, da weitere elektronische Geräte bzw. andere Ausstattungsgegenstände im selben Raum zur Gesamtkonzentration beitragen können. Außerdem wurden insbesondere bei Verbindungen ohne Innenraumrichtwerte Emissionsgrenzwerte festgelegt, die nach dem Stand der Technik eingehalten bzw. unterschritten werden können.



Tabelle 15:
Zusammenfassung der Prüfgrenzwerte, entsprechender Modellraumkonzentrationen und Innenraumrichtwerte

Prüfparameter	Zeitpunkt nach Inbetriebnahme in h	Prüfgrenzwert (SER _v) in µg/(Gerät x h)	Entsprechende Modellraumkonzentration ¹⁾ in µg/m ³	herangezogener Standard (IRW = Innenraumrichtwert)
TVOC	6 336	2 500 SER _v (t = 6 h)/ SER _v (t = 336 h): ≥ 5	287	IRW: 200 bis 300 µg/m ³ (UBA) [6]
Aromaten				
Benzol	6	< 1	< 0,11	analytische Nachweisgrenze
Toluol	6	2500	287	IRW: 300 µg/m ³ (UBA, RWI) [6]
Styrol	6	250	29	IRW: 30 µg/m ³ (UBA, RWI) [6]
Phenol	6	100	11,5	Stand der Technik
o, m, p-Kresol	6	25	2,9	Stand der Technik
Aldehyde				
Formaldehyd	6	25	2,9	IRW: 100/120 µg/m ³ (WHO/BGA) [7; 8]
Acetaldehyd	6	25	2,9	Stand der Technik
Weichmacher				
Dibutylphthalat	336	10	1,1	Stand der Technik
Di-(2-ethyl)-hexylphthalat	336	5	0,6	Stand der Technik
Flammschutzmittel				
Phosphorsäureester ²⁾	336	4	0,5	IRW: 5 µg/m ³ (UBA, RWI) [9]

Abkürzungen: BGA = Bundesgesundheitsamt, RWI = Richtwert I, SER_v = stückspezifische Emissionsrate (unit specific emission rate), UBA = Umweltbundesamt, WHO = World Health Organization

¹⁾ berechnete Innenraumkonzentration für einen Modellraum mit 17,4 m³ Rauminhalt und einer Luftwechselrate von 0,5 h⁻¹

²⁾ Summe von Tris(2-chlorethyl)phosphat (TCEP), Tris(2-chlor-1-propyl)phosphat (TCPP), Tris(n-butyl)phosphat (TBP), Tris(2-butoxyethyl)phosphat (TBEP), Tris-(2-ethylhexyl)phosphat (TEHP) und Triphenylphosphat (TPP)



Literatur

- [1] Detection and measurement of chemical emissions from electronic equipment. Standard ECMA-328. Hrsg.: European Computer Manufacturers Association – ECMA, Genf, August 2001
- [2] E DIN EN 13419-1: Bauprodukte – Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) – Teil 1: Emissionsprüfkammer-Verfahren. Beuth, Berlin 1999
- [3] *Nies, E.; Blome, H.; Brüggemann-Priesshoff, H.*: Charakterisierung von Farbtonern und Emissionen aus Farbfotokopierern/Farblaserdruckern. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 60 (2000) Nr. 11/12, S. 435-441
- [4] *Brüggemann-Priesshoff, H.; Gehrke, Th.; Pflaumbaum, W.; Nies, E.*: Beurteilung der Toxizität luftgetragener Stoffe am Arbeitsplatz mittels Leuchtbakterientest. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 62 (2002) Nr. 5, S. 191-196
- [5] DIN EN ISO 11348: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von *Vibrio fischeri* (Leuchtbakterien) – Teil 3: Verfahren mit gefriergetrockneten Bakterien (4/1999). Beuth, Berlin 1999
- [6] *Pflaumbaum, W.; Kleine, H.; Barig, A.* et al. Grenzwerteliste 2003. BIA-Report 2/2003. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2003
- [7] Neuer Aufgabenbereich beim Bundesgesundheitsamt. Bewertungsmaßstab für Formaldehyd in der Raumluft. BGA-Pressedienst 19/77. Hrsg.: Bundesgesundheitsamt, Berlin 1977
- [8] Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series No. 23. Hrsg.: World Health Organization, Regional Office for Europe, Kopenhagen 1987
- [9] *Sagunski, H.; Roßkamp, E.*: Richtwerte für die Innenraumluft: Tris(2-chlorethyl)phosphat. Bundesgesundheitsbl. 45 (2002), Nr. 3, S. 300-306



3.15 Vinylchlorid: Expositionsdaten

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 Polyvinylchlorid (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.

Der gesplittete TRK-Wert für VC von 8 mg/m³ für bestehende Anlagen zur VC- und PVC-Herstellung und von 5 mg/m³ im Übrigen wurde ersatzlos gestrichen. In der Krebsrichtlinie 2004/37/EG wird jedoch ein auch für Deutschland gültiger bindender EG-Grenzwert in Höhe von 7,77 mg/m³ genannt.

Statistisch auswertbare Daten für VC liegen in der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA für die Teilbetriebsart „Kunststoff und Kunststoffschaum, Verarbeitung“ und hier in den Arbeitsbereichen „Extruder für Kunststoffe, Spritzformen“ und „Kunststoffschweißen“ vor. Die Schichtmittelwerte wurden über das Berufsgenossenschaftliche Messsystem Gefahrstoffe – BGMG ermittelt und statistisch 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 16, siehe Seite 98) umfassen den Betrachtungszeitraum von 1995 bis 2004. Die Messwerte liegen stets unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,2 mg/m³ des eingesetzten Verfahrens.



Tabelle 16 :
Expositionsdaten zu Vinylchlorid; Datenzeitraum: 1995 bis 2004

Branchen	Arbeitsbereiche	Anzahl der Messdaten	Konzentrationen in mg/m ³		
			50%-Wert *	90%-Wert *	95%-Wert *
Kunststoff und Kunststoff-schaum, Verarbeitung	Alle	89	< a. B.	< a. B.	< a. B.
	Extruder für Kunststoffe, 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.

3.16 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 verstärkte Einbeziehung der dermalen Gefährdung in die Gefährdungsbeurteilung spiegelt sich unmittelbar auch im technischen Regelwerk zur GefStoffV wider. Die bisherigen Regelungen aus der TRGS 150 „Unmittelbarer Hautkontakt mit Gefahrstoffen“ und der TRGS 531 „Gefährdung der Haut durch Arbeiten im feuchten Milieu (Feuchtarbeit)“ wurden zusammengeführt, überarbeitet, erweitert und in der neuen TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt“ veröffentlicht.



Die TRGS 401 enthält Grundanforderungen für die Gefährdungsbeurteilung und die Auswahl von Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit hautgefährdenden, hautresorptiven oder hautsensibilisierenden Stoffen sowie für Arbeiten im feuchten Milieu. Zu den hautgefährdenden Stoffen zählen beispielsweise Stoffe mit ätzender oder irritativer Wirkung. Hautgefährdende Stoffe sind über die R-Sätze 34, 35, 38 oder 66 identifizierbar. Hautsensibilisierende Stoffe sind mit dem R-Satz 43 gekennzeichnet.

Als hautresorptiv sind Stoffe anzusehen, wenn sie mit den R-Sätzen 21, 24, 27 oder entsprechenden Kombinationssätzen oder mit einem H in der TRGS 900 oder der MAK- und BAT-Werte-Liste gekennzeichnet sind. Bei hautresorptiven Stoffen ist sowohl der direkte Hautkontakt als auch die Aufnahme über die Gas- bzw. Dampfphase zu beachten. Über die Dampfphase werden im wesentlichen Umfang z. B. 2-Butoxyethanol, 2-Methoxyethanol und 2-Ethoxyethanol durch die Haut aufgenommen. Weiterhin sind Stoffe mit Carrier-Effekt zu beachten. Zu dieser Stoffgruppe gehören z. B. Dimethylsulfoxid (DMSO), N,N-Dimethylformamid (DMF) und Glykole. Stoffe mit Carrier-Effekt ermöglichen anderen nicht oder wenig hautresorptiven Stoffen die Hautpassage, sodass diese auch über den dermalen Aufnahmeweg ihre Wirkung im Körper entfalten können.

Bei krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden (KMR) Stoffen der Kategorie 1 bis 3 (R40, 45, 46, 60, 61, 62, 63, 68) ist immer zu ermitteln, ob diese über die Haut aufgenommen werden können. Liegen keine Informationen hierzu vor, ist von einer relevanten Aufnahme über die Haut auszugehen.

Die Bereitstellung von Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) ist beim Umgang mit hautresorptiven, 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 Informationen und Handlungsanleitungen der Berufsgenossenschaften zu 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 Rubrik „Alle Branchen“ umfasst Informationen zur Hautgefährdung, die von übergeordnetem Interesse sind. Links verweisen auf tiefer gehende Informationen.

3.17 Quarzexpositionen am Arbeitsplatz

Der BGIA-Report „Quarzexposition am Arbeitsplatz“ [1] gibt Hinweise

- zu physikalischen Eigenschaften und Stoffdaten,
- zu Gesundheitsgefahren und Berufskrankheiten,
- zu Grenzwerten und Vorschriften,
- zu Probenahme- und Analysenverfahren,
- zum Vorkommen, zur Verwendung und zum Auftreten von Quarz,
- zu Quarzexpositionen in Branchen und Arbeitsbereichen.

Nutzungsmöglichkeiten für diesen Report ergeben sich insbesondere mit Blick auf die

- Durchführung der nach Gefahrstoffverordnung erforderlichen Gefährdungsbeurteilung sowie
- zur Diskussion und Bezugnahme im Rahmen von Regelerstellungen.

Als Schwerpunkt enthält der Report Expositionsbeschreibungen und Messwerte zu Branchen und Arbeitsbereichen. Hier werden Erläuterungen zu heutigen Tätigkeiten von Beschäftigten mit Quarzexpositionen und zu Schutzmaßnahmen, aber auch



gleichzeitig Hinweise zum Stand der Technik gegeben und Bezug zu den Messwerten genommen.

Die in den Expositionsbeschreibungen aufgeführten 104 000 Schichtmittelwerte zu Quarz und A-Fraktion (Feinstaub) wurden in rund 8 900 Betrieben branchen- und arbeitsbereichsspezifisch im Rahmen des Berufsgenossenschaftlichen Messsystems Gefahrstoffe – BGMG ermittelt.

Die statistische Auswertung des Datenbestandes erfolgte mit der im BGI entwickelten MEGA^{Pro}-Auswertesoftware. Die Datenkollektive wurden nach den Branchen

- Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden,
- Gewinnung von Quarzsand,
- Keramische und Glasindustrie,
- Gießereien,
- Metallerzeugung und -bearbeitung,
- Elektrotechnik und Feinmechanik,
- Chemische Industrie,
- Bauindustrie einschließlich Tunnelbau

differenziert sowie innerhalb der einzelnen Branchen nach betrieblichen Arbeitsbereichen, wie z. B. Formerei, Mischen, Sägen oder Aufbereiten, nach Arbeitsbereichen und nach Datenzeitraum (von 1995 bis 1999 oder 2000 bis 2003).

Hiermit wird ein Arbeitsbereichskataster für die Lenkung präventiver Maßnahmen und der Expositionsüberwachung präsentiert, mit der Möglichkeit Vergleiche mit einem aktuellen betrieblichen Zustand zu ziehen. Der Report wird voraussichtlich Ende des Jahres 2006 erscheinen.

Literatur

- [1] Quarzexpositionen am Arbeitsplatz. BGI-Report #/2006. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin (2006), in Vorbereitung



3.18 Checkliste „Spritzlackieren“

Schutzmaßnahmen nach der Gefahrstoffverordnung beim Spritzlackieren

Nach der Gefahrstoffverordnung müssen Sie als Arbeitgeber eine fortzuschreibende Gefährdungsbeurteilung durchführen. Sie besteht aus der Gefahrstofffassung, der Erstellung eines Schutzmaßnahmenkonzepts und einem Plan zur Wirksamkeitsprüfung der umgesetzten Schutzmaßnahmen. Dabei müssen Sie auch belegen, dass die festgelegten Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) eingehalten werden bzw. bei Gefahrstoffen ohne AGW, dass die Gefährdung ausreichend gemindert ist. Dies können Sie nachweisen durch

- geeignete Beurteilungsmethoden oder
- Arbeitsplatzmessungen.

Diese Checkliste basiert auf einer geeigneten Beurteilungsmethode, den LASI-Empfehlungen zum Spritzlackieren von Hand bei der Holzbe- und -verarbeitung. Wenn die aufgeführten Bedingungen erfüllt sind, haben Sie eine solide Grundlage für die Gefährdungsbeurteilung entsprechend der Gefahrstoffverordnung. Insbesondere können Sie auf eigene betriebliche Arbeitsplatzmessungen verzichten. Es ergeben sich aber auch Hinweise zum Hautschutz und zur Vermeidung von Brand- und Explosionsgefahren. Grundlage dieser Handlungsanleitung sind umfangreiche Untersuchungen von Messstellen der Länder und Berufsgenossenschaften zur Belastung durch Lösemittel, monomere und polymere Isocyanate und Lack-Aerosole. Letztere haben keinen AGW zur Beurteilung. Es wurden insbesondere folgende Befunde erhoben:

- Die Belastung durch Lösemittel und durch Isocyanate bleibt bei geeigneter Absaugung unter den Arbeitsplatzgrenzwerten.
- Beim Einsatz von dem Stand der Technik entsprechenden Spritzkabinen oder Spritzständen mit Nasswand liegt die Belastung durch Lack-Aerosole eindeutig unter 3 mg/m^3 .

Die Herausgeber dieses Falblattes halten das Tragen von Atemschutz unter diesen guten Lüftungstechnischen Voraussetzungen nicht für zwingend geboten.

Grundlage der Checkliste

Empfehlungen des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung (LV 43) „Spritzlackieren von Hand bei der Holzbe- und -verarbeitung“ <http://lasi.osha.de/publications> oder (ohne Messdatenanhang) die entsprechenden BG/BGIA-Empfehlungen <http://www.hvbg.de/bgia>, Webcode 1691 972

Ansprechpartner

Regierungspräsidium Kassel – Dezernat 35.3 –
Fachzentrum für Produktsicherheit und Gefahrstoffe
Ludwig-Mond-Straße 33, 34121 Kassel
Erolf Brucksch
Telefon 0561/2000-177
E-Mail erolf.brucksch@rpkv.hessen.de

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund
Dr. Ralph Hebisch
Telefon 0231/90 71-2346
E-Mail Hebisch.Ralph@buaa.bund.de

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz
BGIA – Fachbereich Gefahrstoffe: Umgang – Schutzmaßnahmen
Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin
Dr. Markus Berges
Telefon 02241/231-2579
E-Mail Markus.Berges@hvbg.de

Holz-Berufsgenossenschaft
Prävention
Am Knie 8, 81241 München
Michael Seumel
Telefon 089/82003-206
E-Mail praev-m@holz-bg.de

Bundesverband Holz und Kunststoff
Littenstr. 10, 10179 Berlin
Ralf Spiekers
Telefon 030 / 308823-20
E-Mail spiekers@tischler.org

Checkliste Gefahrstoffe

Unterstützung bei der Gefährdungsbeurteilung zum Spritzlackieren von Hand bei der Holzbe- und -verarbeitung



Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik

buaa:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin



Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz



Holz-Berufsgenossenschaft



Bundesverband Holz und Kunststoff
Bundeseinigungsverband für das Tischler-/ Schreinerhandwerk



3 Übersicht zu einzelnen Stoffen, Verfahren und Arbeitsbereichen

CHECKLISTE

Mit dieser Checkliste können Sie im ersten Überblick feststellen, ob Sie die erforderlichen Schutzmaßnahmen nach der Gefahrstoffverordnung beim Spritzlackieren von Hand im Holzbereich getroffen haben und die Arbeitsplatzgrenzwerte einhalten.

So gehen Sie vor:

1. Betrieb anhand der Checkliste überprüfen (bei einzelnen Fragen empfiehlt sich das Lesen der LV 43) und in den Spalten „Ja“/„Nein“ das Zutreffende ankreuzen.
2. Wenn einzelne Fragen dieser Checkliste für Ihren Betrieb nicht zutreffen, so sind diese erkennbar durchzustreichen.
3. Alle für Ihren Betrieb zutreffenden Fragen wurden mit „Ja“ beantwortet: **erforderliche Schutzmaßnahmen eingehalten.** Checkliste in der betrieblichen Gefährdungsbeurteilung ablegen und jährlich überprüfen.
4. Eine oder mehrere für Ihren Betrieb zutreffende Fragen wurden mit „Nein“ beantwortet: **Schutzmaßnahmen nach der LV 43 nicht ausreichend.** Maßnahmen entsprechend durchführen und deren Wirksamkeit nachweisen, dann Checkliste aktualisieren, ablegen und jährlich überprüfen. Andernfalls können Sie die Checkliste zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nicht abschließend nutzen.


Technische Schutzmaßnahmen:	JA	NEIN
Bei einem jährlichem Verbrauch an Spritzlack einschließlich Verdünnern von mehr als 100 L wird zumindest eine Spritzwand mit ausreichender Absaugleistung (Erfassungsgeschwindigkeit am Werkstück mindestens 2,5 m/s) verwendet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beim Überschreiten von 200 L jährlich wird zumindest ein Spritzstand mit Trockenwand eingesetzt (zur Abgrenzung Spritzwand/-stand s. Nr. 3 der LV 43).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Spritzeinrichtungen werden mit Ab- und Zuluftleistungen nach den entsprechenden Angaben des Lieferanten betrieben. Die Wirksamkeit der Lüftung wird kontinuierlich überwacht (eine Fehlfunktion wird optisch und akustisch angezeigt).		
Arbeitsweisen zur Verringerung der Schadstoffkonzentration in der Luft werden beachtet (s. Nr. 5.1 der LV 43).		
Bei Einsatz des HVLP-Spritzverfahrens ist geprüft, ob dieses durch Verfahren mit besserer Lackübertragungsrate ersetzt werden kann.		
Die gespritzten Werkstücke werden so abgelegt, dass die frei werdenden Dämpfe nicht in den Atembereich des Lackierers oder anderer Beschäftigter gelangen können.		

Organisatorische Schutzmaßnahmen	JA	NEIN
Spritzlackierarbeiten sind nur Arbeitnehmern übertragen, die mit den auftretenden Gefahren und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraut sind.		
Bei feuergefährlichen Arbeiten in Spritzlackierräumen wird ein Arbeitsfreigabesystem mit besonderen schriftlichen Anweisungen des Arbeitgebers angewendet (z. B. Schweißlaubnis).		
Zugänge zu Spritzlackierbereichen mit Ex-Gefahren sind entsprechend gekennzeichnet.		
Im Spritzlackierbereich befindet sich nur die Menge an brennbaren Arbeitsstoffen, die für den Fortgang der Arbeiten notwendig ist (maximal der Bedarf einer Arbeitsschicht).		
Gegenstände, die sich gefährlich aufladen können, z. B. leitfähige Werkstückauflagen oder Gebinde werden elektrostatisch geerdet. Das gilt insbesondere beim Airless-Spritzen oder Umfüllen.		
Beschichtungsstoffe, deren Ablagerungen leichtentzündlich sind (z. B. Nitrolacke), die bei der Trocknung Wärme entwickeln (Öllacke, bestimmte Kunstharzlacke) und Mehrkomponenten-Reaktionslacke (z. B. PUR-Lacke) werden auf getrennten Spritzlackiereinrichtungen verarbeitet.		
In Spritzlackierbereichen, die nicht von anderen Arbeitsbereichen räumlich getrennt sind, werden Spritzarbeiten zeitlich so gelegt, dass andere Beschäftigte nicht belastet sind.		
Es existiert für alle Anlagen ein Wartungs- und Prüfplan mit entsprechender Dokumentation.		
Bei Reinigungsarbeiten an den Spritzeinrichtungen werden keine funkenreißenden Werkzeuge verwendet.		

Persönliche Schutzmaßnahmen	JA	NEIN
Bei Spritzarbeiten ohne Absaugung oder nur mit Spritzwand wird Atemschutz (z. B. Typ FFA2P2 bzw. beim Einsatz von Hydrolacken Typ FFP2) getragen.		
Beim Einsatz eines Spritzstandes nur mit Trockenwand und einer Dauer der Spritzarbeit von mehr als einer Stunde pro Schicht wird Atemschutz (z. B. Typ FFP2) gegen Aerosole getragen.		
Alle Arbeitnehmer, die Atemschutz tragen, werden nach dem Untersuchungsgrundsatz G26 „Atemschutzgeräte“ untersucht. Vorsorgeuntersuchungen zu Lösemitteln und Isocyanaten sind mit einem Arbeitsmediziner abgestimmt.		
Der Hautkontakt zu Spritzlacken, Verdünnern und Reinigungsmitteln wird vermieden.		
Bei Spritzlackierarbeiten werden geeignete Schutzhandschuhe entsprechend den Hinweisen (Material und Durchdringungszeit) im Sicherheitsdatenblatt verwendet.		
Schutzhandschuhe werden nicht länger als erforderlich getragen.		
Beschäftigte, die Spritzlackierarbeiten durchführen, verwenden nach einem Hautschutzplan wirksame Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel.		

Datum: _____
Unterschrift: _____





3.19 Epoxidharze

Zu Tätigkeiten mit Epoxidharzen wurde 2006 die BGR 227 [1] in Kraft gesetzt. Eine parallel im Ausschuss für Gefahrstoffe in Erarbeitung befindliche Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) mit den Schwerpunkten „Gefährdungsbeurteilung“ sowie Ersatzstoffe und Ersatzverfahren konnte noch nicht fertiggestellt werden, da weitere Ermittlungen erforderlich sind, um die verschiedenen Inhaltsstoffe von Epoxidharzsystemen und deren sensibilisierende Potenz beurteilen zu können.

Epoxidharze finden aufgrund ihrer hervorragenden technischen Eigenschaften weite Verbreitung und werden u. a. in der Bau-, Elektro- und Automobilindustrie in vielfältiger Weise eingesetzt. Die Anwendungen erstrecken sich u. a. auf Grundierungen und Beschichtungsmittel, auf Betonsanierungen und Rissverpressungen, auf den Einsatz von Fugenmörteln für Fliesen und Pflaster, auf Umhüllungssysteme für Kondensatoren, Trafos, Drosseln, Spulen sowie auf Tränk- und Vergussmassen. Aus Epoxidharzen werden aber auch Leiterplatten, Rotorblätter, Flugzeugteile oder Sportgeräte hergestellt.

3.19.1 Was sind Epoxidharze?

Epoxidharze werden im Allgemeinen als Zweikomponentensysteme verwendet. Diese setzen sich meist aus einer Komponente A, dem Reaktionsharz, und einer Komponente B, dem Härter, zusammen, die vor dem Verarbeiten in einem genau festgelegten Verhältnis miteinander gemischt werden. Als gebräuchliche Harze werden Kondensationsprodukte von Bisphenol A und Epichlorhydrin eingesetzt. Als Härter dienen in kalt härtenden Systemen in der Regel Amine und in heiß härtenden Systemen Säureanhydride. Je nach Anwendungsbereich können Füllstoffe, Pigmente, Weichmacher, Reaktivverdünner, Beschleuniger oder andere Zusätze dem System hinzugefügt werden.

Durch die Mischung entsteht ein Reaktionsharz, das in Abhängigkeit vom Verwendungszweck in einer bestimmten Zeitdauer aushärtet. Sowohl die reaktiven Einzelkomponenten als auch das gebrauchsfertige Gemisch kann bis zur Aushärtung giftig,






ätzend, reizend oder sensibilisierend sein. Hinweise zu den gefährlichen Inhaltsstoffen enthalten die Kennzeichnung auf den Gebinden und das Sicherheitsdatenblatt.

3.19.2 Kennzeichnung

In Abbildung 4 sind typische Kennzeichnungen für Harz und Härterkomponenten dargestellt.

Abbildung 4:
Kennzeichnungen für Harz und Härterkomponenten

Komponente	Gefahrensymbol Gefahrenbezeichnung	R-Sätze
Harz Komponente A	 reizend	36/38 43
Härter (kalt härtende Systeme) Komponente B (Amine)	 ätzend	20/21/22 34 43
Härter (heiß härtende Systeme) Komponente B (Dicarbonsäureanhydride)	 gesundheitsschädlich	41 42/43
R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut R 34 Verursacht Verätzungen R 36/38 Reizt die Augen und die Haut R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich R 42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich. R 41 Gefahr ernster Augenschäden		

Zusätzlich muss das Kennzeichnungsschild der Verpackung von Zubereitungen, die epoxidhaltige Verbindungen mit einem mittleren Molekulargewicht von < 700 enthalten, mit dem Hinweis „Enthält Epoxidharze – Besondere Hinweise des Herstellers“



beachten“ gekennzeichnet sein. Viele Produkte weisen außerdem das Gefahrensymbol „Umweltgefährlich“ auf.

3.19.3 TRGS 540 „Sensibilisierende Stoffe“

Hinweise über Inhaltsstoffe von Epoxidharzen bzw. deren Einzelkomponenten enthält die TRGS 540 „Sensibilisierende Stoffe“ [2]. Im Anhang 2 der TRGS werden Stoffe aufgeführt, die besonders häufig und/oder besonders schnell an den Atemwegen zu Sensibilisierung und allergischen Erkrankungen führen. Dicarbonsäureanhydride (Hexahydrophthalsäureanhydrid, Maleinsäureanhydrid, Phthalsäureanhydrid, Pyromellitsäureanhydrid, Tetrachlorphthalsäureanhydrid etc.) zählen zu diesen Stoffen.

Als Stoffe mit erhöhtem Risiko für die Entstehung eines allergischen Kontaktekzems der Haut sind darüber hinaus in der Anlage 4 dieser TRGS Aminhärter und unausgehärtete Epoxidharze genannt. Bei den unausgehärteten Epoxidharzen wird zusätzlich darauf hingewiesen, dass es sich um Stoffe handelt, die häufiger auch als Staub, Gas oder Dampf aerogene allergische Kontaktekzeme auslösen können.

3.19.4 Gesundheitsgefahren

Die einzelnen Komponenten sowie das verarbeitungsfertig gemischte Reaktionsharz können gesundheitliche Beeinträchtigungen bei Tätigkeiten mit Epoxidharzen hervorrufen, wobei das größte Risiko durch Hautkontakt besteht. Im Vordergrund stehen Reizungen, Rötungen, Jucken und Schmerzen an der Haut bzw. Schleimhaut und der Augen sowie Verätzungen. Bei den heiß härtenden Verfahren wurden auch Reizungen an den Atemwegen beobachtet.

Gelangt nicht ausgehärtetes Material auf die Haut, kann außerdem eine allergische Hautreaktion (Kontaktekzem) auftreten. Im Gegensatz zu anderen Berufsallergenen treten durch Epoxidharz verursachte Kontaktekzeme häufig bereits nach relativ kurzen Expositionszeiten (Tage, Wochen) auf. Die Hauterscheinungen müssen hierbei nicht nur auf die direkten Kontaktzonen begrenzt sein, sondern können als aerogene Kontaktekzeme auch im Gesicht und an anderen unbedeckten Hautpartien auftreten.



Tätigkeiten, bei denen eine Gesundheitsgefährdung durch Epoxidharze nicht ausgeschlossen werden kann, zeigt Tabelle 17.

Tabelle 17:
Tätigkeiten, mit möglichen Gesundheitsgefährdungen durch Epoxidharze

Tätigkeiten/Gegenstände	Mögliche Gesundheitsgefährdungen
Transport und Lagerung	Hautkontakt durch beschädigte und/oder durch verschmutzte Gebinde.
Dosieren	Haut- und Augenkontakt durch Verschütten oder Spritzer der Komponenten. Heftige chemische Reaktionen können auftreten, wenn das Mischungsverhältnis falsch ist. Durch die dabei entstehende Reaktionswärme können Dämpfe freigesetzt werden.
Mischen	Hautkontakt durch Verspritzen oder Überschwappen einzelner Komponenten oder des zu mischenden Produktes.
Verarbeitung des Produktes	Hautkontakt beim Aufrollen oder Laminieren sowie bei der Anwendung im Spritzverfahren. Beim Auftrag im Spritzverfahren muss zusätzlich die Gefahr des Einatmens von Aerosolen betrachtet werden.
Arbeitsgeräte und deren Reinigung	Hautkontakt durch verunreinigte bzw. benetzte Griffe. Bei der Reinigung muss zusätzlich beachtet werden, dass Gefährdungen von den Reinigungsmitteln ausgehen können.
Kleidung und Persönliche Schutzausrüstung	Hautkontakt kann durch verunreinigte Handschuhe, Schuhe oder Kleidungsstücke entstehen, besonders dann, wenn diese an- oder ausgezogen werden.
Entsorgung von Gebinden und Resten von Reaktionsharzen	Hautkontakt mit nicht ausgehärteten Resten in den Gebinden bzw. in den Bearbeitungsbehältnissen.

Teilweise werden lösungsmittelhaltige Epoxidharzprodukte eingesetzt; hier sind zusätzlich die lösungsmittelspezifischen Gesundheitsgefährdungen zu beachten.

Werden aus Epoxidharz gefertigte Werkstücke nachbearbeitet, können auch die hierbei entstehenden Schleif- und Frässtäube zu Hauterkrankungen führen. Ursache dafür



können Restgehalte nicht ausgehärteter Stoffkomponenten mit sensibilisierender und reizender Wirkung in den Stäuben sein.

3.19.5 Erkrankungen durch Epoxidharze

Seit 1999 werden Epoxidharze bei den Berufsgenossenschaften als Auslöser einer beruflich verursachten Hauterkrankung dokumentiert. Die Zahl der erfassten Erkrankungen steigt seither stetig an. Epoxidharze stellen mittlerweile die zweithäufigste Ursache von Hauterkrankungen in der Bauwirtschaft dar. Aber auch in der Rotorblatffertigung oder in Bereichen der Elektrotechnik, in denen offen mit Epoxidharzen gearbeitet wird, treten insbesondere Hauterkrankungen und vereinzelt Atemwegserkrankungen bei Beschäftigten auf.

Die Berufskrankheiten-Dokumentation (BK-DOK) der gewerblichen Berufsgenossenschaften verzeichnet für das Jahr 2004 insgesamt 230 epoxidharzbedingte Erkrankungsfälle (221 Hauterkrankungen und neun Atemwegserkrankungen). Die Aufwendungen für die Leistungsfälle betragen in diesem Jahr 3,7 Millionen Euro.

3.19.6 Gefährdungsermittlung und -beurteilung

Werden Tätigkeiten mit Epoxidharzen durchgeführt, muss der Arbeitgeber unter Berücksichtigung der Stoffeigenschaften sowie der angewandten Arbeitsverfahren und der Arbeitsplatzverhältnisse die spezifischen Gefährdungen ermitteln und beurteilen und danach erforderliche Schutzmaßnahmen festlegen. Um die Gefährdung der Beschäftigten auf ein Minimum zu reduzieren, ist eine Exposition gegenüber Epoxidharzbestandteilen soweit wie möglich zu vermeiden und die Kontamination des Arbeitsplatzes gering zu halten. Die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen ist zu prüfen.

Unter Beachtung des Substitutions- und Minimierungsgebotes sind vom Betrieb mindestens Maßnahmen der Schutzstufe 2 entsprechend der GefStoffV zu treffen. In einzelnen Fällen können auch weitergehende Maßnahmen erforderlich sein.



Nähere Hinweise zu technischen, organisatorischen und persönlichen Maßnahmen enthalten die folgenden Informationsmedien:

- ❑ Praxisleitfaden für den Umgang mit Epoxidharzen
Herausgeber: Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Abruf-Nr. 676
- ❑ Faltblatt: Vorsicht beim Umgang mit Epoxidharzen
Herausgeber: Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Abruf-Nr. 677
- ❑ Broschüre: Epoxidharz-Systeme sicher handhaben
Herausgeber: PlasticsEurope, Brüssel
- ❑ BGR 227 Tätigkeiten mit Epoxidharzen
Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften

Der direkte Hautkontakt bei Tätigkeiten mit Epoxidharzen muss unbedingt vermieden werden. Lässt er sich durch technische oder durch organisatorische Maßnahmen nicht vollständig ausschließen, kommt dem Tragen Persönlicher Schutzausrüstung eine entscheidende Rolle zu.

Informationen zur Eignung von Handschuhmaterialien liegen von den Handschuhherstellern in der Regel nur für Einzelstoffe vor. Aussagen zu komplexen Stoffgemischen und Zubereitungen – wie z. B. Epoxidharz-Systeme – sind kaum verfügbar. Hinzu kommt, dass das Standardprüfverfahren zur Bestimmung der Durchlässigkeit eines Handschuhs gemäß DIN EN 374-3 bei hoch molekularen Stoffen, wie z. B. lösungsmittelfreien Epoxidharz-Systemen, keine sicheren Ergebnisse liefert.

Für lösungsmittelfreie Epoxidharzprodukte weisen Handschuhe aus Butylkautschuk eine ausreichende Beständigkeit auf, wenn die Schichtdicke mindestens 0,5 mm beträgt. Auch einige Handschuhtypen aus Nitrilkautschuk sind geeignet (siehe Sicherheitsdatenblatt). Für lösungsmittelhaltige Epoxidharzprodukte sind geeignete Handschuhe nach Herstellerangaben im Sicherheitsdatenblatt auszuwählen oder zumindest auf das in dem Produkt enthaltene Lösungsmittel gemäß Sicherheitsdatenblatt des Lösungsmittels abzustimmen. Einmalhandschuhe aus Latex, Polyethylen, PVC und Nitril sowie Handschuhe aus Leder oder Textilfaser sind nicht geeignet.



Alle Schutzhandschuhe haben eine zeitlich begrenzte Schutzwirkung: Ihre maximale Tragedauer beträgt bei Tätigkeiten mit Epoxidharzen acht Stunden. Die Durchdringung des Handschuhs beginnt nach dem ersten Kontakt mit Epoxidharz und findet auch nach Arbeitsende weiter statt. Daher sind die Schutzhandschuhe nach jeder Arbeitsschicht zu entsorgen – auch wenn sie in dieser Schicht weniger als acht Stunden getragen wurden.

Die aktuelle Liste geeigneter Chemikalienschutzhandschuhe für Tätigkeiten mit lösungsmittelfreien Epoxidharzprodukten in der Bauwirtschaft (GISCODE RE 1) kann unter www.gisbau.de/service/epoxi/epoxi.htm abgerufen werden.

3.19.7 Arbeitsplatzgrenzwerte und Exposition am Arbeitsplatz

Arbeitsplatzgrenzwerte liegen für Epoxidharze nicht vor. Lediglich für einige Einzelkomponenten, u. a. Epichlorhydrin und Phthalsäureanhydrid kannte das bisherige Regelwerk Grenzwerte. Für Epichlorhydrin existierte bis zum 31.12.2004 ein Wert für die Technische Richtkonzentration von 12 mg/m³ bzw. 3 ppm. Arbeitsplatzmessungen der Berufsgenossenschaften haben gezeigt, dass eine Exposition gegenüber Epichlorhydrin bei der Verwendung von Gießharzen nicht nachgewiesen werden konnte, sofern die Hersteller einen Restmonomergehalt < 0,002 % garantieren (freiwillige Selbstverpflichtung). Die Nachweisgrenze beträgt unter Praxisbedingungen 0,5 ppm.

Als Härter für heiß härtende Systeme in der Elektroindustrie werden heute bevorzugt Dicarbonsäureanhydride, z. B. Hexahydrophthalsäureanhydrid (HHPA), 4-Methylhexahydrophthalsäureanhydrid (MHHPA), Tetrahydrophthalsäureanhydrid (THPA) oder 4-Methyltetrahydrophthalsäureanhydrid (MTHPA) eingesetzt. Vereinzelt traten bei Beschäftigten, die Tätigkeiten mit diesen Härtern durchführten, gesundheitliche Beeinträchtigungen auf. Grenzwerte für das Luft- und Biomonitoring von Dicarbonsäureanhydriden existieren bisher nicht. In der internationalen Literatur wird für diese Stoffe eine Sensibilisierungsrate bis zu 30 % bei Luftkonzentrationen > 0,050 mg/m³ angegeben.



Um das Ausmaß der Gefährdung gegenüber Dicarbonsäureanhydriden zu ermitteln, wurden in zwölf Betrieben der Elektroindustrie Dicarbonsäureanhydrid-Messungen in der Luft am Arbeitsplatz durchgeführt. Von 111 Messwerten lagen 51 (ca. 46 %) unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,02 mg/m³. Je nach Anwendungsbereich wurden Konzentrationen zwischen > 0,02 bis 2,00 mg/m³ ermittelt. 26 Messwerte wiesen Dicarbonsäureanhydrid-Konzentrationen > 0,05 mg/m³ aus.

Weiterhin wurden vereinzelt Untersuchungen im biologischen Material (Blut, Urin) der Beschäftigten vorgenommen. Erste Hinweise zeigen, dass Ausscheidungsprodukte der Dicarbonsäuren im Urin der Beschäftigten nachgewiesen werden konnten. In einigen Fällen wurde anhand einer speziellen Blutuntersuchung eine Sensibilisierung gegenüber MTHPA festgestellt.

3.19.8 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Werden Tätigkeiten mit Belastung durch unausgehärtete Epoxidharze und Kontakt über die Haut oder die Atemwege durchgeführt, sind nach der GefStoffV vor Aufnahme der Tätigkeit ggf. Untersuchungen gemäß den berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen (BGG 904) G 23 „Obstruktive Atemwegserkrankungen“ und G 24 „Hauterkrankungen“ erforderlich [3; 4]. Beim Tragen von feuchtigkeitsundurchlässigen Schutzhandschuhen für regelmäßig mehr als zwei Stunden täglich sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach dem G 24 anzubieten und bei regelmäßig mindestens vier Stunden täglich zu veranlassen. An staubbelasteten Arbeitsplätzen muss geprüft werden, ob Untersuchungen nach dem Grundsatz G 1.4 „Staubbelastung“ [5] zu veranlassen oder anzubieten sind.

Literatur

- [1] Berufsgenossenschaftliche Regeln: Tätigkeiten mit Epoxidharzen (BGR 227). Ausg. 9/2006. Carl Heymanns, Köln 2006
- [2] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material (TRGS 540). Ausg. 7/1999. BArbBl. (1999) Nr. 7/8, S. 39-45, geänd. BArbBl. (2003) Nr. 6, S. 90



- [3] Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz: Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen. G 23 Obstruktive Atemwegserkrankungen. Gentner, Stuttgart
- [4] Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz: Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen. G 24 Hauterkrankungen (mit Ausnahme von Hautkrebs). Gentner, Stuttgart
- [5] Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz: Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen. G 1.4 Staubbelastung. Gentner, Stuttgart

3.20 Formaldehyd

Der Einsatz von Formaldehyd ist sehr verbreitet. Wegen der breiten bioziden Wirkung gegen Bakterien, Viren, Pilze und Sporen sind Formaldehyd oder Formaldehyd abspaltende Verbindungen (Formaldehydabspalter) Bestandteil von Desinfektionsmitteln. Formaldehyd wird auch zur Begasung, z. B. zur Sterilisation von chirurgischen Instrumenten, eingesetzt. In der Medizin ist Formaldehyd unverzichtbar für die Fixierung von Gewebe in der Pathologie oder Anatomie. Nach der Verordnung über kosmetische Mittel (KosmetikV) ist Formaldehyd als Konservierungsstoff in Kosmetika, Sonnenschutzmittel etc. zugelassen. Formaldehyd oder Formaldehydabspalter werden als Konservierungsstoff auch in wassergemischten Kühlschmierstoffen eingesetzt. Technisch von großer Bedeutung ist die Verwendung von Formaldehyd zur Herstellung von Formaldehyd-Kondensationsharzen, z. B. von Harnstoff-, Melamin-, Phenol- und Furanharzen. Verwendet werden diese Massenkunststoffe als Leim- und Lackharze sowie als Formmassen. Daneben dient Formaldehyd unter anderem zur Herstellung von Düngemitteln, organischen Farbstoffen, Vulkanisationsbeschleunigern, künstlichen Gerbstoffen sowie von Faserschutz- und Textilveredelungsmitteln. Zuletzt ist Formaldehyd auch ein natürliches Stoffwechselprodukt.

3.20.1 Grenzwerte und Einstufung

3.20.1.1 Grenzwerte

Die TRGS 900 (Stand: Januar 2006) enthält keinen Arbeitsplatzgrenzwert für Formaldehyd. Im Zuge der Überarbeitung der TRGS 900 nach dem Grenzwertkonzept der



neuen Gefahrstoffverordnung wurde der bisherige Wert von 0,62 mg/m³ bzw. 0,5 ml/m³ ausgesetzt.

Die MAK-Kommission gibt in der aktuellen Mitteilung 42 (2006) einen MAK-Wert von 0,3 ml/m³ entsprechend 0,37 mg/m³ an und der Ausschuss für Gefahrstoffe diskutiert derzeit dessen Übernahme in die TRGS 900. Es wird empfohlen, bei der Gefährdungsbeurteilung vorläufig diesen Wert zu berücksichtigen.

Als Grenzwerte für die Innenraumbelastung ist ein Wert des Umweltbundesamtes (UBA) in Höhe von 120 µg/m³, von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) in Höhe von 100 µg/m³ veröffentlicht. Diese Werte wurden durch jüngste toxikologische Bewertungen des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) für die Allgemeinbevölkerung bestätigt [1].

3.20.1.2 Einstufung

Von der Europäischen Union ist Formaldehyd als C 3 eingestuft (krebsverdächtig für den Menschen). Zudem ist Formaldehyd als Stoff mit hautresorptiven und hautsensibilisierenden Eigenschaften (R43) eingestuft. Die MAK-Kommission hat Formaldehyd der Kategorie 4 zugeordnet, d. h. ein nennenswerter Beitrag zum Krebsrisiko für den Menschen sei bei Einhaltung des MAK-Wertes von 0,3 ml/m³ nicht zu erwarten.

Die International Agency for Research on Cancer (IARC), eine Organisation der WHO, hat im Jahr 2004 Formaldehyd in die Gruppe 1 (krebserzeugend für den Menschen) eingestuft, nachdem positive epidemiologische Befunde zu Tumoren der Nase und für Leukämien publiziert worden sind.

Ein biologisches Monitoring ist für den Konzentrationsbereich arbeitsbedingter Expositionen nicht möglich, der hierfür genannte Parameter Ameisensäure im Urin ist zu unspezifisch für eine Erfassung der individuellen Belastungen durch Formaldehyd.



3.20.2 Formaldehyd im medizinischen Bereich

3.20.2.1 Ersatz von Formaldehyd

In medizinischen Bereichen kann Formaldehyd unter Beachtung der Hygienevorschriften des Robert Koch-Instituts (RKI) [2] sowie der Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie und der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft ersetzt werden durch andere Aldehyde, wie Glutaraldehyd oder Glyoxal, oder andere Wirksubstanzen, wie z. B. quartäre Ammoniumverbindungen. Beim Einsatz anderer Aldehyde als Wirksubstanz sind deren sensibilisierende Eigenschaften zu bedenken.

3.20.2.2 Flächendesinfektion

Bei der Flächendesinfektion kann die Formaldehydkonzentration in der Luft den von der MAK-Kommission vorgeschlagenen Grenzwert überschreiten, die höchste Konzentration wird nicht während des Wischvorgangs, sondern kurz danach erreicht [3]. Hinweise zur inhalativen Exposition und zu den notwendigen Schutzmaßnahmen geben die BG/BGIA-Empfehlungen „Flächendesinfektion in Krankenhäusern“.

Von wenigen Ausnahmen abgesehen kann Formaldehyd in Krankenhäusern und in anderen Einrichtungen der humanmedizinischen Versorgung durch andere Desinfektionsmittel ersetzt werden. Dies gilt nicht für kleine humanmedizinische bzw. wohlfahrtspflegerische Unternehmen sowie die Veterinärmedizin, in denen diese Desinfektionsmittel weiterhin zum Teil auch nicht sachgerecht (z. B. zur Sprühdesinfektion mit Hochdruckreinigern) eingesetzt werden. Beim Einsatz anderer Aldehyde (z. B. Glutaraldehyd) sind deren sensibilisierende Eigenschaften zu bedenken – die allergene Potenz wird zum Teil größer eingeschätzt als die von Formaldehyd.

Dennoch werden Desinfektionsmittel mit Formaldehyd noch in großem Umfang hergestellt, die wahrscheinlich in Bereichen außerhalb der humanmedizinischen Versorgung eingesetzt werden. In medizinischen Bereichen ist in Zusammenarbeit mit den Hygiene-Verantwortlichen zu prüfen, ob in patientenfernen Bereichen auf den Einsatz von Flächendesinfektionsmitteln verzichtet werden kann bzw. ob in patientennahen



Bereichen Flächendesinfektionsmittel mit nicht aldehydischen Wirkstoffen einsetzbar sind.

3.20.2.3 Instrumentendesinfektion

In der Instrumentendesinfektion kann Formaldehyd je nach Einsatz- und Erregerspektrum nicht immer ersetzt werden, zudem sind herstellereigene Anforderungen an die Materialverträglichkeit von Desinfektionsmittel zu beachten. Näheres regelt die RKI-Richtlinie „Anforderungen an die Hygiene an die Aufarbeitung von Medizinprodukten“ [4]. Hinweise zur inhalativen Exposition und zu notwendigen Schutzmaßnahmen geben die BG/BGIA-Empfehlungen „Desinfektion von Endoskopen und anderen Instrumenten“.

Einen Überblick über Alternativen zur Anwendung von Formaldehyd im medizinischen Bereich findet man bei *Just* [5].

3.20.2.4 Begasung

Sofern Räume und Materialien u. a. aus seuchenhygienischen Gründen begast werden müssen oder thermolabile Gegenstände sterilisiert werden sollen, kann auf Formaldehyd wegen seines breiten bioziden Wirkspektrums derzeit nicht verzichtet werden. Dies gilt auch für die Begasung in medizinischen vollautomatischen Sterilisatoren, die sich nach derzeitigem Stand sicher betreiben lassen. Dabei ist zu bedenken, dass Formaldehyd zum Teil als Ersatzstoff für Ethylenoxid verwendet wird.

3.20.3 Fixierung von menschlichen und tierischen Gewebeproben/Organen/Leichen

3.20.3.1 Human- und Veterinäranatomie

In der Human- und Veterinäranatomie kann für die Fixierung anatomischer Präparate derzeit nicht auf Formaldehyd verzichtet werden. *Spaethe* [6] konnte zeigen, dass dafür auch Lösungen geeignet sind, die nur 1,7 % Formaldehyd enthalten. Der voll-



ständige Ersatz von Aldehyden, insbesondere Formaldehyd, wird als nicht realistisch angesehen.

Menschliche oder tierische Körper werden über den Blutaustausch mit formaldehydhaltigen Lösungen, die 4 bis 8 % Formaldehyd enthalten, fixiert. Danach müssen die anatomischen Präparate bis zur Verwendbarkeit im anatomischen Praktikum weiter fixiert werden. Dies geschieht in der Humananatomie durch Einlegen der Präparate in Formaldehydlösungen (1,7 bis 4 % Formaldehyd) oder in formaldehydfreien Lösungen, die Ethanol-/Phenoxyethanolgemische oder quartäre Ammoniumverbindungen enthalten.

Zur Aufbewahrung veterinäranatomischer Präparate werden zum Teil höher konzentrierte Lösungen verwendet (bis zu 10 %) [7]. Das führt dazu, dass bei der Praktikumsvorbereitung oder bei Arbeiten im Präparatekeller Raumluftkonzentrationen von über 10 mg/m³ gemessen wurden. Die Beschäftigten tragen bei diesen Arbeiten immer Atemschutz.

Vor der Verwendung im Sektionskurs müssen die veterinäranatomischen Präparate intensiv mit Wasser gespült (Präparate mit Fell geschrubbt) und anschließend zum „Auslüften“ eine Woche in einem belüfteten Kühlhaus aufbewahrt werden [8]. Auch bei diesen vorbereitenden Tätigkeiten wurden Raumluftkonzentrationen von mehr als 2 mg/m³ gemessen. Diese Vorbereitungsart der Präparate für das veterinäranatomische Praktikum führt dazu, dass die Exposition während des Praktikums selbst, gepaart mit entsprechender Raumlufttechnik (gerichtete Zuluft über den abgesaugten Sektionsstischen, 12-facher Luftwechsel, Raumtemperatur < 20 °C) deutlich unter dem DFG-Vorschlag für den Kurzzeitwert liegt [8].

In der Humananatomie werden die anatomischen Präparate während der Semester zwischen den Praktika entweder mit getränkten Tüchern abgedeckt oder in so genannten Thalheimer-Anlagen mit einer formaldehydhaltigen Lösung besprüht. Eine Expositionsminderung ist möglich, wenn die Abdecktücher nicht mit formaldehydhaltiger Lösung, sondern mit Phenoxyethanol getränkt sind [9]. Bestimmend für die Exposition



im Praktikum ist jedoch der Formaldehyd aus der Gewebefixierung. Niedrige Expositionen ($< 0,4 \text{ mg/m}^3$) sind möglich bei entsprechender Luftführung (gerichtete gekühlte Zuluft über den Sektionstischen, Absaugung nach unten, Raumtemperatur $< 20^\circ\text{C}$).

Der vollständige Ersatz von Formaldehyd zur Fixierung der Leichen in der Human- und Veterinäranatomie ist derzeit nicht realistisch.

3.20.3.2 Pathologie

Für die Tumordiagnostik müssen histologische Schnitte von fixierten Gewebeproben angefertigt werden. Für diese Fixierung ist Formaldehyd unverzichtbar. In der Regel werden 3,5 bis 4%ige Lösungen verwendet. Über die Belastung mit Formaldehyd an verschiedenen Arbeitsplätzen geben *Kellner et al.* [7] und *Wegscheider* [10] eine Übersicht. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass durch Abspülen der Präparate mit Wasser vor der Weiterbearbeitung der Proben eine erhebliche Reduzierung der Exposition gegenüber Formaldehyd zu erreichen ist. Ob dies grundsätzlich ohne Qualitätsverlust für die nachfolgende Beurteilung für alle Präparate und alle Gewebe möglich ist, muss noch geklärt werden. Niedrige Raumlufkonzentrationen wurden auch gemessen, wenn die Zuschneidearbeitsplätze über eine günstige Raumluffführung über den abgesaugten Zuschneidetischen verfügen, ein mindestens acht- bis zehnfacher Luftwechsel gegeben ist und die Arbeitshygiene der dort Beschäftigten stimmt (z. B. Vermeiden von Pfützen, Abdecken der Präparatebehälter, geschlossene Abwurfbehälter). In den Nebenbereichen, so auch an Arbeitsplätzen, an denen die Proben verworfen und die Probenahmegefäße aufbereitet werden, besteht noch ein deutliches Optimierungspotenzial. Im Gegensatz zu den Zuschneidearbeitsplätzen sind die Nebenarbeitsplätze in der Pathologie noch zum Teil ohne wirksame technische Lüftung ausgerüstet [8].

3.20.4 Einsatz als Biozid in medizinischen Bereichen

In wässrigen Hilfsmitteln werden Formaldehyd oder Formaldehydabspalter als Biozide eingesetzt. Der Einsatz dieser Hilfsmittel in verschiedensten Bereichen der Industrie ist



schwer zu überblicken. Generelle Empfehlungen zum Ersatz von Formaldehyd in diesen Produkten sind daher nicht möglich. Es darf aber darauf hingewiesen werden, dass beim Ersatz von Formaldehyd durch andere Aldehyde oder andere biozide Wirkprinzipien (z. B. Isothiazolone) das teilweise höhere sensibilisierende Potenzial dieser Stoffe bedacht werden muss. Nur im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zusammen mit den Anwendern kann entschieden werden, ob auf eine biozide Ausrüstung von wässrigen Lösungen verzichtet werden kann, z. B. weil sie innerhalb eines Tages verbraucht werden.

Auch in wässrigen Kühlschmierstoffemulsionen wird Formaldehyd als biozide Komponente verwendet, teilweise in Form von Formaldehydabspaltern. Hier gilt ebenso der Vorbehalt, dass formaldehydfreie Ersatzstoffe ein höheres sensibilisierendes Potenzial haben können.

Weitere Anwendungen

Für die Spanplattenproduktion werden formaldehydhaltige Leime in großem Umfang in weitgehend geschlossenen Systemen eingesetzt. Formaldehydfreie Leimsysteme auf der Basis von Isocyanaten sind als Ersatzstoffe kritisch zu bewerten. Über die Verhältnisse bei der Produktion von Leimbindern liegen keine Daten vor.

3.20.5 Beratung

Im Fachbereich „Gefahrstoffe/Toxikologie“ der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) wird eine umfangreiche Datenbank über alle vom Robert Koch-Institut (RKI) gelisteten Desinfektionsmittel geführt, die einen Überblick über die Inhaltsstoffe einzelner Produkte gibt. Der Fachbereich kann bei der Suche nach formaldehydfreien Produkten behilflich sein.

Eickmann [11] hat ein Modell zur Berechnung der Formaldehydbelastung bei Arbeiten im Gesundheitswesen publiziert, das eine Abschätzung ermöglicht, wie sich die von Formaldehydkonzentrationen in Abhängigkeit von den Arbeitsverfahren, den räumlichen Bedingungen und der Lüftungstechnik entwickeln können und welchen Einfluss



vorgesehene Maßnahmen zur Reduzierung der Exposition haben können, z. B. die Reduzierung der Formaldehydkonzentration in der Anwendungslösung.

Literatur

- [1] Exposition des Verbrauchers gegenüber Formaldehyd. Hrsg.: Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin.
www.bfr.bund.de/cm/252/inhalative_exposition_des_verbrauchers_gegenueber_formaldehyd.pdf
- [2] Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI) „Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen“. Bundesgesundheitsbl. 47 (2004) Nr. 1, S. 51-61
- [3] *Waldinger, C.; Jänecke, A.*: Ermittlung der Aldehydexposition bei der Flächen-desinfektion in humanmedizinischen Einrichtungen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 63 (2003) Nr. 7/8, S. 317-324
- [4] Anforderungen an die Hygiene an die Aufarbeitung von Medizinprodukten. Bundesgesundheitsbl. 44 (2001), S. 1115-1126
- [5] *Just, H.-M.*: Alternativen zur Anwendung von Formaldehyd in medizinischen Einrichtungen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft Nr. 63 (2003) Nr. 7/8, S. 331-335
- [6] *Spaethe, A.*: Anatomische Leichenfixation bei niedriger Formaldehydkonzentration. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 63 (2003) Nr. 7/8, S. 335-336
- [7] *Kellner, R.; Thullner, I.; Funk, D.; Hallek, B.; Franke, U.; Radtke, R.; Neumann, H.-D.; Overmann, T.*: Formaldehydexpositionen in Pathologien und Anatomien. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 63 (2003) Nr. 7/8, S. 299-308
- [8] *Thullner, I.*: Formaldehyd im Gesundheitsdienst. Hrsg.: Unfallkasse Hessen.
www.ukh.de/uploads/media/Formaldehyd.pdf#search=%22%22Formaldehyd%20im%20Gesundheitsdienst%22%20Thullner%22
- [9] *Becker, K. W.*: Minimierung der Gefahrstoffexposition in medizinischen Sektionskursen durch Einsatz von Phenoxyethanol. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 63 (2003) Nr. 7/8, S. 337-399
- [10] *Wegscheider, W.*: Messtechnische Untersuchungen in formaldehydbelasteten Arbeitsbereichen des Gesundheitswesens. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 63 (2003) Nr. 7/8, S. 309-315
- [11] *Eickmann, U.*: Modellierung der Formaldehydbelastung bei Arbeiten im Gesundheitsdienst. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 63 (2003) Nr. 7/8, S. 325-330



3.21 Arsenverbindungen (außer Arsenwasserstoff): Expositionsdaten

Arsen ist als Begleitelement in Nichtedelmetallerzen und in geringem Maße in nicht edelmetallhaltigen Recyclingstoffen enthalten. In der Bundesrepublik Deutschland werden bei der Herstellung von z. B. Kupfer, Blei, Zink und Zinn die Arsenbestandteile durch geeignete Verfahrensschritte (z. B. Rösten, Raffinieren) dem weiteren Verhüttungsprozess gezielt entzogen.

In der Glasindustrie wird Arsen als Läuterungs- und Entfärbungsmittel eingesetzt. Außerdem dient es als Legierungsbestandteil zur Erhöhung der Härte und in hoch reiner Form zur Herstellung von GaAs- und InAs-Halbleitern. Arsen trioxid ist dabei das wichtigste Ausgangsprodukt für alle übrigen Arsenverbindungen.

Folgende Arsenverbindungen sind als krebserzeugende Stoffe der Kategorie 1 eingestuft: Arsen trioxid (CAS 1327-53-3); Arsen pentoxid (CAS 1303-28-2); arsenige Säure (CAS 36465-76-6); Arsensäure (CAS 7778-39-4) und ihre Salze, z. B. Bleiarsenat (CAS 3687-31-8) oder Calciumarsenat (CAS 7778-44-1). Für diese Stoffe galt bis zum Inkrafttreten der neuen Gefahrstoffverordnung am 1.1.2005 ein TRK-Wert von $0,1 \text{ mg/m}^3$, der seit dem 1.1.2006 nicht mehr in der TRGS 900 enthalten ist.

In der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA liegen für den Zeitraum von 1995 bis 2005 594 Schichtmittelwerte aus 123 Betrieben vor. Die Schichtmittelwerte wurden über das Berufsgenossenschaftliche Messsystem Gefahrstoffe (BGMG) ermittelt. Sie können einen Anhaltspunkt für die in den genannten Branchen und Arbeitsbereichen auftretenden Expositionshöhen geben.

Von den 594 Schichtmittelwerten wurden 179 durch Messungen an der Person ermittelt sowie 415 stationär. 68 % der an der Person erhobenen Messwerte liegen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Weder der 90-%-Wert noch der 95-%-Wert überschreiten mit $0,01$ bzw. $0,0201 \text{ mg/m}^3$ den alten TRK-Wert. Bei stationären Messungen liegen 60 % Messwerte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze; mit $0,004$ bzw. $0,00815 \text{ mg/m}^3$ werden dabei niedrigere 90- bzw. 95-%-Werte gemessen als bei der Messung an der Person.



Die Aufteilung nach Branchen zeigt, dass der Schwerpunkt der Messungen bei „Hohlglas, Herstellung und Verarbeitung“, „Abfallverbrennung“ sowie in der Keramik- und Ziegeleiindustrie liegt. Sowohl für diese Branchen als auch für Bleihütten, Recyclinganlagen, Gleisbau und Heizkraftwerke liegen die 95%-Werte der Verteilung der Messwerte weit unter dem alten TRK-Wert.

3.22 Schwefeldioxid: Anwendung des Luftgrenzwertes in der Zellstoffindustrie (Branchenregelung)

3.22.1 Hintergrund und Einleitung

In der TRGS 900 vom Januar 2006 findet sich kein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für Schwefeldioxid. Vielmehr hat der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) beschlossen, Schwefeldioxid in der so genannten Bearbeitungsliste zu führen. Das bedeutet, dass derzeit die wissenschaftlichen Grundlagen für die Ableitung eines AGW zusammengetragen und geprüft werden. Basis für die Beratungen ist der Eintrag in der MAK- und BAT-Werteliste der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit dem Grenzwert von $0,5 \text{ ml/m}^3 = 0,5 \text{ ppm}$.

Im Jahre 2002 hat der AGS ein Begründungspapier für Schwefeldioxid verabschiedet, in dem typische Expositionswerte nach dem Stand der Technik zusammengetragen wurden und ein technisch begründeter Grenzwert genannt wird. Diese Regelung sah für den Bereich der Zellstoffindustrie einen Grenzwert von 1 ml/m^3 (bzw. 2 ml/m^3 bis zum 28.2.06) vor. Zu diesem Zeitpunkt wurden durch die Industrie erhebliche Anstrengungen unternommen, die Konzentration am Arbeitsplatz zu senken, z. B. durch Absaugungen an den Probenahmestellen, Beseitigung von Undichtigkeiten und Verbesserung der Ablauforganisation. Die verschiedenen Arbeitsverfahren in der deutschen Zellstoffindustrie wurden in den letzten Jahren eingehend messtechnisch erfasst; die Berichte werden in den einzelnen Betrieben vorgehalten.

Die Erhebungen zeigen, dass eine technische Lösung zur Absenkung der Expositionen auf ca. $0,5 \text{ ml/m}^3$ nicht umfassend machbar ist. Um die Belastung der Beschäftigten möglichst gering zu halten, hat man sich für persönliche Schutzmaßnahmen als zusätzliche



Maßnahmen entschieden, da sich Expositionskonzentrationen in der Größenordnung von $0,5 \text{ ml/m}^3$ nur durch gezielten Einsatz geeigneter persönlicher Atemschutzsysteme erreichen lassen.

Mit Bezug auf die neue Gefahrstoffverordnung kann die Konzeption wie folgt zusammengefasst werden:

- Es sind technische und organisatorische Maßnahmen einzuleiten, mit dem Ziel der Minimierung der freigesetzten SO_2 -Konzentrationen.
- Zeiträume mit Tätigkeiten, in denen SO_2 -Expositionen oberhalb von $0,5 \text{ ml/m}^3$ vorliegen und in denen PSA getragen werden muss, sind zu beschreiben.

Die zur Minimierung der Gefährdung notwendigen Maßnahmen legen die betroffenen Betriebe in Abstimmung mit der staatlichen Aufsicht und der zuständigen Berufsgenossenschaft (Papiermacher-Berufsgenossenschaft, Mainz) fest. Es ist vorgesehen, die Arbeitsschutzmaßnahmen, die in dem Zusammenhang verbindlich werden, auch in BG/BGIA-Empfehlungen zu beschreiben.

Mit dieser Vorgehensweise wird den Unternehmen Rechtssicherheit in Bezug auf die Auslegung der Gefahrstoffverordnung für ihre Branche gegeben und die Arbeitsschutzbehörden können im Interesse der Betriebe und der Beschäftigten diese Arbeitsplätze nach einem einheitlichen Standard überwachen.

3.22.2 Die deutsche Sulfitzellstoffindustrie

Weltweit wird Zellstoff fast ausschließlich nach dem Sulfat- (ca. 90 %) und dem Sulfitverfahren (ca. 10 %) hergestellt. Die in Deutschland noch existierenden vier Sulfitzellstofffabriken arbeiten auf einem hohen Umwelt- und Arbeitsschutzniveau. Eine Umrüstung der deutschen Sulfitwerke auf das Sulfatverfahren ist aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht möglich. Dabei würden gravierende Probleme anderer Art hervorgerufen; hier sei insbesondere das Geruchsproblem erwähnt.

3.22.2.1. Beschreibung des Sulfitverfahrens

Bei der Sulfitzellstoffkochung (Kocherei) wird Holz mit schwefeldioxidhaltiger Magnesiumhydrogensulfitlösung aufgeschlossen. Dies erfolgt batchweise in Druckbehältern



(6 bis 10 bar) mit ca. 200 m³ Fassungsvermögen bei ca. 140 °C in ca. 6 bis 8 h oder in kontinuierlichen Kochern bei ähnlichen Bedingungen. Dabei geht das im Holz enthaltene Lignin größtenteils in Lösung und kann durch Wäsche von den Zellstofffasern abgetrennt werden. Anschließend wird der Zellstoff in der Sortierung einer mechanischen Reinigung unterzogen. Dabei werden Rindenteilchen, Holzreste, Sand und ähnliche Verunreinigungen abgetrennt.

Zur Erfassung von organischen Substanzen und der darin enthaltenen Aufschlusschemikalien Schwefeldioxid und Magnesium müssen diese zur Führung eines wirtschaftlichen Prozesses zu > 99 % vom Kocherzellstoff abgetrennt werden. Dies erfolgt in einem mehrstufigen geschlossenen Gegenstromwaschprozess mit Trommelwaschfiltern bzw. Waschpressen, Diffuseuren oder Druckdiffuseuren (Wäsche). Die erfassten gelösten Substanzen, die so genannte Dünnlauge, haben einen Trockensubstanzgehalt von ca. 15 %, der in einer Eindampfanlage auf ca. 60 % aufkonzentriert wird.

In Spezialkesseln wird dann diese so genannte Dicklauge verbrannt. Dabei erfolgt die Aufspaltung in die Aufschlusschemikalien Schwefeldioxid und Magnesiumoxid. In einer mehrstufigen Rauchgasentschwefelungsanlage (REA) werden die Chemikalien Schwefeldioxid und Magnesiumoxid wieder zurück gewonnen. In dieser Anlage wird mit diesen Chemikalien wieder die Magnesiumhydrogensulfidlösung für die Kochung hergestellt.

3.22.2.2 Betriebspersonal

Das Betriebspersonal, das die Prozessstufen unmittelbar überwacht und steuert, besteht aus folgenden Personen.

- Kocherwärter und evtl. ein Gehilfe
Der Kocherwärter ist für die Steuerung des Kochprozesses verantwortlich.
- Wärter Zellstoffwäsche
Er ist für die Erfassung der ligninhaltigen Flüssigkeit zuständig.
- REA-Wärter
Er ist für die Betreuung der Rauchgasentschwefelungsanlage zuständig.

Da der Produktionsbetrieb 24 Stunden pro Tag erfolgt, müssen für einen funktionierenden Schichtbetrieb (3 x 8 Stunden) pro Funktionsstelle ca. fünf Mitarbeiter eingesetzt werden.



3.22.2.3 Tätigkeiten in einer Sulfitzellstofffabrik

Folgende Tätigkeiten fallen für das oben genannte Betriebspersonal typischerweise an:

- Probenahme flüssiger schwefeldioxidhaltiger Proben,
- Analysentätigkeiten einschließlich Entsorgung der oben genannten Proben,
- Befüllen der Kocher,
- Öffnen des Kochers nach der Entleerung,
- Kontrollgänge im gesamten Bereich,
- Reinigungsarbeiten im gesamten Bereich,
- Entstörungsarbeiten im gesamten Bereich,
- Überwachung des gesamten Prozesses,
- An- und Abfahren der Anlagen.

3.22.2.4 Persönliche Schutzausrüstungen

Im Normalbetrieb kann eine Konzentration von $0,5 \text{ ml/m}^3$ Schwefeldioxid in den Bereichen Kocherei, Zellstoffwäsche und REA als Viertelstunden-Mittelwert eingehalten werden. Regelmäßig führen besondere Prozesszustände und auch temporäre Leckagen dazu, dass der Wert von $0,5 \text{ ml/m}^3$ überschritten wird. Es ist vorgesehen, Konzentrationen $\geq 0,5 \text{ ml/m}^3$ durch kontinuierlich messende Messeinrichtungen (Dauerüberwachung) und eine Alarmvorrichtung anzuzeigen. Für den Zeitraum dieser Überschreitungen sind vom Bedienungspersonal und eventuell auch vom Wartungs- und Reparaturpersonal geeignete Persönliche Schutzausrüstung wie z. B. Vollmasken zu tragen.

3.23 Styrol im Säureschutzbau (Branchenregelung)

Der MAK-Wert für Styrol von 20 ml/m^3 bzw. 86 mg/m^3 wurde vom Unterausschuss III „Gefahrstoffbewertung“ des Ausschusses für Gefahrstoffe (AGS) geprüft und als Arbeitsplatzgrenzwert im Sinne der neuen GefStoffV vom Dezember 2004 in die TRGS 900 übernommen. Kurzzeitige Spitzenkonzentrationen sind gemäß der Kurzzeitwertkategorie II zu bewerten; der Überschreitungsfaktor beträgt 2.



Die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) führt Styrol in der MAK- und BAT-Werte-Liste 2006 als krebserzeugend Kategorie 5. Das heißt, Styrol ist als Stoff mit krebserzeugender und genotoxischer Wirkung anzusehen, seine Wirkungsstärke wird jedoch als so gering erachtet, dass bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes und des BAT-Wertes kein nennenswerter Beitrag zum Krebsrisiko für den Menschen nach derzeitiger Datenlage zu erwarten ist.

Im Säureschutzbau werden Arbeiten durchgeführt, bei denen Oberflächen durch Beschichtung vor aggressiven chemischen Agenzien geschützt werden. In einem Teilbereich des Säureschutzbaus wird mit Styrol umgegangen; hier führen etwa 700 Monteure Tätigkeiten mit Styrol durch (Stand Anfang 2006; auf weitere Baukolonnen gibt es Hinweise). Sie arbeiten zwar nicht ausschließlich mit Styrol, haben aber regelmäßig Umgang mit diesem Stoff.

Insgesamt musste festgestellt werden, dass der Arbeitsplatzgrenzwert für Styrol auch bei guten Lüftungsverhältnissen und trotz eingesetzter Absaugung regelmäßig überschritten ist. Die Ursache hierfür liegt vor allem im großflächigen Auftrag der Styrolharze sowohl auf Fußböden als auch auf Wänden. Diese Arbeitsweise ist nur wenig variabel und erlaubt keine vollständige Absaugung.

Daher schreibt die Branchenregelung „Säureschutzbau“ die schon seit Mitte der 1990er Jahre geltende Regelung hinsichtlich einer Ausnahme vom Verbot des ständigen Tragens von belastender Persönlicher Schutzausrüstung fort. In der Branchenregelung ist auch die Vorgehensweise zur Beantragung dieser Ausnahmegenehmigung beschrieben.

Die Branchenregelung „Säureschutzbau“ wurde entsprechend den Vorgaben der TRGS 440 in Zusammenarbeit von Arbeitgebern und Arbeitnehmern, Arbeitsschutzbehörden der Länder und den Berufsgenossenschaften erarbeitet. Sie beschreibt Schutzmaßnahmen sowie die beim Gefahrguttransport zu berücksichtigenden Regelungen und stellt eine Vorgehensweise dar, an der sich die Betriebe in der Praxis ausrichten



können. Die Branchenregelung sowie erläuternde Papiere können im Internet unter der Adresse www.gisbau.de/service/saeure/saeureb.htm heruntergeladen werden.

Für die Säureschutzbau-Unternehmen entsteht mit der Branchenregelung Planungssicherheit, insbesondere im Verhältnis zu den Auftraggebern. Mit der Branchenregelung können sie jetzt ein von den Arbeitsschutzbehörden akzeptiertes Konzept vorlegen. Damit wird die Industrie entlastet, aber auch die Arbeitsschutzbehörden haben Vorteile, da sie sich nicht bei jeder Baustelle erneut mit der komplexen Problematik befassen müssen, die eine interdisziplinäre Zusammenarbeit erfordert. Auch die Gewerkschaften stehen hinter dem Konzept, dessen Grundlage eine ständige Überschreitung von Arbeitsplatzgrenzwerten ist, falls nicht Persönliche Schutzausrüstung getragen wird.

Die Branchenregelung „Säureschutzbau“ nutzt die Freiheiten der Gefahrstoffverordnung, um konkret für diese Branche das Schutzziel zu erreichen. Ein solch konkreter Bezug auf die besonderen Belange einer Branche ist nicht in einer Verordnung möglich, weshalb es wünschenswert ist, dass auch andere Branchen ähnlich vorgehen. Wenn dies, wie bei der Branchenregelung Säureschutzbau, von allen Beteiligten getragen wird, kann selbst eine von der Verordnung eigentlich nicht gewünschte Vorgehensweise, wie das ständige Tragen belastender Persönlicher Schutzausrüstung, der optimale Weg sein. Die Branchenregelung gibt konkrete Hinweise zu Schutzhandschuhen, Schutzschuhen und Hautschutz. Sie setzt die TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt“ branchenspezifisch um.

3.24 Faserstäube

3.24.1 Allgemeine Hinweise

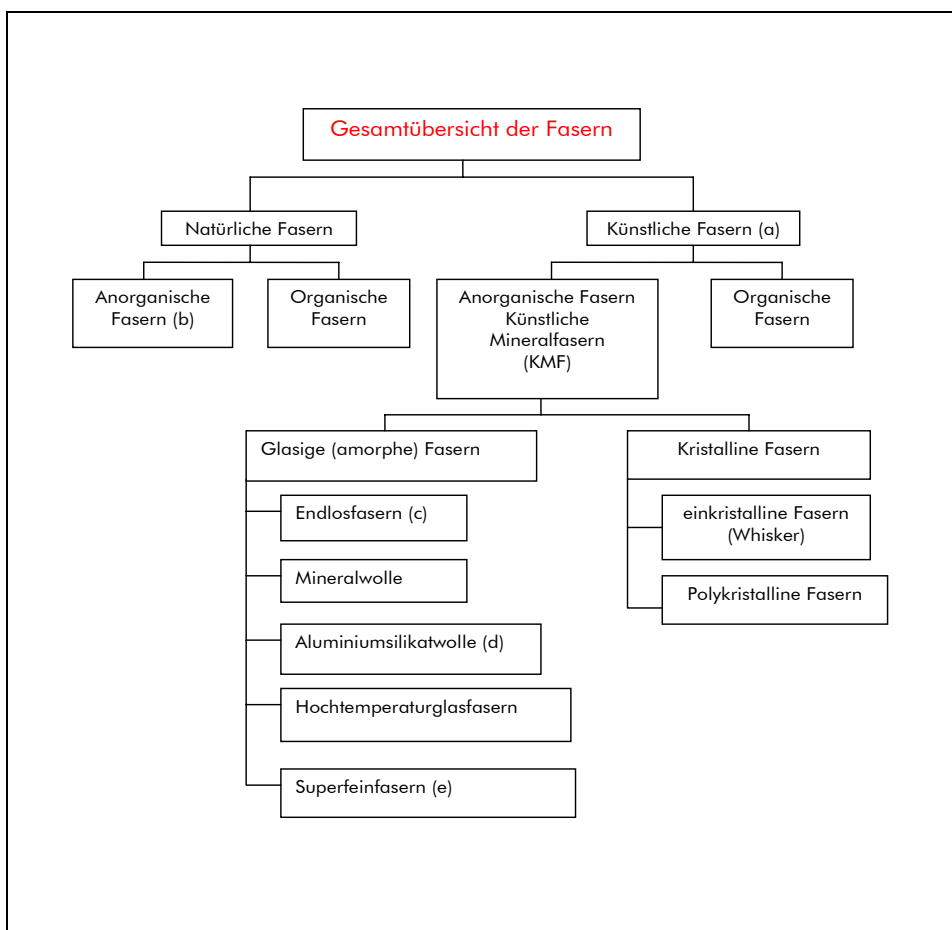
In zahlreichen Industriezweigen und Branchen der Volkswirtschaft wird mit Produkten (Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse) umgegangen, bei deren Herstellung und Verwendung faserförmige Stäube freigesetzt werden [1]. Der Begriff Fasern ist die Sammelbezeichnung für verschiedene Formen von Fasermaterialien. Ein wesentliches



Merkmal aller Fasern ist geometrische Gestalt in Form lang gestreckter Partikel, deren Länge groß gegenüber dem Durchmesser ist (z. B. $> 5 : 1$).

Eine Gesamtübersicht über die verschiedenen Arten von Fasern vermittelt Abbildung 5.

Abbildung 5:
Gesamtübersicht der Fasern [1 bis 3]



- a) Hierbei nicht berücksichtigt sind Begleitfasern, z. B. aus thermischen Prozessen u. ä.
 b) siehe z. B. VDI 3469 [2]. Hierbei gehören sowohl technisch als Fasern genutzte Minerale als auch Begleitfasern in technisch benutzten Mineralien.
 c) Der Begriff „Endlofasern“ bezieht sich auf den Herstellungsprozess. Hierzu gehören auch Kurz- und Stapelfasern, die bei der Aufbereitung (Zerhacken) entstehen.
 d) Aluminiumsilikatwolle zeichnet sich insbesondere durch ihre hohe Temperaturbeständigkeit (Klassifikationstemperatur) aus.
 e) Auch als Fasern für Spezialanwendungen bezeichnet.

Die Abbildungen 6 bis 8 (siehe Seite 128 ff.) zeigen eine weiter differenzierte Unterteilung in Faserklassen und -arten für natürliche anorganische Fasern sowie für künstlich



hergestellte anorganische glasige und kristalline Fasern. Wie später noch gezeigt wird, kann hier für alle organischen Fasern auf eine weitere Differenzierung verzichtet werden.

Eine besondere Bedeutung kommt den Asbestfasern aufgrund ihrer nachgewiesenen kanzerogenen Wirkung beim Menschen und der damit verbundenen hohen gesundheitlichen Gefährdung zu. Deshalb gibt es auch eine Vielzahl besonderer Festlegungen zum Schutz vor Asbest, die nicht in diesem Papier, sondern an anderer Stelle behandelt werden [4]. Das Inverkehrbringen und die Verwendung von Asbest und asbesthaltigen Materialien sind seit 1993 bis auf wenige, in der Praxis nicht relevante Ausnahmen untersagt.

Abbildung 6:
Natürliche anorganische Fasern [1 bis 3]

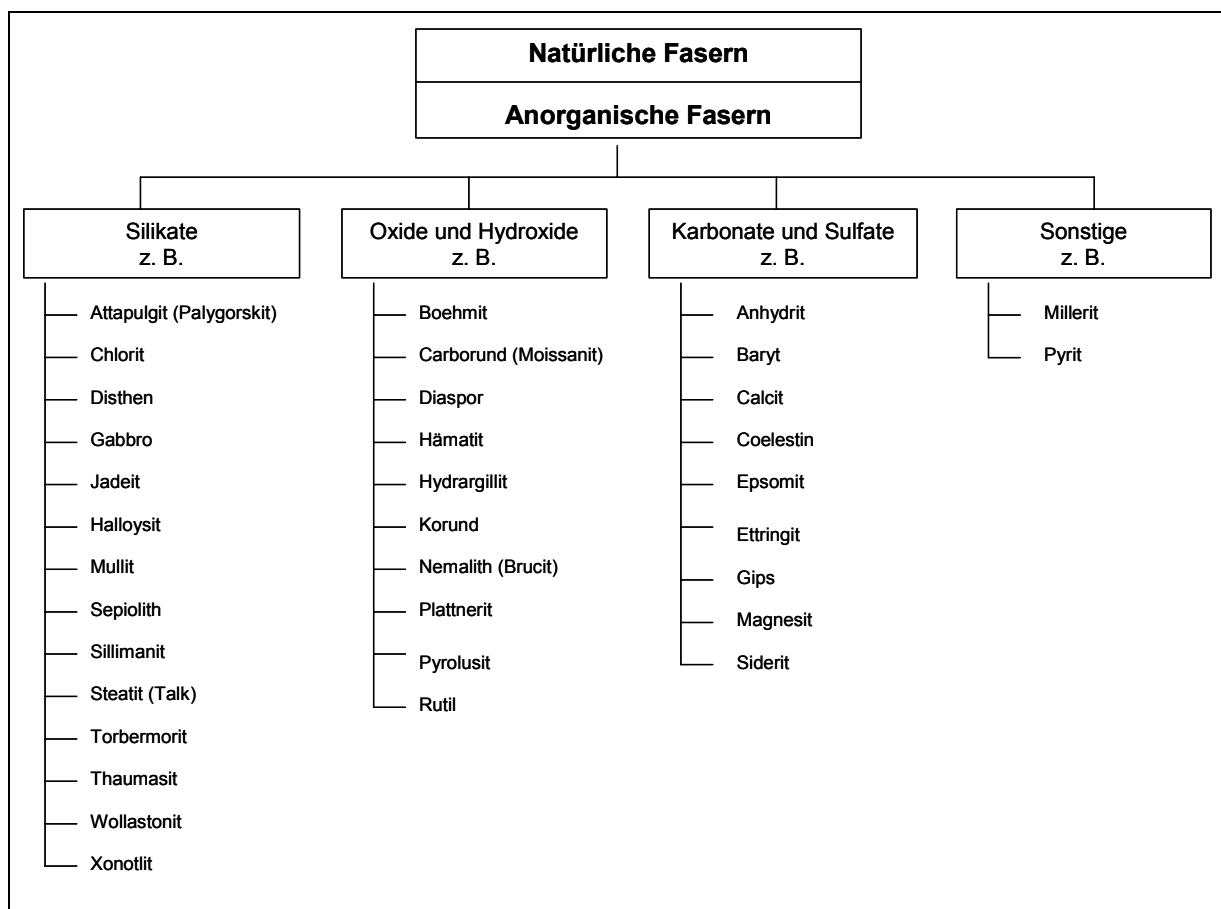




Abbildung 7:
Künstlich hergestellte anorganische glasige Fasern [1 bis 3]

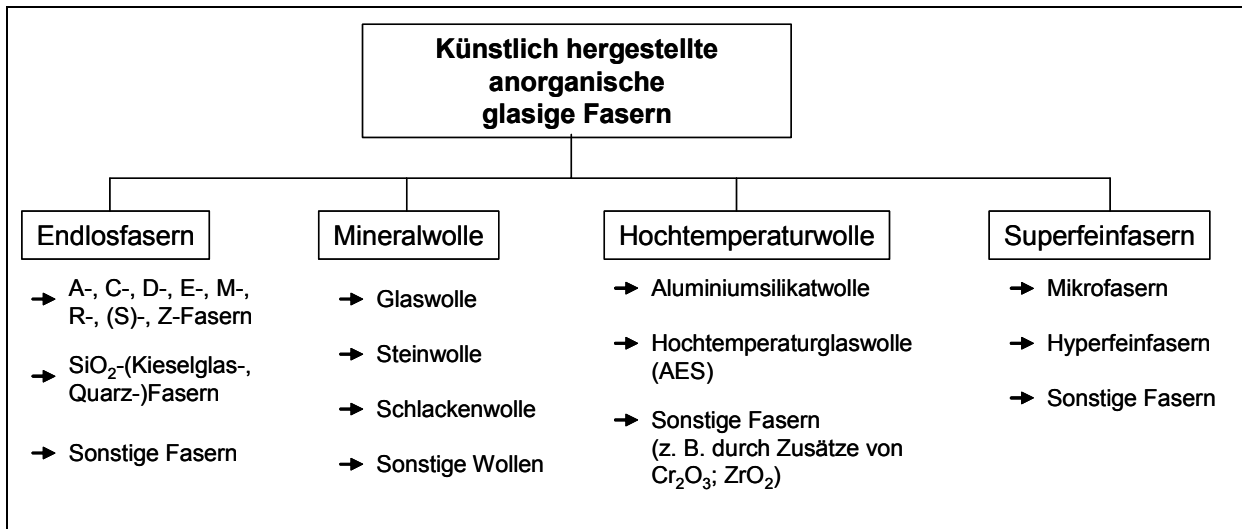
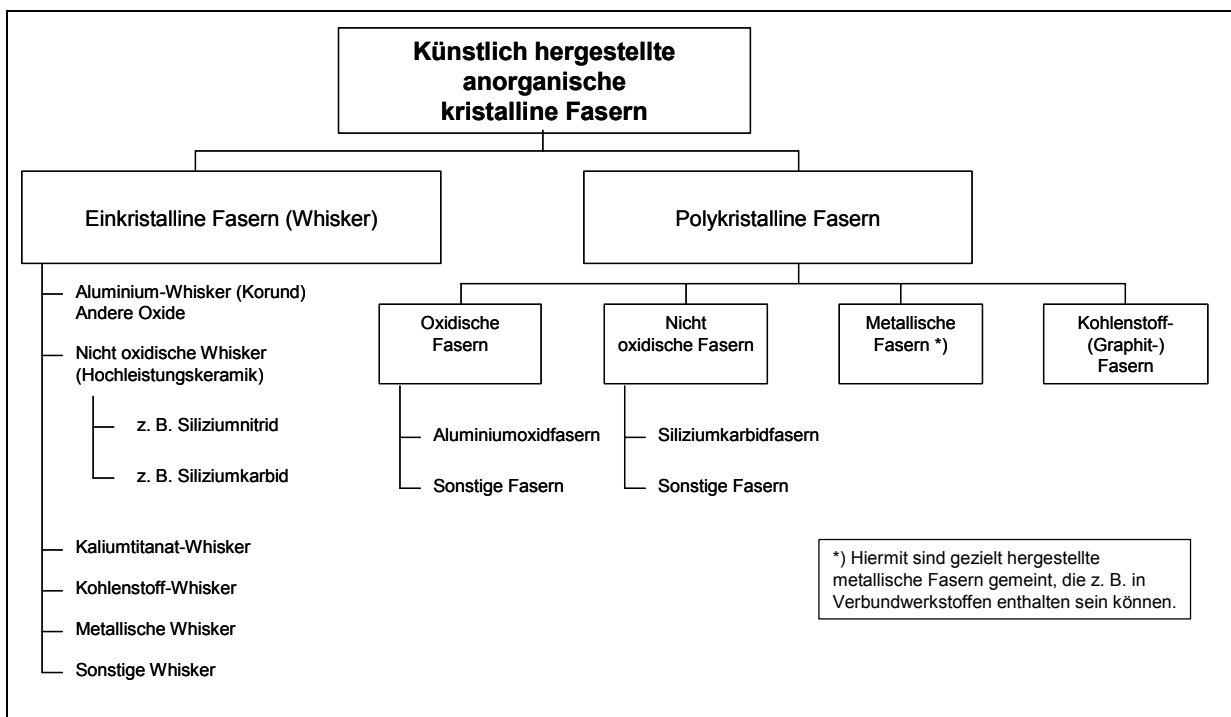


Abbildung 8:
Künstlich hergestellte anorganische kristalline Fasern [1; 3]





Entscheidend für eine mögliche Gesundheitsgefährdung beim Umgang mit faserförmigen oder faserhaltigen Produkten in der Arbeitsumwelt ist die Freisetzung von faserförmigen Stäuben mit gefährlichen Eigenschaften. Entsprechend dem jeweiligen Wirkungspotenzial werden folgende Stäube unterschieden:

1. krebserzeugende Faserstäube (Kategorien 1, 2 und 3) nach den Kriterien des Anhangs VI der Richtlinie 67/548/EWG [5],
2. nicht krebserzeugende Faserstäube aus Stoffen, die ein stoffspezifisches Wirkungspotenzial aufweisen,
3. Faserstäube ohne krebserzeugendes und ohne stoffspezifisches Wirkungspotenzial, die eine unspezifische Wirkung (allgemeine Staubwirkung) auf die Atemorgane haben.

Zu den unter 3. genannten Faserstäuben gehören alle natürlichen und künstlich hergestellten organischen Fasern. Eine Ausnahme bildet Baumwolle, die unter 2. einzuordnen ist und einen Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) hat. Aber auch einige künstlich hergestellte anorganische glasige Fasern (KMF) sind unter 3. einzuordnen (siehe 3.24.2). Für alle diese Fasern gilt der Allgemeine Staubgrenzwert in Höhe von 3 mg/m^3 für die A-Fraktion und 10 mg/m^3 für die E-Fraktion, d. h. es existiert ein AGW. Sie werden deshalb im Rahmen der vorliegenden Handlungshilfe nicht weiter betrachtet.

Für Gipsfasern gilt der AGW für Calciumsulfat nach TRGS 900. Wollastonit wird mit dem Allgemeinen Staubgrenzwert beurteilt. Diese Fasern sind deshalb nicht Gegenstand dieser Handlungshilfe.

Von einer krebserzeugenden Wirkung von Fasern ist immer dann auszugehen, wenn diese ausreichend lang, dünn und biobeständig sind. Dies trifft auf eine ganze Reihe von Fasern zu, wobei die kanzerogene Potenz sehr unterschiedlich sein kann. Es wurden drei Kategorien von krebserzeugenden Stoffen festgelegt [5]. Entsprechend der kanzerogenen Wirkung wird der jeweilige Fasertyp in die entsprechende Kategorie (siehe auch Abschnitt 3.24.2) eingestuft.



Für alle krebserzeugenden Fasern existieren unabhängig von der Kategorie der Einstufung bisher keine Arbeitsplatzgrenzwerte. Für diese Faserstäube wurde die folgende Handlungshilfe erstellt.

3.24.1.1 Hinweise zur Anwendung der Handlungshilfe

- ❑ Der Abschnitt 3.24.2 (Einstufung der Faserstäube) gibt detaillierte Informationen, die bei der Einstufung eines Faserstoffes zu beachten sind. Für den Anwender von Fasermaterialien, deren Einstufung bereits bekannt ist, kann dieser Abschnitt übersprungen werden.
- ❑ Abschnitt 3.24.3 (Gefährdungsbeurteilung) zeigt dann die Vorgehensweise bei der Gefährdungsbeurteilung auf der Grundlage der neuen Gefahrstoffverordnung.
- ❑ In Abschnitt 3.24.4 (Hinweise zur Exposition und zum Stand der Technik) findet man Daten zur Exposition gegenüber Faserstäuben aus unterschiedlichen Bereichen der Herstellung und Anwendung für gängige Faserprodukte. Zu den beschriebenen Tätigkeiten werden etablierte Schutzmaßnahmen genannt. Entsprechende Informationen finden sich speziell
 - für Aluminiumsilikatwolle (Keramikfasern) im Abschnitt 3.24.4.1,
 - Mineralwolle-Dämmstoffe (Abschnitt 3.24.4.2) und
 - Hochtemperaturglaswolle (AES) (Abschnitt 3.24.4.3).

Somit kann zur Beurteilung bestimmter Tätigkeiten mit Fasermaterialien festgestellt werden, ob der Stand der Technik erreicht ist.

Bei der Anwendung von Mischfasern sind besondere Hinweise zu beachten, die in Abschnitt 3.24.4.4. zusammengestellt sind.

Zur Entscheidungsfindung bei dieser Vorgehensweise und zum tieferen Verständnis der gesamten Materie dienen die nachstehenden Ausführungen, die u. a. in ein weiter konkretisiertes Ablaufschema (Abbildung 9, siehe Seite 145) münden.



Zu den wesentlichen Maßnahmen der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [6] gehört die Prüfung der Substitution von eingesetzten Stoffen durch solche, die nicht oder weniger gefährlich sind.

Weiterhin bestehen auch Herstellungs- und Verwendungsverbote. Neben Asbest gibt es ein derartiges Verbot (Anhang IV Nr. 22 der GefStoffV) für einige glasige künstliche Mineralfasern – so genannte biopersistente Fasern (Fasern mit krebserzeugendem Potenzial). In Abschnitt 3.24.2 wird explizit angegeben, um welche Fasern es sich dabei handelt.

Die bisherigen Darstellungen zu den Faserstäuben beziehen sich nur auf die arbeitsmedizinisch-toxikologischen Gefährlichkeitsmerkmale. Für eine stoffspezifische Gesamtbeurteilung der Gefährdung, wie sie die neue GefStoffV fordert, sind jedoch auch Gefährdungen durch physikalisch-chemische Eigenschaften, insbesondere Brand- und Explosionsgefahren und durch besondere Eigenschaften im Zusammenhang mit bestimmten Tätigkeiten, Zuständen oder Vorgängen, zu ermitteln [7]). In der Regel treten beim Umgang mit anorganischen Faserstäuben weder Brand- und Explosionsgefahren auf, noch besteht durch Faserstäube eine Gefährdung durch besondere Eigenschaften³ (siehe Ablaufschema der Gefährdungsbeurteilung – Abschnitt 3.24.3). Bei der Verarbeitung bzw. Verwendung von Fasermaterialien werden auch Einwirkungen von nicht lungengängigen Fasern auf Schleimhäute, Augen, die oberen Atemwege und die Haut beobachtet (z. B. Augenreizungen, Hustenreiz, Hautrötung). Sinnvolle Schutzmaßnahmen werden z. B. in der TRGS 521 [3] und in der Handlungsanleitung „Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle)“ [8] dargestellt.

³ In speziellen Fällen sollte eine Prüfung erfolgen.



3.24.2 Einstufung der Faserstäube

Wie einleitend bereits erwähnt, ist die Kenntnis der Einstufung der jeweiligen Faser der erste entscheidende Schritt für die Gefährdungsbeurteilung und zur Festlegung der adäquaten Schutzmaßnahmen.

Als krebserzeugend wird hierbei eine Faser dann angesehen, wenn sie die in Anhang VI der Richtlinie 67/548/EWG [5] genannten Kriterien für die Einstufung als krebserzeugenden Stoff erfüllt oder die in einer Bekanntmachung des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales nach § 21 Abs. 4 der GefStoffV als krebserzeugend bezeichnet wird (siehe auch TRGS 905 [9] und Begründung zur Einstufung von Stoffen [10]).

In den Abbildungen 5 bis 8 werden Hinweise zur Einstufung meist nur für ganze Fasergruppen (z. T. mit Beispielen) angegeben. So umfasst z. B. die Gruppe der natürlichen anorganischen Fasern ca. 2 000 verschiedene Arten, davon ca. 100 von technischem Interesse, wobei davon wiederum die am häufigsten in der Praxis angewendeten aus Abbildung 6 ersichtlich oder in der VDI-Richtlinie 3469 Blatt 1 [2] aufgeführt sind.

Von den künstlich hergestellten anorganischen Fasern existieren mehr als 70 Varianten mit mehr als 35 000 geschätzten Anwendungsfällen. Auch hier sind die wesentlichen Faserarten in den Abbildungen 7 und 8 angegeben.

In vielen Fällen ermöglichen diese Übersichten bereits eine exakte Zuordnung der einzelnen Fasern, mit denen Tätigkeiten durchgeführt werden. In Tabelle 18 (siehe Seite 134) wurden zusätzlich die häufigsten in der Praxis verwendeten Fasern mit Angabe der jeweiligen Einstufung aufgelistet. Verständlicherweise können hier nicht alle Fasertypen hier aufgeführt werden. Deshalb wird auch auf die Forderung der GefStoffV verwiesen, die Hersteller oder Einführer von Stoffen und Zubereitungen zur Einstufung verpflichtet. Informationen können daher auch den Sicherheitsdatenblättern entnommen werden. In der Praxis dürften in vielen Fällen aber nur unzureichende Informationen für eine Nachfrage beim Hersteller oder Einführer vorliegen. Im Allgemeinen werden besonders Informationen über bereits eingebaute oder in der Vergangenheit



hergestellter Stoffe und Zubereitungen fehlen. Für die notwendige Ermittlung, mit welchen Faserarten überhaupt umgegangen wird, gibt die TRGS 521 „Faserstäube“ [3] erste Hinweise. Weitere Informationen können auch der Literatur entnommen werden [11]. Eine Internetsuche (auch über den Handelsnamen) ermöglicht in nahezu allen Fällen zumindest eine Aussage darüber, ob es sich um eine organische oder anorganische Faser (meist mit der Unterscheidung zwischen natürlichen und künstlich hergestellten Fasern) handelt. Damit ist häufig bereits eine Einstufung möglich.

Tabelle 18:
Einstufung bestimmter Faserarten, in alphabetischer Reihenfolge

Faserart/-typ	K1	K2	K3	K0	Bemerkungen
A-,C-,D-,E-,M-,R-, (S-),Z-Fasern				X	Endlos-/Textilglas-Fasertypen
AES-Faser				X	Abk. für Alkaline Earth Silikate Wool, Synonym für Hochtemperaturglaswolle
Aluminiumfaser					Umgangsbezeichnung für Aluminiumoxid- oder Aluminiumsilikatfaser
Aluminiumoxidfaser			X		polykristalline Faser
Aluminiumsilikatwollen		X			Fachterminus für Keramikfaser
Aluminium-Silikat-Zirkon-Wolle		X			Keramikfaser mit Zirkonanteil
Aluminium-Whisker			X		kristalline KMF; einkristalline Faser
Amosit	X				Asbestfaser; Verwendungsverbot
Amphibol	X				Asbestfaser; Verwendungsverbot
Anhydrit			X		natürliche anorganische Faser
Anthophyllit	X				Asbestfaser; Verwendungsverbot



Faserart/-typ	K1	K2	K3	K0	Bemerkungen
Aramidfaser				X	künstliche organische Faser
Attapulgit		X			natürliche anorganische Faser
Basaltfaser/Basaltwolle			X	X	Synonym für Steinwolle
Baumwolle				X	natürliche organische Faser mit AGW
Brucit			X		natürliche anorganische Faser
Calcit			X		natürliche anorganische Faser
Calcium-Magnesium-Silikat-Wolle			X	X	AES-Wolle
Calcium-Magnesium-Zirkon-Silikat-Wolle			X	X	AES-Wolle
Carborund			X		natürliche anorganische Faser
Cellulosefasern				X	organische Faser
CFK			X		Abk. für carbon fibre composites; kohlenstofffaserverstärkte Verbundwerkstoffe
Chrysotil	X				Asbestfaser; Verwendungsverbot
Flachsfaser				X	natürliche organische Faser
FVK		X	X	X	Abk. für faserverstärkte Kunststoffe
Gabbro			X		natürliche anorganische Faser
GFK				X	Abk. für glasfaserverstärkte Kunststoffe
Gips				X	natürliche anorganische Faser mit AGW
Glasfaserverstärkte Kunststoffe				X	Kunststoffe mit eingebetteten Textilglasfasern



Faserart/-typ	K1	K2	K3	K0	Bemerkungen
Glaswolle			X	X	Mineralwolle
Graphitfaser			X		Kohlenstofffaser
Halloysit			X		natürliche anorganische Faser
Hochtemperaturglasfaser			X	X	glasige KMF
Hochtemperaturglaswollen		X	X	X	Gruppe der KMF für den Hochtemperatureinsatz; zur Einstufung Faserart näher bestimmen
Hochtonerdefaser			X		Aluminiumoxidfaser
HTGW				X	Abk. für Hochtemperaturglaswolle
Hyperfeinfaser			X	X	glasige KMF der Gruppe Superfeinfasern
Kaliumtitanat-Whisker			X		kristalline KMF; einkristalline Faser
Karbonfaser			X		Kohlenstofffaser
Keramikfaser		X			Aluminiumsilikatwolle
Kevlarfaser				X	künstliche organische Faser
Kieselglasfaser				X	SiO ₂ -Faser, Endlosfaser/Textilglas
KMF		X	X	X	Abk. für künstliche Mineralfasern; zur Einstufungsentscheidung Faserart näher bestimmen
Kohlefaser			X		Umgangsbezeichnung für Kohlenstofffaser
Kohlenstofffaser			X		polykristalline KMF
Kohlenstoff-Whisker			X		kristalline KMF; einkristalline Faser
Kohleverbundwerkstoff			X		Umgangsbezeichnung für kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe



Faserart/-typ	K1	K2	K3	K0	Bemerkungen
Korund			X		natürliche anorganische Faser
Krokydolith	X				Asbestfaser; Verwendungsverbot
Magnesit			X		natürliche anorganische Faser
Magnesiumsilikatfaser			X	X	AES-Wolle
Mikrofasern			X	X	glasige KMF der Gruppe Superfeinfasern
Millerit			X		natürliche anorganische Faser
Mineralwolle			X	X	Gruppe der glasigen KMF
Mullit			X		natürliche anorganische Faser
Nemalit (Brucit)			X		natürliche anorganische Faser
Palygorskit		X			Synonym für Attapulgit
Plattnerit			X		natürliche anorganische Faser
Quarzfaser				X	SiO ₂ -Faser, Endlosfaser/Textilglas
RCF			X		Abk. (engl.) für Refractory Ceramic Fibre, Aluminiumsilikatwolle
Rutil			X		natürliche anorganische Faser
Schlackenwolle			X		Mineralwolle
Sepiolit			X		natürliche anorganische Faser
Siderit			X		natürliche anorganische Faser
Siliciumkarbidfaser		X			kristalline KMF; polykristalline Faser
Siliciumkarbid-Whisker		X			kristalline KMF; einkristalline Faser
Siliciumnitrid-Whisker		X			kristalline KMF; einkristalline Faser



Faserart/-typ	K1	K2	K3	K0	Bemerkungen
SiO ₂ -Faser				X	Endlosfaser/Textilglas
Spezialglasfaser			X	X	Synonym für Superfeinfaser
Steatit (Talk)			X		natürliche anorganische Faser
Steinwolle			X	X	Mineralwolle
Superfeinfaser			X	X	Gruppe der glasigen KMF
Talkfaser			X		natürliche anorganische Faser
Textilglasfaser				X	glasige KMF, der Gruppe Endlosfasern
Whisker		X	X		kristalline KMF; einkristalline Faser
Wollastonit				X	natürliche anorganische Faser mit AGW

Hinweis: Als Wollen bezeichnet man die ungeordnete Anhäufung von Fasern mit unterschiedlichen Längen und Durchmessern (nach EU auch „ungerichtete Fasern“)

Für die Einstufung der Fasern sind die folgenden Kriterien von entscheidender Bedeutung:

- Fasergeometrie und
- Biopersistenz der Fasern oder
- chemische Zusammensetzung

Bezüglich der geometrischen Abmessungen werden nach dem derzeitigen Erkenntnisstand nur solche Fasern als krebserzeugend angesehen, die wie folgt beschaffen sind:

- Länge > 5 µm
- Durchmesser < 3 µm
- Verhältnis Länge : Durchmesser > 3 : 1



Fasern, die diese weltweit gültige Konvention erfüllen, werden als „WHO-Fasern“ oder „Fasern kritischer Abmessungen“ bezeichnet. Dabei ist nicht entscheidend, dass das gesamte Material aus Fasern der kritischen Abmessungen besteht. So beträgt der Massenanteil der WHO-Fasern z. B. bei einer Mineralwolle etwa 1 bis 3 Massen-%.

Beim Umgang mit Faserstoffen werden in der Regel immer Fasern kritischer Abmessungen freigesetzt. Zu den Ausnahmen gehören die handelsüblichen Endlosfasern (Textilglasfasern), die generell Durchmesser $> 3 \mu\text{m}$ aufweisen; sie werden deshalb nicht als krebserzeugend eingestuft. Zu beachten ist jedoch, dass für spezielle Anwendungen inzwischen auch Carbonfasern mit einem Durchmesser von $< 3 \mu\text{m}$ verfügbar sind. Diese Endlosfasern sind in K3 als sonstige anorganische Fasern eingestuft.

Um eine krebserzeugende Wirkung zu entfalten, müssen die Fasern im Zielorgan des menschlichen Organismus eine gewisse Zeit lang beständig sein und verweilen. Angaben hierzu – man spricht von Biopersistenz – basieren in der Regel auf speziellen tierexperimentellen Untersuchungen. So erfolgen Aussagen zur Biopersistenz für die glasigen KMF auf der Grundlage der Halbwertszeit nach intratrachealer Instillation oder eines geeigneten Intraperitonealtests [12].

Für glasige KMF wird in Deutschland auch der so genannte Kanzerogenitätsindex KI, der aus der chemischen Zusammensetzung der Faser bestimmt wird, als Kriterium für die Einstufung von Fasern im Hinblick auf die Festlegung von Schutzmaßnahmen sowie für die Entscheidung über Herstellungs- und Verwendungsverbote (nach Anh. IV Nr. 22 Gefahrstoffverordnung [6]), zugelassen.

Es sei noch auf die Besonderheit hingewiesen, dass die EU-Richtlinie 67/548/EWG eine besondere Regelung zum Durchmesser von Fasern enthält, die bei den glasigen KMF jedoch zu keiner anderen Einstufung führt⁴.

⁴ Die EU-Richtlinie [13] verwendet für die Einstufung glasiger (ungerichteter) KMF als Faserdurchmesser nicht die WHO-Definition, sondern den längengewichteten mittleren geometrischen Durchmesser (d_g) abzüglich der zweifachen Standardabweichung (σ), wobei sich der kritische Durchmesser aus nachstehender Formel ergibt: $d_g < 6 \mu\text{m} - 2 \sigma$



Wie oben dargestellt, ist neben der Fasergeometrie die Biopersistenz das zweite Einstufungskriterium. Prinzipiell sind zur Bestimmung dieser Größen auch für die glasigen KMF verschiedene Wege möglich [12]), wobei sich die nationalen und europäischen Regelungen z. T. unterscheiden und die wissenschaftliche Diskussion keineswegs abgeschlossen ist.

Die derzeit möglichen Tests und Bewertungskriterien für regulatorische Zwecke sind in Tabelle 19 (siehe Seite 141) zusammengestellt. Derartige Tests sind z. B. vom Inverkehrbringer vorzunehmen. Der Anwender ist auf die Dokumentation der Testergebnisse in Form der resultierenden Einstufung angewiesen, wird diese aber selber nicht durchführen.

Der Kanzerogenitätsindex (KI) ist eine sehr einfache praktikable Methode, die jedoch wissenschaftlich insbesondere international stark umstritten ist und deshalb nicht für die Fasereinstufung, sondern nur als ein Kriterium für Herstellungs- und Verwendungsverbote und für die Festlegung von Schutzmaßnahmen beim Umgang mit glasigen KMF in Deutschland zur Anwendung kommt. Auf dieser Basis wurden Glas- und z. T. auch Steinwolleerzeugnisse mit einem KI > 40 in Deutschland hergestellt, allerdings nur von wenigen Herstellern, und nur über eine begrenzte zeitliche Periode auf dem Binnenmarkt angeboten.

Der Intraperitonealtest besitzt derzeit in Deutschland keine praktische Bedeutung. Der Intratrachealtest ist die momentan einzige zugelassene Untersuchungsmethode für die Einstufung von Mineralwollen, die in Deutschland umfassend angewendet wird. Allerdings beziehen sich die deutschen und europäischen Kriterien auf unterschiedliche Faserlängen. Für die europäische Einstufung wird die Halbwertszeit für Fasern mit Längen > 20 µm bestimmt, während für die Schutzmaßnahmen in Deutschland das strengere Kriterium > 5 µm gilt.



Tabelle 19:
Tests zur Einstufung und Bewertung von glasigen künstlichen Mineralfasern

Basis		K2	K3	K0	EU	D
Chemische Zusammensetzung	Kanzerogenitäts-Index KI	< 30	30 bis 40	≥ 40 oder Bed. 2,3	—	X
	Alkali- und Erdalkali-metalloxide	< 18 %	>18 %	gemäß Bed. 2, 3, 4	X	—
Biobeständigkeit	Intraperitoneal-Test, Kanzerogenität	hoch	mittel	keine übermäßigen Anzeichen	X	X
	Intratracheal-Test Halbwertszeit (Tage)	≥ 40		< 40	X	X
	Inhalationstest kurz, Halbwertszeit (Tage)	≥ 10		< 10	X	—
	Inhalationstest lang	relative Pathogenität oder neoplastische Veränderungen	relative Pathogenität oder neoplastische Veränderungen	Abwesenheit von Pathogenität und Veränderungen	X	—

Einstufung als krebserzeugend:

K2: Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten

K3: Stoffe, die wegen möglicher krebserregender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben, über die jedoch nicht genügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen

K0 (keine offizielle Kategorie): keine Einstufung als krebserzeugend oder keine Forderungen nach deutschem Recht für erhöhte Schutzmaßnahmen sowie nach Verboten

Bedingung (Bed.):

Bed. 2: Kanzerogenitätsindex (KI): $30 < KI < 40$

Bed. 3: Halbwertszeit (HWZ) > 40

Bed. 4: KI > 40



Der Inhalationstest kommt derzeit nur als Kurzzeittest (fünftägige Exposition) zur Anwendung. Auch er ist sehr umstritten und darf in Deutschland nicht als Freischreibungskriterium für verminderte Schutzmaßnahmen angewendet werden.

In Anhang IV Nr. 22 der GefStoffV werden für biopersistente Fasern Herstellungs- und Verwendungsverbote ausgesprochen. Diese gelten nur für Fasern mit einem Massengehalt von über 18 % an Oxiden von Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Barium (das betrifft in der Regel alle glasigen KMF mit Ausnahme von Keramikfasern), soweit diese nicht folgende Freischreibungskriterien erfüllen:

1. ein geeigneter Intraperitonealtest hat keine Anzeichen von übermäßiger Kanzerogenität zum Ausdruck gebracht,
2. die Halbwertszeit nach intratrachealer Instillation von 2 mg einer Fasersuspension für WHO-Fasern beträgt höchstens 40 Tage,
3. der Kanzerogenitätsindex KI, der sich aus der Differenz zwischen der Summe der Massengehalte (in %) der Oxide von Natrium, Kalium, Bor, Calcium, Magnesium, Barium und dem doppelten Massengehalt (in %) von Aluminiumoxid ergibt, ist bei künstlichen Mineralfasern mindestens 40,
4. Glasfasern, die für Hochtemperaturanwendungen bestimmt sind, die
 - a) eine Klassifikationstemperatur von 1 000 bis zu 1 200 °C erfordern, besitzen eine Halbwertszeit nach den unter Satz 1 Nummer 2 genannten Kriterien von höchstens 65 Tagen oder
 - b) eine Klassifikationstemperatur von über 1 200 °C erfordern, besitzen eine Halbwertszeit nach den unter Satz 1 Nummer 2 genannten Kriterien von höchstens 100 Tagen.

Ein Vergleich mit den Kriterien für die Einstufung einer Faser als krebserzeugend (siehe z. B. Tabelle 19) zeigt, dass es sowohl einige Gemeinsamkeiten, aber auch Differenzen gibt. So werden z. B. für Hochtemperaturglasfasern etwas andere Halbwertszeiten zugelassen.

Zusammenfassend muss man feststellen, dass unterschiedliche regulatorische Festlegungen für Einstufung, Arbeitsschutzmaßnahmen und die Herstellungs- und



Verwendungsverbote existieren. Dies erschwerte bereits in der Vergangenheit die richtige Anwendung der Vorschriften ganz erheblich.

Für Mineralwolle-Dämmstoffe (Glas- und Steinwolle) kann man heute davon ausgehen, dass alle Erzeugnisse mit RAL-Gütezeichen – die so genannten „neuen Mineralwollen“ – die Freischreibungskriterien nach EU- und deutschem Recht erfüllen und damit nicht krebserzeugend oder krebverdächtig sind und nicht unter das Herstellungs- und Verwendungsverbot fallen [14].

Bei bereits eingebauten Produkten können folgende Fälle unterschieden werden [8]:

- bei Produkten, die vor 1996 eingesetzt wurden, ist zunächst von krebserzeugenden Fasern (K2) auszugehen (zur Prüfung im Einzelfall siehe unten),
- Produkte, die nach dem 1. Juni 2000 zur Anwendung kamen, können in der Regel als frei geschrieben (K0) angesehen werden,
- für Produkte, die zwischen den oben genannten Zeiträumen eingebaut wurden, muss ein Einzelnachweis geführt werden.

Dieser Einzelnachweis kann theoretisch durch die Bestimmung des KI-Wertes (siehe BGIA-Arbeitsmappe [15]) oder durch die Bestimmung der Halbwertszeit nach dem Intratrachealttest (siehe Tabelle 19) erfolgen. Während die Bestimmung des KI-Wertes relativ einfach ist, verbietet sich ein Intratrachealttest aufgrund des hohen Aufwandes und der hohen Kosten in der Praxis. Nun gibt es aber gerade sehr viele Produkte, die eine Freischreibung auf der Basis des Intratrachealttests besitzen ohne dass sie gleichzeitig die Bedingungen für die Freischreibung nach dem KI-Index erfüllen. In solchen Fällen besteht die Möglichkeit, über die Hersteller oder die Gütegemeinschaft Mineralwolle e. V. prüfen zu lassen, ob es sich um ein Erzeugnis mit RAL-Gütezeichen und damit um eine nicht eingestufte Mineralwolle handelt. Dabei erfolgt als Konformitätsanalyse eine chemische Analyse der zu prüfenden Faser mit den schon getesteten Fasern, wobei die chemische Zusammensetzung innerhalb bestimmter Toleranzbreiten liegen muss.

Es erscheint generell sinnvoll zu prüfen, ob überhaupt ein Einzelnachweis geführt werden soll, um ggf. geringere Schutzmaßnahmen anwenden zu können. Haben die



Tätigkeiten nur einen relativ geringen Umfang, so ist häufig die Anwendung erhöhter Schutzmaßnahmen gemäß der Einstufung als K2 der einfachere Weg.

Die sich jeweils daraus abzuleitenden unterschiedlichen Schutzmaßnahmen werden in Abschnitt 3.24.4.2 beschrieben. Zum Umgang mit „alten“ und „neuen“ Mineralwolle-dämmstoffen wird auch auf die entsprechende Handlungsanleitung [8] verwiesen.

Die zur Gruppe der Mineralwollen zählende Schlackenwolle besitzt heute keine praktische Bedeutung mehr und wird nicht weiter behandelt.

Aluminiumsilikatwolle (Keramikfasern) sind zurzeit nach europäischer und deutscher Regelung generell als krebserzeugend Kategorie 2 eingestuft. Entsprechend der chemischen Zusammensetzung dieser Fasern ergibt sich ein prozentualer Anteil der Alkali- und Erdalkalimetalloxide von < als 18 % und keine der Bedingungen zur Freischreibung wird erfüllt (siehe Tabelle 19).

Hochtemperaturglaswolle (HTGW), auch Alkaline Earth Silicate Wool (AES) genannt, weist einen hohen Anteil an Alkali- und Erdalkalimetalloxiden (> 18 %, in der Regel ca. 50 %) auf und hat in Tierversuchen eine relativ geringe Biopersistenz gezeigt. Je nach Zusammensetzung der jeweiligen Erzeugnisse ergibt sich damit eine Einstufung nach K3 – z. B. auch, weil keine geeigneten (Freischreibungs-)Tests durchgeführt wurden – oder nach K0. Sie fallen generell nicht unter das Herstellungs- und Verwendungsverbot. Entsprechend dem Substitutionsgebot nach § 7 der GefStoffV hat der Arbeitgeber allerdings nur noch HTGW ohne krebserzeugendes Potenzial einzusetzen, d. h. solche, die in K0 eingestuft sind. Im Einzelfall kann man aber bei eingebauten Erzeugnissen noch auf Fasern mit möglichem Krebsverdacht (K3) stoßen.

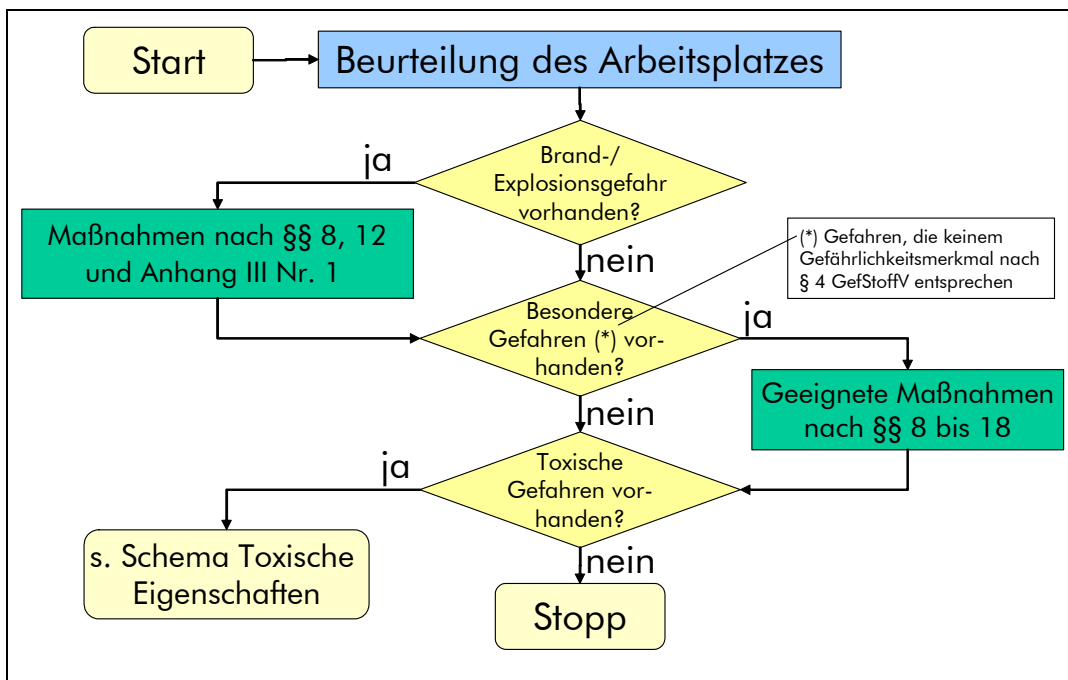
Für Spezialglasfasern gibt es keine bekannten Untersuchungen auf der Basis entsprechender Tests zur Einstufung. Sie müssen deshalb bezüglich der Schutzmaßnahmen als K3-Fasern angesehen werden, soweit nicht im Einzelfall eine andere Zuordnung, z. B. auf der Basis des KI, nachgewiesen wird.



3.24.3 Gefährdungsbeurteilung

Die neue Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) konkretisiert die Gefährdungsbeurteilung nach Arbeitsschutzgesetz für den Bereich der Gefahrstoffe. *Smola* [7] hat hierzu ein einfaches Ablaufschema entwickelt, das ein sinnvolles Vorgehen bei der Gefährdungsbeurteilung ermöglicht (Abbildung 9).

Abbildung 9:
Ablaufschema zur Gefährdungsbeurteilung nach *Smola* [7]



Für krebserzeugende Faserstäube lässt sich zeigen, dass Gefährdungen durch physikalisch-chemische Eigenschaften oder durch besondere Gefahren nicht zu erwarten sind, sodass sich die Gefährdungsbeurteilung auf die toxischen Eigenschaften beschränken kann (Abbildung 10, siehe Seite 146).

Berücksichtigt man ferner, dass für die krebserzeugenden Faserstäube (K2 und K3) kein Arbeitsplatzgrenzwert oder Verfahrens- und stoffspezifisches Kriterium vorliegt, sowie auch eine mutagene (erbgutverändernde) und fruchtbarkeitsschädigende Wirkung ausgeschlossen werden kann, so lässt sich das in Abbildung 10 gezeigte Schema weiter vereinfachen (Abbildung 11, siehe Seite 147).



Die Modifikationen stützen sich im Wesentlichen auf eine formale Anwendung der GefStoffV und die derzeitigen Festlegungen der TRGS 521 [3], die auch ohne die anstehende Überarbeitung bezüglich der zusätzlichen Schutzmaßnahmen für krebs-erzeugende Faserstäube der Kategorie 2 alle expliziten Forderungen der Schutzstufe 4 der neuen GefStoffV erfüllt und darüber hinaus eine ganze Reihe faserspezifischer Schutzmaßnahmen enthält. Das gilt analog auch für alle krebsverdächtigen Faserstäube (K3), wenn die Maßnahmen nach §§ 8 und 9 nicht ausreichen und § 10 zur Anwendung kommt (Schutzstufe 3, siehe Abbildung 11).

Während das Ablaufschema nach Abbildung 10 die Anwendung der Schutzstufen 1, 2 oder 3 für K2-Stoffe nicht erlaubt, ist dies für K3-Stoffe vorgesehen.

Abbildung 10:
Ablaufschema zur Gefährdungsbeurteilung nach den toxischen Eigenschaften nach *Smola* [7]

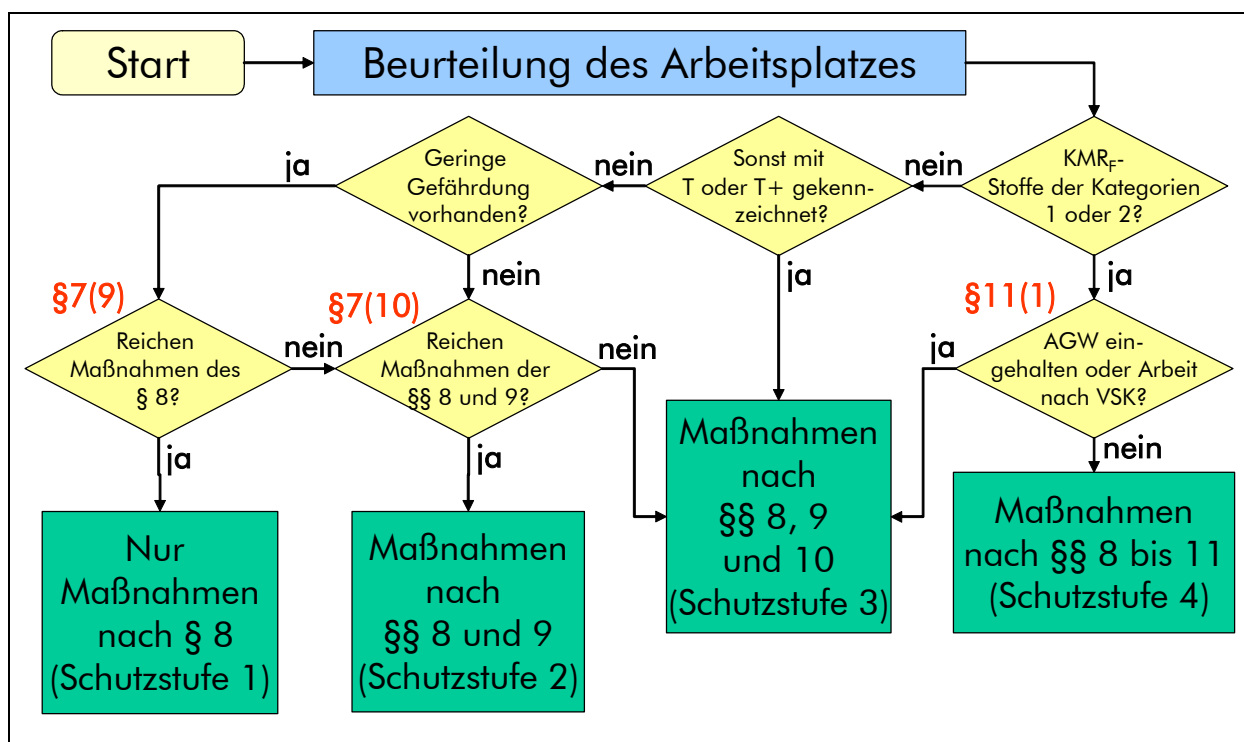
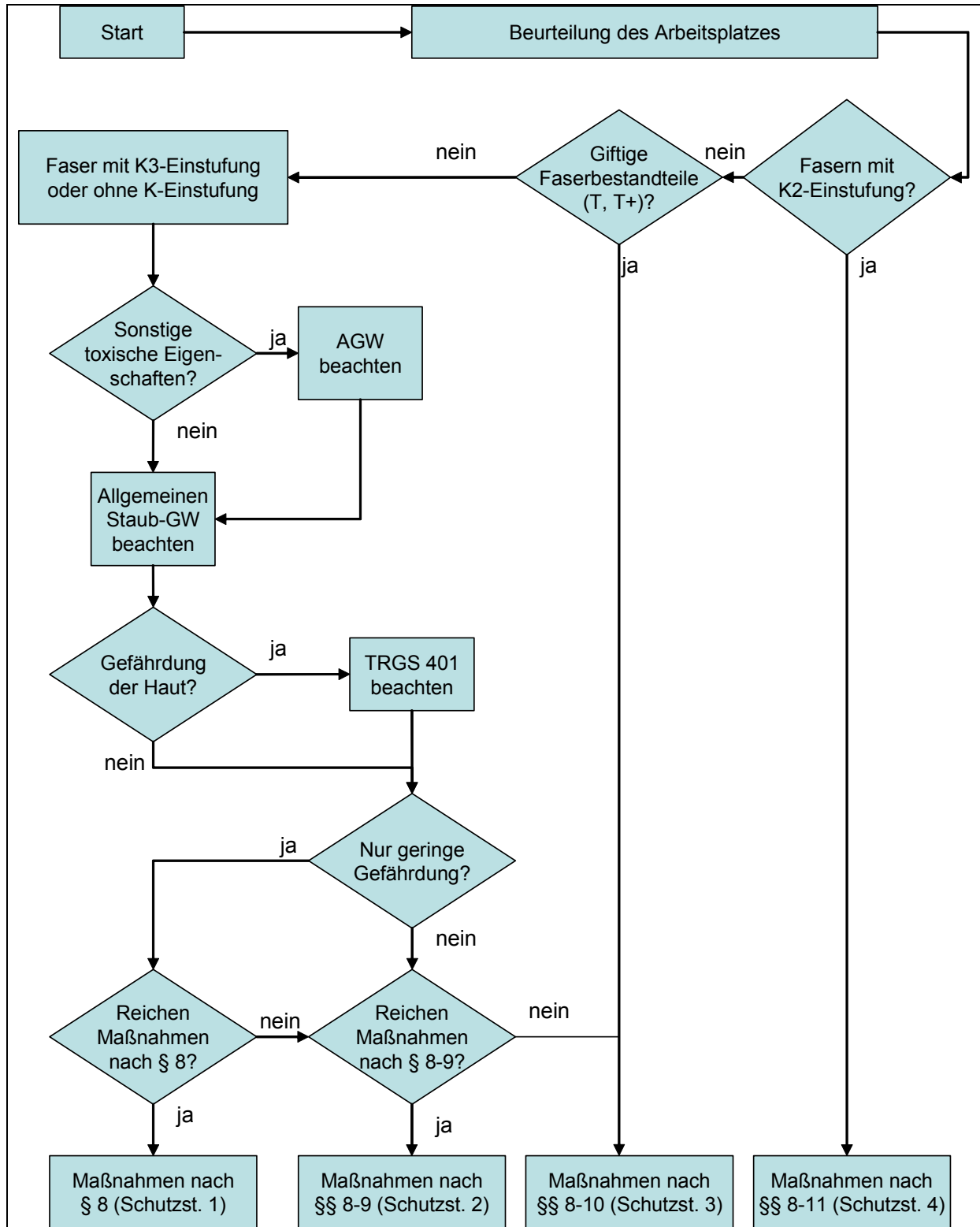




Abbildung 11:
 Ablaufschema zur Gefährdungsbeurteilung nach den toxischen Eigenschaften nach *Smola* [7], reduziert für Tätigkeiten mit anorganischen Fasern





Die TRGS 521 Teil 1 enthält die generell anzuwendenden Schutzmaßnahmen für den Umgang mit allen Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen, die krebserzeugende Faserstäube freisetzen können. Werden die dort beschriebenen Grundsätze der Arbeitshygiene in Verbindung mit den besonderen Schutzmaßnahmen für K2- und K3-Faserstäube umgesetzt, so werden die Forderungen der GefStoffV entsprechend der jeweils zugeordneten Schutzstufe erfüllt. Das gilt für alle eingestufteten Faserstäube. Dies ermöglicht aber noch keine Aussagen über die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen und damit zur Exposition, die nach dem Stand der Technik so weit wie möglich verringert werden soll. Zur Umsetzung dieser Forderung wird nachstehend faserstoffspezifisch eine weitere Hilfestellung gegeben.

3.24.4 Hinweise zur Exposition und zum Stand der Technik

Wie in Abschnitt 3.1 dieses Reports dargestellt, geben die bis Ende 2004 gültigen Grenzwerte nach dem TRK-Konzept einen Anhaltspunkt, welche Expositionen nach dem Stand der Technik zum Zeitpunkt der Ableitung einzuhalten bzw. zu unterschreiten waren. Da die Grenzwerte für Faserstäube zuletzt 2004 überprüft wurden, darf man davon ausgehen, dass sie in der Regel den Stand der Technik für die Arbeitsbereiche, Tätigkeiten oder Verfahren darstellen, wie er auch faserartspezifisch in den parallel erarbeiteten TRGS beschrieben wird. Abweichungen für Einzelfälle werden dokumentiert.

Darüber hinaus ist auch eine Aktualisierung der technischen Schutzmaßnahmen durch die Neufassungen der TRGS zu erwarten.

3.24.4.1 Aluminiumsilikatwolle (Keramikfasern)

Nach Tabelle 18 sind diese Fasern als krebserzeugend Kategorie 2 eingestuft. Gemäß dem in Abbildung 11 dargestellten Schema sind somit Maßnahmen der Schutzstufe 4 durchzuführen.

An erster Stelle steht das Substitutionsgebot. Für den Ofen- und Feuerfestbau, Heizungsanlagen und für die Katalysator-Partikelfilter im Kfz-Bereich werden Kriterien



für den Einsatz von Ersatzstoffen in der TRGS 619 [16] genannt. Bei Umsetzung dieser TRGS kann das Substitutionsgebot für diesen Anwendungsbereich als erfüllt betrachtet werden. Die TRGS 619 liefert auch Hinweise zur Ersatzstoffsuche für andere Anwendungsfälle von Aluminiumsilikatwolle, wobei diese in der Haustechnik, im Brandschutz und im Automobilbau bereits weitgehend ersetzt wurde. Ergibt die Ersatzstoffprüfung, dass geeignete Ersatzstoffe nicht zur Verfügung stehen, so ist die Exposition gegenüber Aluminiumsilikatwolle nach dem Stand der Technik so weit wie möglich zu verringern. Die Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen beim Umgang mit Aluminiumsilikatwolle, differenziert nach Arbeitsbereichen und Tätigkeiten, zeigt Tabelle 20 (Seite 148).

Unter Berücksichtigung der neueren Messungen nach dem Stand der Technik sollten nachstehende Faserstaubkonzentrationen eingehalten bzw. unterschritten werden:

- | | | | |
|--------------------------|---|---|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Primärproduktion (Herstellung) | – | 250 000 F/m ³ |
| <input type="checkbox"/> | Modulfertigung | – | 500 000 F/m ³ ⁵ |
| <input type="checkbox"/> | Mischen/Formen und Endbearbeitung | – | 500 000 F/m ³ |
| <input type="checkbox"/> | alle übrigen Tätigkeiten und
Arbeitsbereiche mit Ausnahme von
Ausbruch/Demontage und Arbeiten
in engen Räumen (innerhalb von Öfen) | – | 250 000 F/m ³ |

(siehe auch Liste der nicht mehr geltenden TRK-Werte nach Abschnitt 3.1)

Bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie der Montage/Installation und Reparatur von Industrieöfen treten auch bei Umsetzung der Schutzmaßnahmen nach dem derzeitigen Stand der Technik extrem hohe Faserkonzentrationen auf, die in der Regel weit oberhalb von 500 000 F/m³ liegen können. Hier sind besondere Schutzmaßnahmen – auch in Form von persönlichen Schutzmaßnahmen –

⁵ Die Zweijahresfrist zur Aussetzung des „alten Grenzwertes“ ist verstrichen.



festzulegen (siehe auch Absatz 3 § 11 der GefStoffV und Punkt 3 der Anlage 5 zu TRGS 521).

Tabelle 20:
Ergebnisse neuerer Arbeitsbereichsmessungen beim
Umgang mit Aluminiumsilikatwolle (Keramikfasern)

Arbeitsbereich/Tätigkeit	Arbeitsplatzkonzentrationen in F/m ³		
	50-Perzentil	75-Perzentil	90-Perzentil
Herstellung	45 000	60 000	141 000
Endbearbeitung	57 000	100 000	120 000
Weiterbearbeitung	34 000	154 000	270 000
Montage	396 000	795 000	1 431 000
Diverse	67 000	275 000	529 000
Module	635 000	999 000	1 200 000

Die Forderungen der Schutzstufe 4, die beim Umgang mit Aluminiumsilikatwolle angewendet werden muss, gelten allgemein als erfüllt, wenn die Schutzmaßnahmen nach Nummer 4 (Arbeitshygiene/Mindeststandards), Nummer 5 (besondere Schutzmaßnahmen für krebserzeugende (K2) und krebserverdächtige (K3) Faserstäube) und Nummer 6 (zusätzliche Schutzmaßnahmen für krebserzeugende Faserstäube der Kategorie 2) der TRGS 521 angewendet werden. Zusätzlich sind die speziellen Forderungen für Aluminiumsilikatwolle nach Anlage 5 dieser TRGS umzusetzen. Diese basieren auf dem Stand der Technik des Jahres 2002. Seitdem liegen inzwischen keine wesentlich neuen Erkenntnisse vor.

3.24.4.2 Mineralwolle-Dämmstoffe

Mineralwolle-Dämmstoffe kommen heute nur noch in Form von Glaswolle und Steinwolle für viele Anwendungsbereiche, wie z. B. zur Wärme- und Schallisolierung sowie zum Brandschutz im Hochbau und als technische Isolierung, zum Einsatz [17].



Wie in Abschnitt 3.24.2 gezeigt, können Mineralwolle-Dämmstoffe sowohl als krebs-erzeugend (K2), krebsverdächtig (K3) als auch als frei von Krebsverdacht (K0) eingestuft sein. Eine Einstufung als krebsverdächtig (K3) ist auf der Basis geeigneter Tests zu belegen. Eingebaute Mineralwolleprodukte mit K3-Einstufung sind theoretisch möglich, stellen aber in der Praxis die absolute Ausnahme dar, sodass eine Nachweisführung nur im Sonderfall (z. B. bei großen Mengen und Hinweisen auf eine entsprechende chemische Zusammensetzung) sinnvoll erscheint. Falls sich eine Einstufung nach K2 gemäß den zuvor beschriebenen Kriterien ergibt – wobei es sich nur um bereits eingebaute Erzeugnisse handeln dürfte – so ist die mögliche Exposition auf der Basis der vorliegenden Tätigkeiten/Arbeitsbereiche zu ermitteln. Einen ersten Anhaltspunkt hierzu bietet die Tabelle 21. Dabei ist zu beachten, dass die hohen Faserstaubkonzentrationen meist älteren Datums sind und häufig unter Bedingungen gemessen wurden, die nicht dem Stand der Technik entsprachen. Mit Ausnahme der Tätigkeit Abriss ist die Einhaltung einer Arbeitsplatzkonzentration von 250 000 F/m³ generell möglich.

Tabelle 21:
Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen beim
Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen

Arbeitsbereich/Tätigkeit	Arbeitsplatzkonzentrationen in F/m ³		
	50-Perzentil	75-Perzentil	90-Perzentil
Verwendung von Glas- und Steinwolle im Hochbau und bei technischen Isolierungen	50 000	110 000	400 000

Für den Umgang mit eingebauten Mineralwolleprodukten im Hochbau und bei technischen Isolierungen gibt es aber auch eine Reihe von Tätigkeiten, die erfahrungsgemäß zu keiner oder nur geringen Faserexposition führen. Diese Tätigkeiten sind in der Anlage 4 der TRGS 521 unter der damaligen „Schutzstufe 1“ aufgelistet. Ist das eingebaute Fasermaterial nach K3 eingestuft, könnte eine Zuordnung dieser Arbeiten als Tätigkeit mit geringer Gefährdung (Schutzstufe 1 nach Gefahrstoffverordnung; siehe Abbildung 7) geprüft werden. Bei allen weiteren gelisteten Tätigkeiten gemäß



alter „Schutzstufe 2“ kann man davon ausgehen, dass die Konzentrationen am Arbeitsplatz unterhalb von 250 000 F/m³ liegen, wenn die allgemeinen Schutzmaßnahmen gemäß Nummer 4 (Arbeitshygiene/Mindeststandards) und Nummer 5 (besondere Schutzmaßnahmen für krebserzeugende (K2) und krebverdächtige (K3) Faserstäube) der TRGS 521 und die faser- und tätigkeitsspezifischen Schutzmaßnahmen der Anlage 4 zu TRGS 521 umgesetzt werden. Werden zusätzlich die Forderungen von Punkt 6.1 (5 und 14) – Abgrenzung der Gefahrenbereiche – und 6.1 (12) – Verbot der Luftrückführung – der TRGS 521 erfüllt, so werden gleichzeitig alle Forderungen der Schutzstufe 4 für K2-Stoffe realisiert.

Es gibt Hinweise, dass auch für andere Tätigkeiten mit eingebauten Mineralwolleprodukten, wie z. B. bei fester Einbindung der Fasern in eine Matrix, Voraussetzungen für eine geringe Gefährdung vorliegen. Im Allgemeinen können aber konkrete Aussagen hierzu nur auf der Basis entsprechender Arbeitsplatzanalysen erfolgen. Zurzeit liegen solche Ergebnisse nicht vor.

Bei Abbrucharbeiten im Hochbau und bei technischen Isolierungen treten meist extrem hohe Faserstaubexpositionen auf, sodass die Maßnahmen der Schutzstufe 2 (bei Einstufung des Materials nach K3) nicht ausreichen und solche der Schutzstufe 3 notwendig sind. Wird beim Abbruch mit K2-Fasermaterial umgegangen, so wird dringend empfohlen, nicht nur die Forderungen der Schutzstufe 4 der GefStoffV umzusetzen, sondern auch entsprechende Schutzmaßnahmen nach Nummer 6 der TRGS 521 zu treffen.

Eine Handlungsanleitung [8], die in leicht verständlicher Form Hinweise zur Umsetzung der Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen liefert, rundet das Schutzmaßnahmenpaket ab.

3.24.4.3 Hochtemperaturglaswolle (AES-Wolle)

Hochtemperaturglaswollen (AES) sind nicht eingestufte Stoffe. Alle Typen wurden in entsprechenden Tierversuchen getestet und freigesprochen. Sie gelten in einigen Anwendungsfällen als Substitutionsmaterial für Aluminiumsilikatwolle (Keramikfaser)



mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko. Bei Temperaturen von 600 bis ca. 900 °C können in der Regel Produkte aus AES-Wollen eingesetzt werden, wobei es technologische Bedingungen gibt, die den Einsatz von Produkten aus Aluminiumsilikatwolle erfordern. Oberhalb von 900 bis maximal 1 200 °C verringert sich aufgrund von technologischen Gegebenheiten die Möglichkeit, Produkte aus AES-Wollen einzusetzen. Dieser Temperaturbereich ist der Hauptanwendungsbereich von Produkten aus Aluminiumsilikatwolle. Oberhalb von ca. 1 200 °C sind Produkte aus AES-Wollen nicht mehr, Produkte aus Aluminiumsilikatwolle nur noch eingeschränkt einsetzbar.

Bei thermischer Belastung > 900 °C können sowohl Hochtemperaturglaswollen (AES) als auch Aluminiumsilikatwollen Quarz/Cristobalit bilden, der bei Instandsetzungs- und Abbrucharbeiten als lungengängiger Staub freigesetzt wird.

Die zu erwartenden Konzentrationen am Arbeitsplatz sind bei AES-Wollen weitgehend identisch mit denen, die beim Umgang mit Aluminiumsilikatwolle (Keramikfaser) auftreten. Dies ist nicht verwunderlich, denn für die überwiegende Mehrzahl aller Arbeitsplätze ist auch die Tätigkeit ähnlich und beide Arten von Hochtemperaturwolle zeigen ein vergleichbares Staubungsverhalten. Trotzdem reichen die Maßnahmen nach Schutzstufe 2 beim Ausbruch im Ofen- und Feuerfestbau wegen hohen Faserstaubbelastungen in der Regel nicht aus. Es sind Schutzmaßnahmen nach TRGS 521 umzusetzen. Hochtemperaturglaswollen mit Einsatztemperaturen > 900 °C bilden Cristobalit (K1), entsprechende Maßnahmen sind beim Rückbau zu beachten.

3.24.4.4 Mischfasern

Häufig werden die speziellen Eigenschaften einzelner Fasertypen durch entsprechende Faserkombinationen genutzt. Einige Beispiele werden in [17] aufgeführt, ein weitgehend vollständiger Überblick fehlt allerdings zurzeit. Nach der Gruppe der Arbeitnehmer, die Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen hat, ist die Gruppe, die einer Mischfaserexposition ausgesetzt ist, die zweitgrößte. Dabei kommen Fasern unterschiedlicher Einstufung in den verschiedensten Mischungsverhältnissen zur Anwendung.



An erster Stelle der Ermittlungen muss hier die Bestimmung der verwendeten Fasertypen und der dazugehörigen Einstufung stehen.

Die Schutzmaßnahmen bestimmen sich dann nach den Fasern mit dem höchsten Gefährdungspotenzial in der Reihenfolge K2, K3. Auch hier darf davon ausgegangen werden, dass bei Umsetzung der Schutzmaßnahmen nach der TRGS 521 die Forderungen der GefStoffV erfüllt werden. In einer ganzen Reihe von Erzeugnissen mit Mischfasern sind die Fasern fest in eine Matrix eingebunden, sodass keine oder nur eine geringe Faserstaubfreisetzung zu erwarten ist. Wird dabei die höchste Gefährdung durch nach K3 eingestufte Fasern bestimmt und gleichzeitig der Allgemeine Staubgrenzwert eingehalten, kann geprüft werden, ob eine geringe Gefährdung gegeben ist (Schutzstufe 1). Anders liegen die Verhältnisse, wenn hier auch K2-Fasern zum Einsatz kommen: Hier müssen derzeit immer die Maßnahmen der Schutzstufe 4 angewendet werden.

Natürlich gilt auch beim Umgang mit Mischfasern, die eingestufte Fasern enthalten, das Substitutionsgebot. Bei einer Reihe von Erzeugnissen ist die Substitution bereits erfolgt.

Daten zur Exposition beim Umgang mit Mischfasern liegen nur in wenigen Fällen vor [17]. Insbesondere gibt es kaum Angaben über die Expositionen gegenüber den jeweiligen einzelnen Fasertypen, da in der Regel nur die Gesamtfaserkonzentration bestimmt wurde. Allerdings darf die Gesamtfaserkonzentration dann zur Beurteilung herangezogen werden, wenn die Schutzmaßnahmen danach ausgerichtet werden – man liegt dabei auf der „sicheren Seite“. In der Regel können beim Umgang mit Mischfasern Arbeitsplatzkonzentrationen von 250 000 F/m³ eingehalten bzw. unterschritten werden. Nur bei Abbrucharbeiten und Arbeiten in engen Räumen sind ggf. höhere Werte zu erwarten.

Zu den wenigen Beispielen, zu denen Ergebnisse über Arbeitsplatzkonzentrationen beim Umgang mit Mischfasern vorliegen, gehört die Reibbelagindustrie. In Tabelle 22 (siehe Seite 155) sind ältere Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen für diese Industrie zusammengestellt. Dabei ist zu beachten, dass neben KMF (Textilglasfasern,



Mineralwolle, Aluminiumsilikatwolle) auch weitere Fasern, wie z. B. aromatische Polyamidfasern oder Wollastonit, zum Einsatz kommen und sich die Konzentrationen auf die Summe aller Fasern beziehen. Da heute außer Aluminiumsilikatwolle keine weiteren als krebserzeugend eingestuft Fasern mehr zum Einsatz kommen, wird geschätzt, dass die Konzentrationen jetzt unterhalb von 100 000 F/m³ liegen.

Tabelle 22:

Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen beim Umgang Mischfasern in der Reibbelagindustrie

Arbeitsbereich/Tätigkeit	Arbeitsplatzkonzentrationen in F/m ³		
	50-Perzentil	75-Perzentil	90-Perzentil
Presserei	—	180 000	480 000
Fertigbearbeitung	—	220 000	530 000

Auch die Substitution der Aluminiumsilikatwolle in Reibbelägen wurde weitgehend realisiert. Es ist vorgesehen, dass Aluminiumsilikatwolle in Reibbelägen im Spezialfahrzeugbau (Oldtimer) nur noch bis zum Jahre 2008 eingesetzt werden darf. Tätigkeiten mit Reibbelägen, die eingestufte Fasern enthalten, beschränken sich bereits heute im Wesentlichen auf eingebaute Produkte (z. B. Demontage von Bremsbelägen in Kfz-Werkstätten). Wird hier der Stand der Technik realisiert, wozu auch solche einfachen Maßnahmen wie das Verbot des Abblasens mit Druckluft gehören, sollten auch an diesen Arbeitsplätzen keine Konzentrationen oberhalb von 100 000 F/m³ auftreten.

3.24.4.5 Sonstige Faserstäube

Die Kenntnisse über die Expositionen und den Stand der Technik beim Umgang mit oben nicht aufgeführten eingestuft Fasern sind sehr eingeschränkt [1; 17], wobei in vielen Fällen überhaupt keine Informationen vorliegen. Hier fordert die neue GefStoffV explizit den Nachweis der Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen durch geeignete Beurteilungsmethoden und – falls diese nicht vorliegen – durch Messungen.



Es wird eingeschätzt, dass an einer Vielzahl dieser Arbeitsplätze nur niedrige Faserstaubexpositionen vorliegen oder eine Fasersubstitution möglich ist. Unabhängig davon sollten die Forderungen der GefStoffV in der Mehrzahl der Fälle mit der Umsetzung der Schutzmaßnahmen nach der TRGS 521 adäquat erfüllt werden.

3.24.5 Ausblick

Es ist vorgesehen, nach Vorliegen neuer Erkenntnisse in Abhängigkeit von der Bedeutung der Anwendung der Faserstäube diese Handlungshilfe um weitere Fälle zu ergänzen und zu aktualisieren. Die TRGS 521 wird zurzeit überarbeitet und die Neufassung soll dann ebenfalls in die Handlungshilfe einfließen.

Literatur

- [1] *Barig, A.*: Arbeitsumweltdossier Fasern. Kennzahl 120 200. In: BGIA-Handbuch Sicherheits- und Arbeitsschutz am Arbeitsplatz. 30. Lfg. X/2000. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 1985 – Losebl.-Ausg.
- [2] VDI 3469: Emissionsminderung, Faserförmige Stäube. Blatt 1 bis 10. Beuth, Berlin
- [3] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Faserstäube (TRGS 521). Ausg. 5/2002. B ArbBl. (2002) Nr. 5, S. 96-110
- [4] *Mattenkloft, M.*: Arbeitsumweltdossier Asbest. Kennzahl 120 205. In: BGIA-Handbuch Sicherheits- und Arbeitsschutz am Arbeitsplatz. 40. Lfg. XII/2001. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 1985 – Losebl.-Ausg.
- [5] Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe vom 27. Juni 1967. ABl. EG Nr. L 196 vom 16.08.1967, S. 1-5, in der Fassung der 29. Anpassung (Richtlinie 2004/73/EG vom 29.04.2004) ABl. EG Nr. L 216, S. 3
- [6] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I, S. 3758), zul. geänd. durch Artikel 2 der Verordnung vom 11. Juli 2006 (BGBl. I, S. 1577)



- [7] *Smola, T.*: Gefährdungsbeurteilung und Schutzstufenmodell der neuen Gefahrstoffverordnung. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 65 (2005) Nr. 1/2, S. 7-11
- [8] Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle) – Handlungsanleitung. www.gisbau.de/service/brosch/Mineralwoll_Daemmstoff.pdf
- [9] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe (TRGS 905). BArbBl. (2005) Nr. 7, S. 68-78, berichtigt BArbBl. (2005) Nr. 8/9, S. 141. Bekanntmachung vom 2.1.2006 (BAnz. Nr. 59a vom 24.03.2006)
- [10] Anorganische Fasern (außer Asbest). Begründungen zur TRGS 905, 1995, zul. geänd. 1998, www.baua.de (Rubrik Gefahrstoffe → Technische Regeln für Gefahrstoffe)
- [11] Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry. Volume A10, A11, Wiley VCH, Weinheim 1987/1988
- [12] *Muhle, H.*: Bewertung von Faserstäuben, national und international mit aktuellem Sachstandsbericht. In: VDI-Bericht Nr. 1776. Umgang mit Fasermaterialien. VDI, Düsseldorf 2003
- [13] Richtlinie 97/69/EG der Kommission vom 5. Dezember 1997 zur dreißigsten Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt
- [14] *Dorn, R.*: Das RAL-Gütezeichen für Erzeugnisse aus Mineralwolle. In: VDI-Bericht Nr. 1776. Umgang mit Fasermaterialien. VDI, Düsseldorf 2003
- [15] Ermittlung des KI-Wertes von amorphen Mineralfasern (Kennzahl 7488). In: BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 1989 – Losebl.-Ausg.
- [16] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ersatzstoffe für Keramikfasern im Ofen- und Feuerfestbau (TRGS 619). Ausg. 7/2002. BArbBl. (2005) Nr. 7, S. 60-66. Bekanntmachung vom 2.1.2006 (Bundesanzeiger Nr. 59a vom 24.03.2006)
- [17] *Barig, A.*: Arbeitsumweltdossier Künstliche Mineralfasern. Kennzahl 120 206. In: BGIA-Handbuch Sicherheits- und Arbeitsschutz am Arbeitsplatz. 35. Lfg. IX/99. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 1985 – Losebl.-Ausg.



4 Stoffinformationen zur Gefährdungsbeurteilung

Das BGIA stellt im Internet für Betriebe diverse Informationen zur Verfügung, die im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung genutzt werden können.

4.1 GESTIS-Stoffdatenbank

Die GESTIS-Stoffdatenbank enthält Informationen für den sicheren Umgang mit chemischen Stoffen am Arbeitsplatz, wie z. B. Wirkungen der Stoffe auf den Menschen, erforderliche Schutzmaßnahmen und Maßnahmen im Gefahrenfall einschließlich Erste Hilfe. Darüber hinaus wird der Nutzer über wichtige physikalisch-chemische Daten der Stoffe sowie über spezielle gesetzliche und berufsgenossenschaftliche Regelungen zu den einzelnen Stoffen informiert. Es sind Informationen zu etwa 8 000 Stoffen enthalten. Die Daten werden zeitnah nach Veröffentlichung im Vorschriften- und Regelwerk oder nach Vorliegen neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse aktualisiert.

Internet: www.hvbg.de/bgia/stoffdatenbank

4.2 GESTIS – Wissenschaftliche Begründungen

Die Datenbank enthält – soweit zugänglich – Quellenangaben zu wissenschaftlichen Original-Begründungstexten oder sonstige Stoffdossiers mit toxikologischen arbeitsmedizinischen Informationen in deutscher Sprache. Ausgewählt wurden Stoffe, für die ein Grenzwert nach der TRGS 900 vorliegt bzw. zum 31.12.2004 vorlag oder die in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe 905, 906 und 907 geführt werden.

Unter anderem wurden folgende Herkunftsquellen herangezogen:

- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 900-Reihe)
- MAK-Begründungen der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der DFG,
- Stoffdossiers des SCOEL – Scientific Committee on Occupational Exposure Limits to Chemical Agents (Wissenschaftlicher Ausschuss für Grenzwerte berufsbedingter Exposition gegenüber chemischen Arbeitsstoffen) und SEG (Scientific Expert Group) – EG-Grenzwerte),



- Loseblattsammlung der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH),
- Stoffberichte des Beratergremiums für Altstoffe (BUA),
- Toxikologische Bewertungen der BG Chemie.

Internet: www.hvbg.de/bgia/gestis-quellen

4.3 Ausländische Grenzwerte (limit values)

In einer Tabelle hat das BGIA in Zusammenarbeit mit internationalen Experten für ca. 1 100 Stoffe, Stoffgruppen oder Stoffgemische die geltenden Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz ausgewählter europäischer Staaten zusammengestellt. Darüber hinaus wurden die Grenzwerte aus den USA aufgenommen. Die Übersicht wird jährlich aktualisiert und erweitert. Die Aufstellung ist nur in englischer Sprache verfügbar.

Internet: www.hvbg.de/bgia/gestis-limit-values

4.4 KMR-Liste

In der KMR-Liste sind die nach den Kriterien des Anhangs VI der EG-Richtlinie 67/548/EWG als krebserzeugend, erbgutverändernd, fruchtbarkeitsgefährdend oder fruchtschädigend anzusehenden Stoffe aufgeführt. Als Quellen dienten die TRGS 905 und 906 sowie der Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG.

Internet: <http://www.hvbg.de/bgia>, Webcode: 496258

4.5 Gefahrstoffliste

Die Gefahrstoffliste informiert in kompakter Form über die Einstufung, Kennzeichnung, Grenzwerte (AGW, BGW), Messverfahren, arbeitsmedizinische Vorsorge und sonstige relevante Regeln und Vorschriften zu ca. 5 000 Gefahrstoffen.

Internet: www.hvbg.de/bgia/gefahrstoffliste



5 Stoffe ohne Grenzwerte

Von den wirtschaftlich bedeutenden Stoffen verfügt nur ein kleiner Teil über einen Arbeitsplatzgrenzwert. Zum einen wird in Diskussionen angeführt, dass für die allermeisten Stoffe, die in der Praxis beurteilt werden müssen, ein Arbeitsplatzgrenzwert vorliegt oder in Vorbereitung ist. Zum anderen wird dazu aufgerufen, die Stoffe zu benennen, für die ein Bedarf nach Grenzwerten besteht. Bei der Auswahl von Schutzmaßnahmen sollten unabhängig von der Frage, ob Grenzwerte vorliegen oder nicht, die Vorgaben der TRGS 500 angewendet werden können.

Das BGIA bittet zudem um Nennungen derjenigen Stoffe, für die keine Grenzwerte existieren und ein vordringliches Interesse zur Ableitung besteht, um einen ersten Anhaltspunkt für diejenigen Stoffe zu haben, die in der Praxis verstärkt mit Blick auf eine Grenzwertbeurteilung nachgefragt werden. Als Hilfestellung wurden die Analysenwünsche an das BGIA in Bezug auf die Stoffe ohne AGW ausgewertet. Im Berufsgenossenschaftlichen Messsystem Gefahrstoffe (BGMG) werden auch Messungen bzw. Messwertermittlungen für Stoffe ohne Grenzwerte bearbeitet. Als Index für die Relevanz im Arbeitsschutz können die Analysenzahlen im BGMG herangezogen werden. Tabelle 23 (siehe Seite 162) listet die für den Datenzeitraum 2000 bis 2005 ermittelten Stoffe in alphabetischer Reihenfolge auf. Stoffe mit weniger als 20 Anfragen sind nicht berücksichtigt. Ergänzt wird die Tabelle durch eine Aufstellung von GISBAU zu den im Baubereich eingesetzten Stoffen.

Die Tabelle soll Hinweise darauf gegeben werden, für welche Stoffe eine bevorzugte Erarbeitung von Grenzwerten bzw. Schutzmaßnahmen angezeigt ist.



Tabelle 23:

Gefahrstoffe ohne Grenzwerte, die im Berufsgenossenschaftlichen Messsystem Gefahrstoffe analysiert wurden (alphabetisch geordnet)

Gefahrstoffe (alphabetisch)	Gefahrstoffe (alphabetisch)
Aluminium und seine Verbindungen	Kaliumhydroxid
Barium und seine Verbindungen	3-Karen
Benzylalkohol	Limonen
Bor und seine Verbindungen	Molybdän und seine Verbindungen
2-Butanonoxim	n-Nonan
Calcium und seine Verbindungen	Phthalate: Dibutylphthalat (DBP), Di-n-decylphthalat, Didodecylphthalat; Diisononylphthalat; Diundecylphthalat
Chrom (Gesamtchrom)	alpha-Pinen
Decamethylcyclopentasiloxan	1,2-Propandiol
n-Decan	Propanol-1
Diethylenglykolmonoethylether	Propylbenzol
Diethylenglykolmonomethylether	Siliciumcarbid
2-Dimethylaminoethanol (DMAE)	Strontium und seine Verbindungen
N,N-Dimethylcyclohexylamin	Titan und seine Verbindungen
Eisen und seine anorganischen Verbindungen	Triethylenglykolmonobutylether
1-Ethoxypropanol-2	Zink und seine Verbindungen
1-Ethoxypropylacetat-2	
Glyoxal	
2-Hydroxyessigsäure-n-butylester	