

# **Altstoffe**

—

# **Expositionen am Arbeitsplatz**

*Stand: 12.04.1999*

**HVBG**

Hauptverband der  
gewerblichen  
Berufsgenossenschaften

## **BGAA-Report**

### Altstoffe – Expositionen am Arbeitsplatz

Beiträge zur Risikobewertung chemischer Stoffe am Arbeitsplatz im Rahmen des EU-Altstoffprogramms

Bearbeiter: W. Bock, T. H. Brock, R. Stamm, V. Wittneben

Herausgeber: Hauptverband der  
gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG)  
Alte Heerstraße 111, D-53754 Sankt Augustin  
Telefon: 0 22 41 / 2 31 -01  
Telefax: 0 22 41 / 2 31 -13 33  
Internet: [www.hvbg.de](http://www.hvbg.de)

Satz und Layout:

Druck:

ISBN:

ISSN:

## Erarbeitet unter Mitwirkung von:

Dipl.-Geogr. Wolfgang Bock  
 Dr. Roger Stamm  
 Margret Stückrath  
 Dipl.-Chem. Rainer Van Gelder

Berufsgenossenschaftliches Institut für  
 Arbeitssicherheit – BIA des HVBG,  
 Sankt Augustin

Dr. Giso Schmeißer  
 Dr. Ullrich Welzbacher

Hauptverband der gewerblichen  
 Berufsgenossenschaften (HVBG),  
 Sankt Augustin

Dr. Dirk Dahmann  
 Bergbau-Berufsgenossenschaft, Bochum

Dr. Uwe Kern  
 Steinbruchs-Berufsgenossenschaft, Karlsruhe

Dipl.-Ing. Kurt Kolmsee  
 Steinbruchs-Berufsgenossenschaft, Hannover

Dipl.-Ing. Olaf Pruski  
 Berufsgenossenschaft der keramischen und  
 Glas-Industrie, Neuwied

Dr. Joachim Gebert  
 Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft,  
 Essen

Dipl.-Ing. Günther Sonnenschein  
 Maschinenbau- und Metall-  
 Berufsgenossenschaft, Düsseldorf

Dipl.-Chem. Michael Rocker  
 Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft,  
 Mainz

Dr. Johannes Hüdepohl  
 Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und  
 Elektrotechnik, Köln

Dr. Thomas H. Brock  
 Dr. Werner Ernst  
 Prof. Dr. Harald Froberg  
 Dr. Volker Wittneben

Berufsgenossenschaft der chemischen  
 Industrie, Heidelberg

Dipl.-Ing. Marnix Poppe  
 Holz-Berufsgenossenschaft, Köln

Dr. Ehler Cuno  
 Dr. Thomas Hensel

Berufsgenossenschaft Druck und  
 Papierverarbeitung, Wiesbaden

Dr. Siegfried Hoffmann  
 Dr. Lothar Neumeister

Textil- und Bekleidungs-Berufsgenossenschaft,  
 Augsburg

Dr. Uwe Musanke  
 Dr. Reinhold Rühl

Bau-Berufsgenossenschaft Frankfurt am Main,  
 Frankfurt am Main

Dr. Joachim Schwalb  
 Großhandels- und Lagerei-  
 Berufsgenossenschaft, Mannheim

Dr. Valerie Wilms  
 Berufsgenossenschaft der Straßen-, U-Bahnen  
 und Eisenbahnen, Hamburg

Dr. Christian Felten  
 Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen,  
 Hamburg

## Kurzfassung

Als Arbeitsergebnis des Berufsgenossenschaftlichen Arbeitskreises Altstoffe (BGAA) werden Stoffdaten und Expositionsbeschreibungen zu 44 ausgewählten Altstoffen aus den ersten drei Prioritätenlisten der EU und der OECD-Prioritätenliste vorgestellt.

Diese Expositionsbeschreibungen beziehen sich im wesentlichen auf Verwendungsbereiche der jeweiligen Substanzen und basieren auf betrieblichen Messungen der gewerblichen Berufsgenossenschaften und Gemeindeunfallversicherungsverbände im Zeitraum seit 1990. Die Expositionsbeschreibungen wurden den zuständigen Stellen im EU-Altstoffprogramm zur Verfügung gestellt. Mit dieser Veröffentlichung werden sie der breiteren Fachöffentlichkeit übergeben, sie können z. B. Verwendung finden bei der Identifikation von Präventionsschwerpunkten, im Rahmen der Erörterung von Grenzwerten oder auch zur Risikoabschätzung.

Alle für diesen Report ausgewerteten Daten liegen in der Datenbank MEGA (Meßdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz) beim Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitssicherheit – BIA) vor.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>8</b>
1.1 Altstoffverordnung und Altstoffprogramm der EU	8
1.2 Beitrag der Berufsgenossenschaften	10
1.3 BGAA-Report	11
<b>2 Auswertung und Darstellung der Expositionsdaten</b>	<b>13</b>
2.1 Datenbestand	13
2.2 Auswahlkriterien	14
2.3 Statistische Parameter der Auswertung	16
<b>3 Expositionsbeschreibungen</b>	<b>17</b>
3.1 Aceton	17
3.2 Acetonitril	21
3.3 Acrylaldehyd	22
3.4 Acrylamid	24
3.5 Acrylnitril	26
3.6 Anilin	28
3.7 Benzol	29
3.8 1,3-Butadien	32
3.9 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol	33
3.10 Butylacetat	34
3.11 Cadmium	38
3.12 Chlor	41
3.13 Cyclohexan	43
3.14 4,4'-Diaminodiphenylmethan	45
3.15 Dibutylphthalat	47
3.16 1,4-Dichlorbenzol	49
3.17 Di-(2-ethylhexyl)-phthalat	50
3.18 Dioxan	51
3.19 1,2-Epoxypropan	52
3.20 2-Ethoxyethanol	53
3.21 2-Ethoxyethylacetat	55
3.22 Ethylacetat	57
3.23 Ethylbenzol	60
3.24 2-Furylmethanal	64
3.25 Isopropylbenzol	66
3.26 2-Methoxyethylacetat	68
3.27 2-Methoxy-1-methylethylacetat	70

<b>3.28 Methylacetat</b>	<b>72</b>
<b>3.29 Methylmethacrylat</b>	<b>75</b>
<b>3.30 Naphthalin</b>	<b>78</b>
<b>3.31 Nickel</b>	<b>80</b>
<b>3.32 Nitrobenzol</b>	<b>83</b>
<b>3.33 <i>n</i>-Pentan</b>	<b>84</b>
<b>3.34 Phenol</b>	<b>85</b>
<b>3.35 1-Propanol</b>	<b>88</b>
<b>3.36 Styrol</b>	<b>90</b>
<b>3.37 Tetrachlorethen</b>	<b>93</b>
<b>3.38 Tetrahydrofuran</b>	<b>96</b>
<b>3.39 Toluol</b>	<b>98</b>
<b>3.40 Trichlorethen</b>	<b>104</b>
<b>3.41 Trichlormethan</b>	<b>106</b>
<b>3.42 Vinylacetat</b>	<b>107</b>
<b>3.43 Wasserstoffperoxid</b>	<b>109</b>
<b>3.44 Zinkoxid-Rauch</b>	<b>111</b>
<b>4 Verzeichnis der Abkürzungen und Einheiten</b>	<b>112</b>
<b>5 Anhang – Prioritätenlisten</b>	<b>113</b>
<b>6 Index</b>	<b>111</b>
<b>7 Literatur</b>	<b>119</b>

## 1 Einleitung

### 1.1 Altstoffverordnung und Altstoffprogramm der EU

Die Verordnung 793/93/EWG des Rates der Europäischen Gemeinschaften zur "Bewertung und Kontrolle der Umweltrisiken chemischer Altstoffe" ist seit dem 23. Mai 1993 in allen EU-Mitgliedstaaten unmittelbar geltendes Recht [1, 2]. Als "Altstoffe" werden nach dieser Verordnung diejenigen chemischen Substanzen bezeichnet, die vor dem Stichtag 18. September 1981 in Verkehr gebracht wurden. Etwa 106 000 Chemikalien, die im Altstoffinventar der Europäischen Gemeinschaften (EINECS) aufgeführt sind, fallen hierunter. Ziel der Altstoffverordnung ist es, mögliche Gefährdungen durch diese Stoffe für die Bevölkerung und für die Umwelt als Grundlage für Entscheidungen über gegebenenfalls erforderliche Maßnahmen zu bewerten. Die Risikobewertung betrifft Umwelt, Verbraucher und Arbeitnehmer am Arbeitsplatz. Zunächst sollen ca. 2 500 Stoffe, die aufgrund ihrer Produktionsmengen als vorrangig ausgewählt wurden, bewertet werden.

Zur Vorbereitung der Risikobewertungen werden Stoff-Prioritätenlisten von der Kommission der Europäischen Gemeinschaften aufgestellt; für die Bearbeitung der einzelnen Stoffe wird jeweils ein Mitgliedsland als verantwortlich benannt [3, 4, 5]. In Deutschland ist die Anmeldestelle nach dem Chemikaliengesetz ChemG, die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), offizielle Koordinationsstelle und Berichterstatter ("Rapporteur") gegenüber der EU-Kommission. Jeweils ein bedeutendes Herstellerunternehmen ist für die Zusammenfassung der Daten und die Erstellung der Risikobewertungen zu einem oder mehreren Stoffen zuständig.

Die EU-Altstoffverordnung schreibt vor, die Wirkung der Stoffe auf Mensch und Umwelt zu prüfen. Zum Schutz der Menschen, namentlich Arbeitnehmer und Verbraucher, soll eine systematische Bewertung der Risiken erfolgen. Durch die Bewertung von Exposition und Wirkung ist die Risikoabschätzung eines Stoffes möglich.

Den Ablauf verdeutlicht das Schema in der Abbildung 1. Es handelt sich hierbei um eine vereinfachte Darstellung. Zur Ermittlung der toxikologischen Wirkung dienen neben den physikalisch-chemischen Daten und den Erfahrungen am Menschen folgende experimentell-toxikologischen Daten: Toxikokinetik und Metabolismus, akute Toxizität, Haut- und Schleimhautverträglichkeit, sensibilisierende Wirkung, Toxizität nach wiederholter Applikation (subakute, subchronische und chronische Toxizität), Gentoxizität, Kanzerogenität, Reproduktionstoxizität, Wirkung auf das Immunsystem und Neurotoxizität. Hieraus wird – soweit möglich – eine Wirkschwelle abgeleitet, unterhalb derer keine schädigenden Effekte mehr zu beobachten sind, der "No Observed (Adverse) Effect Level" (NO(A)EL). Aus der Relation von Gesamtdosis zu NO(A)EL wird der resultierende Sicherheitsfaktor  $s$  abgeleitet. Die nationalen Bewertungsstellen – für den Arbeitsschutz ist dies die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), für den Verbraucherschutz das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) und für den Umweltschutz das

Umweltbundesamt (UBA) – in Zusammenarbeit mit den Fachgremien, insbesondere dem Beratergremium für Altstoffe der GDCh (BUA) und dem Berufsgenossenschaftlichen Arbeitskreis Altstoffe (BGAA) entscheiden auf dieser Grundlage über den weiteren Handlungsbedarf.

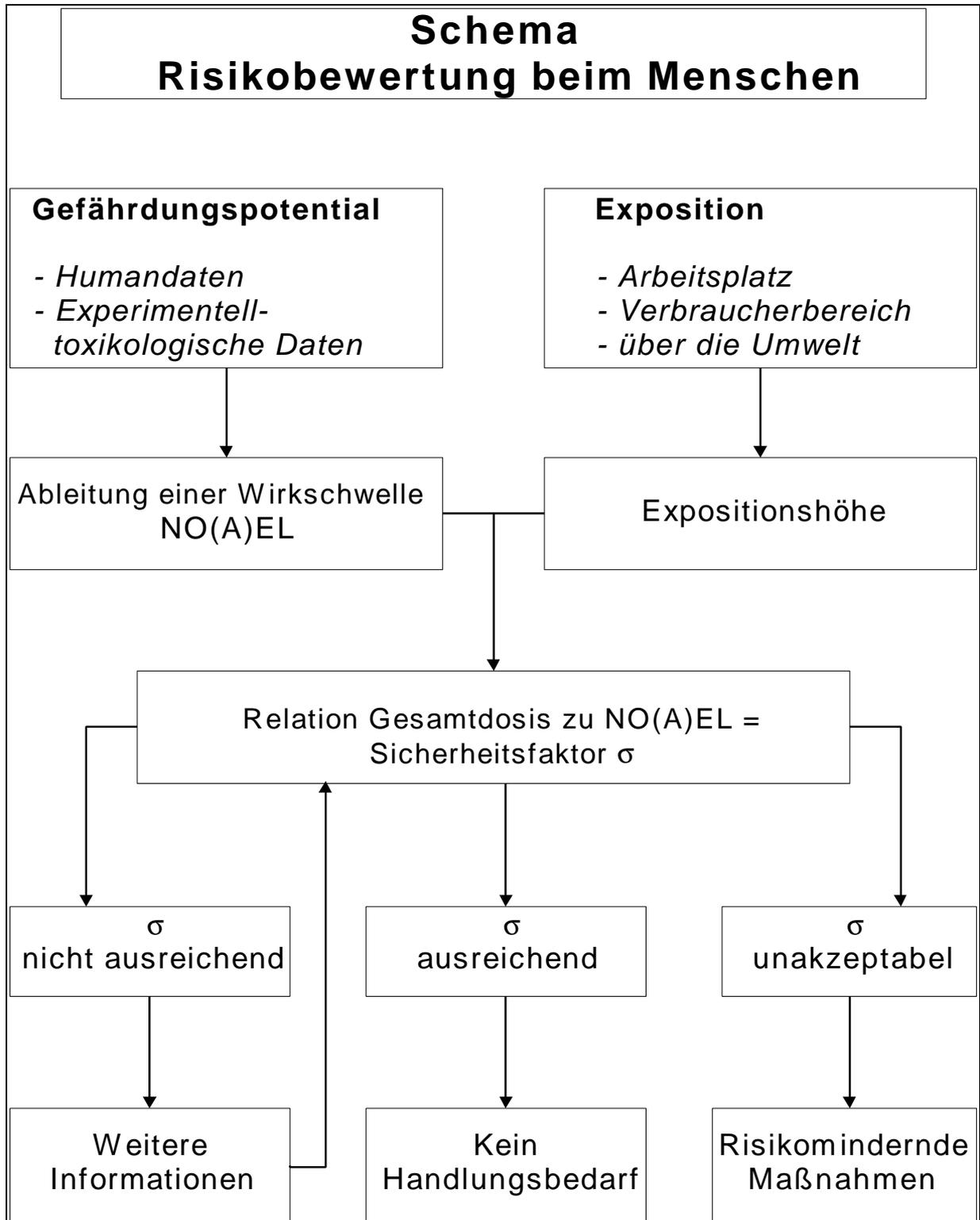


Abbildung 1: Schema der Risikobewertung beim Menschen

## 1.2 Beitrag der Berufsgenossenschaften

Die Berufsgenossenschaften beteiligen sich an der Risikobewertung für den Menschen am Arbeitsplatz. Bei der Expositionsermittlung stellt die Exposition am Arbeitsplatz neben dem Verbraucherbereich und der Exposition über die Umwelt das dritte "Kompartiment" dar, um die Expositionshöhe insgesamt festzustellen.

Der Hersteller oder Importeur eines Stoffe, an den sich die Verordnung direkt richtet, kann die Exposition in der Regel nur für die Herstellung des betreffenden Stoffes ermitteln. Deshalb haben die Berufsgenossenschaften dem Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung (BMA) im Jahre 1994 angeboten, Daten und Informationen über den branchenspezifischen Umgang der Verwender von Gefahrstoffen für die Altstoffbearbeitung im Rahmen der EU-Altstoffverordnung verfügbar zu machen. Das BMA griff dieses Angebot, die gewerblichen Berufsgenossenschaften stärker in die Bewertung von Altstoffen mit einzubeziehen, auf. Für die Beteiligung der Berufsgenossenschaften an der Umsetzung der EU-Altstoffverordnung wurde auf Beschluß der Hauptgeschäftsführerkonferenz vom Dezember 1994 der Berufsgenossenschaftliche Arbeitskreis Altstoffe (BGAA) unter Federführung der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie gegründet. Er stellt die Meßwerte aus der Datenbank MEGA (Meßdaten zur Exposition von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz) des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit – BIA in Sankt Augustin zusammen und erarbeitet entsprechende Expositionsbeschreibungen [6]. In der Datenbank MEGA werden seit 25 Jahren umfangreiche Messungen im Rahmen des Berufsgenossenschaftlichen Meßsystems Gefahrstoffe (BGMG) dokumentiert [7].

Die Aufgaben des BGAA umfassen die folgenden Bereiche:

1. Prüfung und Beratung, welche konkreten Beiträge zur Risikobeschreibung von Altstoffen die gewerblichen Berufsgenossenschaften leisten können.
2. Kontaktstelle der Berufsgenossenschaften zu anderen mit dem Altstoffprogramm befaßten Stellen, beispielsweise zur Anmeldestelle und zur nationalen Bewertungsstelle bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), zu den nationalen Bewertungsstellen anderer EU-Staaten sowie zu federführenden Firmen.
3. Entwicklung von Kriterien zum Aufbau von Expositionsbeschreibungen.
4. Prioritätensetzung für die Bearbeitung der Stoffe.
5. Festlegung von Rahmenbedingungen, die sicherstellen, daß von den Berufsgenossenschaften alle verfügbaren Expositionsdaten sachgerecht eingebracht werden.
6. Informationsaustausch zwischen den Berufsgenossenschaften über die Stoffe und ihre Verwendungsgebiete zur Verbesserung des Arbeitsschutzes, auch über Altstoffe, für die andere EU-Mitgliedsländer federführend sind.

7. Vergleich und Abstimmung deutscher Daten mit den Informationen anderer EU-Länder. Wünschenswert ist eine einheitliche Beurteilung der Kriterien zur Feststellung von Expositionen.
8. Bearbeitung von Altstoffen, für die ein aktueller Handlungsbedarf besteht und die nicht im Rahmen der EU-Altstoffverordnung mit Priorität bearbeitet werden. Hieraus könnten gegebenenfalls Vorschläge für weitere EU-Prioritätenlisten resultieren.

Der BGAA setzt sich unter Federführung der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie und unter ständiger Mitwirkung des BIA aus den Vertretern der Berufsgenossenschaften zusammen. Als Ansprechpartner steht

Dr. Thomas H. Brock  
Berufsgenossenschaftlicher Arbeitskreis Altstoffe – BGAA  
c/o Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie  
Postfach 10 14 80  
69004 Heidelberg

zur Verfügung. Der BGAA entwickelte eine Konzeption für Expositionsbeschreibungen für das Altstoffprogramm. Hierzu wurde in Anlehnung an einen Leitfaden der nationalen Bewertungsstelle BAuA ein "BGAA-Format" entwickelt. In diesem Format werden die vom BGAA verabschiedeten Expositionsbeschreibungen der zuständigen Stelle im deutschen Altstoffprogramm ("Rapporteur" in der BAuA) übergeben.

Für EU-Altstoffe, die federführend von anderen EU-Mitgliedsländern bearbeitet werden, erstellt der BGAA gleichfalls Expositionsbeschreibungen, falls Meßdaten vorhanden sind und übergibt diese ebenfalls dem deutschen Rapporteur, der sie an den entsprechenden Rapporteur des anderen EU-Landes weiterleitet.

### 1.3 BGAA-Report

Der BGAA erachtet es für zweckmäßig, die erarbeiteten Expositionsbeschreibungen im Rahmen der Publikationsreihen des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften auch der (Fach-)Öffentlichkeit zu präsentieren.

Ziel ist eine sachgerechte Information, mit der wichtige Fakten für die Diskussion über gefahrstoffbedingte Risiken am Arbeitsplatz, z. B. für die Beratung über Grenzwerte, zur Verfügung gestellt oder Präventionsschwerpunkte identifiziert werden können. Zu beachten ist, daß mit dem Blick auf die Anforderungen im Altstoffprogramm die hier vorgelegten Expositionsbeschreibungen die Meßergebnisse statistisch zum Teil hoch aggregiert zusammenfassen. Zum Zwecke der praktischen betrieblichen Prävention und für die Arbeitsanamnese bei Verdachtsanzeigen von Fällen einer Berufskrankheit ist häufig eine stärker differenzierte Datenanalyse erforderlich. Dennoch können aus den Expositionsbeschreibungen des BGAA Hinweise und Anhaltspunkte für die Praxis gewonnen werden.

Dieser erste Report enthält die Expositionsbeschreibungen der bisher vom BGAA bearbeiteten Stoffe der Prioritätenlisten der EU-Altstoffverordnung bzw. der von der OECD ausgewählten Stoffe (Kapitel 5 – Prioritätenlisten), soweit bei den Berufsgenossenschaften Meßergebnisse über die Expositionssituation an Arbeitsplätzen vorhanden sind. Nicht immer sind alle für den jeweiligen Stoff relevanten Arbeitsbereiche durch Messungen der Berufs-

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

genossenschaften abgedeckt, da beispielsweise innerbetriebliche Meßstellen in Großbetrieben die Meßaufgaben weitestgehend selbst übernehmen.

Naturgemäß stehen die Verwendungsbereiche der Gefahrstoffe gegenüber ihrer Herstellung hierbei im Vordergrund. Da, wie bereits vorstehend erwähnt, die Hersteller für die Risikobewertung in der Regel über Meßdaten am Arbeitsplatz selbst verfügen, sind in den Expositionsbeschreibungen des BGAA nur vereinzelt Meßdaten aus dem Herstellungsbe- reich vorhanden.

Für die Expositionsbeschreibung hat der Arbeitskreis ein eigenes Format "Exposition am Arbeitsplatz" entwickelt (Abbildung 2). Nähere Erläuterungen zu diesem Format werden in Abschn. 0 gegeben.

<b>Exposition am Arbeitsplatz</b>	
Identifikation und Grenzwerte	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Stoffname</li> <li><input type="radio"/> Formel (bei Verbindungen auch Molmasse in g/mol)</li> <li><input type="radio"/> Synonyme</li> <li><input type="radio"/> CAS-Nummer</li> <li><input type="radio"/> Deutscher Grenzwert</li> <li><input type="radio"/> Datenzeitraum</li> <li><input type="radio"/> BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.</li> </ul>
Meßverfahren (EN 689/482)	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Probenahmeverfahren</li> <li><input type="radio"/> Analysenverfahren</li> <li><input type="radio"/> Analytische Bestimmungsgrenze</li> </ul>
Expositionsbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Schichtmittelwerte/Kurzzeitwerte</li> <li><input type="radio"/> Statistische Parameter               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Anzahl Meßdaten</li> <li>– Anzahl Betriebe</li> <li>– 50%-, 90%- und 95%-Wert</li> </ul> </li> <li><input type="radio"/> Gegebenenfalls Differenzierung nach dem Einsatz von Absaugungen im Arbeitsbereich</li> <li><input type="radio"/> Erläuterungen zu den Meßergebnissen und den Arbeitsverfahren</li> </ul>

Abbildung 2: BGAA-Format "Exposition am Arbeitsplatz"

Darüber hinaus stellen die Berufsgenossenschaften im Rahmen der Altstoff-Risikobewertung nicht nur Expositionsbeschreibungen zur Verfügung, sondern erarbeiten seit vielen Jahren auch toxikologische Bewertungen im Rahmen des Programms der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen durch Arbeitsstoffe [8].

## 2 Auswertung und Darstellung der Expositionsdaten

### 2.1 Datenbestand

Die in den folgenden Expositionsbeschreibungen verwendeten Meßdaten wurden im Rahmen des "Berufsgenossenschaftlichen Meßsystems Gefahrstoffe" (BGMG) ermittelt und in der Dokumentation MEGA gespeichert [7].

Durch umfangreiche Meßaktivitäten der Berufsgenossenschaften in ihren Mitgliedsbetrieben werden derzeit pro Jahr in ca. 4000 Betrieben ca. 60000 Gefahrstoffanalysen an Luftproben durchgeführt. Die Meßergebnisse sind zusammen mit den Betriebs-, Expositions- und Probenahmedaten in der BIA-Dokumentation MEGA niedergelegt.

Um möglichst aktuelle Expositionsbeschreibungen erstellen zu können, wurden die Daten der letzten fünf Jahre in die Auswertung einbezogen. Da der BGAA seine Arbeit Anfang 1995 aufnahm, beziehen sich die Auswertungen der zuerst bearbeiteten Gefahrstoffe auf den Zeitraum 1990 bis 1994, für alle folgenden Gefahrstoffe wurden entsprechend die nachfolgenden Fünfjahreszeiträume für die Beurteilung zugrundegelegt.

Die Daten wurden unter Mitarbeit von Experten der jeweiligen Branchen zu vergleichbaren Arbeitsbereichen und Arbeitsverfahren zusammengefaßt [9]. Grundlage hierfür sind die Schlüsselverzeichnisse Betriebsarten (Branche) und Arbeitsbereiche. Als Arbeitsbereich wird der räumlich und organisatorisch begrenzte Teil eines Betriebes verstanden, der einen oder mehrere Arbeitsplätze umfassen kann.

Der Anlaß für die durchgeführten Messungen im BGMG ist unterschiedlicher Art, es handelt sich jedoch überwiegend um:

- Messungen *im Rahmen der Aufsichtspflicht*, die aus jeweils unterschiedlichen konkreten Anlässen durchgeführt wurden. Dabei wurden auch solche Messungen ausgewertet, die wegen eines im Arbeitsverfahren begründeten Verdachts auf Exposition durchgeführt wurden, aber keine oder nur eine sehr geringe Exposition zeigten. Hieraus ergibt sich naturgemäß eine in der Regel sehr breite Streuung der Meßergebnisse, entsprechend der Vielfalt der untersuchten Arbeitsbereiche mit unterschiedlichsten Randbedingungen für die Meßergebnisse.
- Messungen bei *Verdacht auf eine Berufskrankheit*. Hierbei handelt es sich oftmals um Messungen unter "worst-case"-Bedingungen. Für die Verteilung der Meßwerte ergibt sich, entsprechend den unterschiedlichen Expositionssituationen, ein mit den Messungen *im Rahmen der Aufsichtspflicht* vergleichbares Bild.

## 2.2 Auswahlkriterien

In der Auswertung wurden ausschließlich personenbezogene Expositionsmessungen in der Luft am Arbeitsplatz berücksichtigt, die folgende Bedingungen erfüllen:

- Das Meßverfahren erfüllt die Anforderungen an die Meßstrategie gemäß (DIN) EN 689 [10] bzw. TRGS 402 sowie die Anforderungen an Meßverfahren gemäß (DIN) EN 482 [11]. Hierunter fallen auch Messungen, die beim Einsatz von Atemschutz durchgeführt wurden. Nicht berücksichtigt wurden dagegen Meßwerte, die aus Messungen hinter der Atemschutzmaske erhalten wurden.
- Die Messungen wurden mit den im Rahmen des BGMG zum Zeitpunkt der Messung gültigen Probenahmesystemen (Probenahmeverfahren/Probenträger) durchgeführt [12].
- Die Analysen wurden nach den zum Zeitpunkt der Analysen im BGMG gültigen Analysenverfahren durchgeführt [12]. Bitte beachten: *Unter der analytischen Bestimmungsgrenze eines Analysenverfahrens versteht man die kleinste Menge eines Stoffes, die mit einer geforderten statistischen Sicherheit von 95% quantitativ nachweisbar ist. Das heißt, quantitative Konzentrationsangaben sind erst dann aufgeführt, wenn das Analyseergebnis gleich oder größer der analytischen Bestimmungsgrenze ist. Konzentrationsangaben mit "kleiner analytische Bestimmungsgrenze" bezeichnen die Höhe der relativen Bestimmungsgrenze. Diese ist nicht konstant, sondern abhängig von Analysen- und Probenahmebedingungen.*
- Für krebserzeugende Substanzen wurde das jeweilige in der ZH1/120 niedergelegte Verfahren angewandt [13].

Die Messungen wurden – soweit möglich – getrennt ausgewertet:

- **Schichtmittelwerte:** Meßwerte mit einer Expositionsdauer  $t_E \geq 1$  Stunde, die gegebenenfalls entsprechend der angegebenen Expositionsdauer auf Schichtmittelwerte (8-stündige Exposition) umgerechnet wurden. In der Regel beziehen sich jedoch die Meßdaten auf eine 8-stündige Exposition, so daß eine Umrechnung entfällt. Die Umrechnung der wenigen Meßwerte mit einer Expositionsdauer  $< 8$  Stunden hat auf die Verteilungsparameter des Gesamtkollektivs keinen signifikanten Einfluß.
- **Tätigkeitsbezogene Meßdaten mit einer Expositionsdauer  $t_E < 1$  Stunde:** Bei den Meßdaten mit Expositionsdauer  $< 1$  Stunde handelt es sich um tätigkeitsbezogene Konzentrationsmessungen. Bei kürzeren Expositionen können im Einzelfall die Meßergebnisse im Rahmen vom "worst-case"-Abschätzungen als Schichtmittelwerte genutzt werden.

Im BGMG werden zur Ermittlung der personenbezogenen Exposition am Arbeitsplatz sowohl stationäre wie auch personengetragene Probenahmesysteme eingesetzt. Da beide Systeme personenbezogene Meßergebnisse liefern und somit zur Expositionsermittlung gleichermaßen geeignet sind, wurde auf eine differenzierte Auswertung nach unterschiedlichen Probenahmesystemen verzichtet.

Für die spezifische Darstellung wurden – soweit sinnvoll – branchenübergreifend Arbeitsbereiche und Arbeitsverfahren zusammengefaßt. Erläuterungen zu einzelnen Expositionshöhen werden nur gegeben, wenn die Datenlage weitere verfahrensspezifische Angaben erlaubt.

Die Meßaktivitäten für die verschiedenen Betriebsgrößen – bezogen auf die Anzahl der dort jeweils Beschäftigten – sind recht ausgeglichen [7]. In der Regel wird in der Auswertung auf eine Differenzierung nach Klein-, Mittel- und Großbetrieben verzichtet, weil für die Expositionssituation nach eigenen Erfahrungen vorwiegend die Verfahren und die Stoffe entscheidend sind, weniger die Größe der Betriebe.

Darüber hinaus wurden soweit wie möglich getrennte Auswertungen für Arbeitsbereiche durchgeführt, an denen technische Schutzmaßnahmen zur Expositionsminderung (Absaugung) getroffen bzw. nicht getroffen wurden. Hierzu erscheint folgender Hinweis notwendig:

*Technische Maßnahmen werden meist dort ergriffen, wo die spezifische Arbeitsplatzsituation zu einer höheren Freisetzung von Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben führt. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn mit großen Mengen eines Stoffes offen umgegangen wird, dieser großflächig aufgetragen verdunstet oder eine Verarbeitung bei höheren Temperaturen stattfindet. Vergleichsweise gering dagegen ist die Freisetzung beim Einsatz geringer Mengen des gleichen Stoffes, beim Auftrag auf nur kleine Flächen oder bei der Verarbeitung bei oder unterhalb der Raumtemperatur. Durch die technische Maßnahme wird meist erreicht, daß das Expositionsniveau von Arbeitsplätzen mit großer Freisetzung das Niveau solcher mit nur geringer Freisetzung ohne technische Maßnahmen ungefähr erreicht. Daraus resultiert das scheinbare Paradoxon, daß die Arbeitsplätze mit Absaugung häufig keine geringeren oder sogar höhere Expositionen als diejenigen ohne Absaugung aufweisen.*

Die Summe der Messungen mit und ohne Absaugung kann kleiner als die Zahl der Messungen für die/den jeweiligen(n) Betriebsart/Arbeitsbereich sein, da nicht in allen Fällen

eine Angabe über die Absaugung in den Meßdaten dokumentiert ist. In den folgenden Expositionsbeschreibungen wird nur noch der Begriff Absaugung benutzt.

## 2.3 Statistische Parameter der Auswertung

Die Auswertung erfolgte unter Beachtung einer zwischen den Berufsgenossenschaften und dem HVBG getroffenen Vereinbarung zur Nutzung der DOK-MEGA: *Es werden nur dann Datenkollektive gebildet und statistisch ausgewertet, wenn jeweils mehr als neun Meßwerte aus mindestens fünf Betrieben und zwei Berufsgenossenschaften vorliegen, um eine Reanonymisierung auszuschließen.*

Für die Expositionsangaben in den Tabellen wurden unabhängig vom Verteilungstyp des betrachteten Meßwertekollektivs die 50%-, 90%- und 95%-Werte herangezogen. Für diese Werte gilt, daß 50%, 90% bzw. 95% aller vorhandenen Expositionswerte unterhalb dieser Schwelle, die restlichen 50%, 10% bzw. 5% oberhalb dieser Schwelle liegen [14].

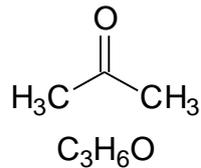
Im Gegensatz zu anderen statistischen Parametern erlauben diese Werte einen direkten Vergleich zwischen unterschiedlichen Kollektiven zur Beurteilung der Expositionsverhältnisse.

## 3 Expositionsbeschreibungen

### 3.1 Aceton

#### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	58.08
CAS-Nr.	67-64-1
Synonyme	Dimethylketon, Propanon, Propan-2-on, 2-Oxopropan
Deutscher Grenzwert	1200 mg/m <sup>3</sup> , 500 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1992 – 1996
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	35

#### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

#### Erläuterungen zu den Ergebnissen

##### Allgemeines

In die vorliegende Auswertung wurden 4256 Meßdaten aus rund 1300 Betrieben einbezogen.

##### Schichtmittelwerte

Die Auswertung der Schichtmittelwerte, die in den jeweiligen Arbeitsbereichen und Betriebsarten gemessen wurden, sind in Tabelle 1 dargestellt.

**Herstellung von pharmazeutisch-chemischen Erzeugnissen:** Die Daten wurden an Dis-solvern, Perlmühlen und Umfüll-/Abfüllanlagen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Ansetzen und Abfüllen von Lacken ermittelt.

**Reinigen, Entfetten:** Die Daten wurden überwiegend in der Metall-, Elektro-, Holz- und der chemischen Industrie erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

beim manuellen Reinigen von Behältern (beispielsweise Anstrichmittelherstellung) und Anlagenteilen (Entfernen von Kunststoff- und Kleberrückständen) ermittelt.

**Kleben (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Holz-, Möbelindustrie):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim großflächigen Verarbeiten von Klebstoff ermittelt.

**Kleben (Leder-/Schuhindustrie):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim manuellen und maschinellen Klebstoffauftrag unter ungünstigen räumlichen Bedingungen ermittelt.

**Kleben, Bodenbelagsarbeiten (Holz, Textil, Kunststoff):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von Parkettklebern und Fugenkitt in Räumen ohne Lüftung ermittelt.

**Pinself, Malen, Rollen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Holz-, Möbel-, Glas-, Keramikindustrie):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Handmalen ohne Absaugung ermittelt.

**Pinself, Malen, Rollen (Baugewerbe):** Die Daten wurden beim Anstrich von Wänden, Fenstern und Hausinstallationen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von Grundierungen ermittelt.

**Farbspritzen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Polstermöbel-, Glas-, Keramikindustrie):** Die Daten wurden überwiegend an Trockenprallwänden und wasserberieselten Spritzständen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spritzen von Beschichtungen (beispielsweise Polyurethanen) ermittelt.

**Spritzen (Holzverarbeitung):** Die Daten wurden überwiegend an Trockenprallwänden und wasserberieselten Spritzständen erhoben.

**Spritzen (Baugewerbe):** Die Daten wurden überwiegend bei Korrosionsschutzarbeiten erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spritzen von Beschichtungen und Grundierungen ermittelt.

**Maschinelle Oberflächenbeschichtung (Kunststoff-, Möbel-, Holz-, Metall-, Elektro-, Keramik-, Glas- und Druckindustrie):** Die Daten wurden an Beschichtungsanlagen (Tauchen, Gießen, Lackieren, Streichen, Laminieren) erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Gießen und Streichen von Lacken sowie bei Reinigungsarbeiten in Laminierbereichen ermittelt.

Tabelle 1: Aceton – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Herstellen von pharmazeutisch-chemischen Erzeugnissen	311	120	17	216	413
- ohne Absaugung	152	69	18	171	357
- mit Absaugung	148	66	13	275	417
Reinigen, Entfetten	257	143	15	296	619
- ohne Absaugung	127	76	14	398	612
- mit Absaugung	114	64	13	165	596
Kleben (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Holz- und Möbelindustrie)	587	213	13	249	514
- ohne Absaugung	318	120	12	170	309
- mit Absaugung	244	101	13	363	811
Kleben (Lederverarbeitung/Schuhherstellung)	425	83	31	510	806
- ohne Absaugung	158	40	5	442	820
- mit Absaugung	262	50	66	538	779
Kleben (Bodenbelagsarbeiten)					
- alle Messungen ohne Absaugung	128	58	57	343	578
Pinself, Malen, Rollen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Holz-, Möbel-, Glas- und Keramikindustrie)	97	48	9	78	176
- ohne Absaugung	65	34	10	130	227
- mit Absaugung	19	11	5	11	16
Pinself, Malen (Baugewerbe)					
- alle Messungen ohne Absaugung	25	9	1	11	31
Spritzen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Polstermöbel-, Glas- und Keramikindustrie)	397	223	6	66	139
- ohne Absaugung	47	30	5	35	90
- mit Absaugung	329	189	7	77	184
Spritzen (Holzverarbeitung)	668	261	4	32	60
- ohne Absaugung	14	10	3	13	67
- mit Absaugung	649	253	4	33	60
Spritzen (Baugewerbe)	50	18	8	50	201
- ohne Absaugung	33	11	11	84	504
- mit Absaugung	16	9	4	43	68
Oberflächenbeschichtung, maschinell (Kunststoff-, Möbel-, Holz-, Metall-, Elektro-, Keramik-, Glas-, und Druckindustrie)	1117	420	9	102	199
- ohne Absaugung	468	183	13	114	200
- mit Absaugung	624	251	8	86	200

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Auswertung der Schichtmittelwerte, die in den jeweiligen Arbeitsbereichen und Betriebsarten gemessen wurden, sind in der Tabelle 2 dargestellt.

**Kleben (Bodenbelagsarbeiten):** Die Daten wurden beim Verlegen von Holz- (Parkett) und Textil-/Kunststoffböden erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von Parkettklebern und Fugenkitt ermittelt.

**Reinigen:** Die Daten wurden beim manuellen und maschinellen Reinigen von Anlagen und Teilen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Reinigen von Anlagen und Behältern von Kleberresten ermittelt.

**Beschichtung (Kleben, Malen, Rollen, Spritzen):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spritzen ermittelt.

**Herstellung und Lagerung von Zubereitungen:** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Um-/Abfüllen ermittelt.

Tabelle 2: Aceton – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Kleben (Bodenbelagsarbeiten) - alle Messungen ohne Absaugung	114	42	11	738	3018
Reinigen	28	22	34	1438	2628
Beschichtung (Kleben, Malen, Rollen, Spritzen)	38	29	19	279	793
Herstellung und Lagerung von Zubereitungen	14	7	31	197	285

## 3.2 Acetonitril

### Identifikation und Grenzwerte

Formel	$\text{H}_3\text{C}-\text{CN}$ $\text{C}_2\text{H}_3\text{N}$
Molmasse in g/mol	41.05
CAS-Nr.	75-05-8
Synonyme	Methylcyanid, Cyanomethan, Essigsäurenitril
Deutscher Grenzwert	70 mg/m <sup>3</sup> , 40 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 9	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Aceton erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Die Meßdaten stammen aus der chemischen Industrie (Kunststoff- und Pharmazeutische Industrie sowie Forschungslaboratorien).

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 3 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden in Laborräumen ermittelt, wo Acetonitril als mobile Phase bei chromatographischen Verfahren eingesetzt wird.

Tabelle 3: Acetonitril – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	15	10	1	8	12,3

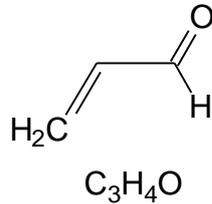
#### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Es lag nur eine Messung aus dem Bereich der chemischen Industrie vor. Für das Abfüllen von Acetonitrilabfällen aus Flaschen in Abfall-Lösemittelcontainer mit Absaugung wurde ein Wert von 17 mg/m<sup>3</sup> ermittelt.

### 3.3 Acrylaldehyd

#### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	56.06
CAS-Nr.	107-02-8
Synonyme	Acrolein, 2-Propenal
Deutscher Grenzwert	0,25 mg/m <sup>3</sup> , 0,1 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	14

#### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe mit Chemisorber wird ein definiertes Luftvolumen durch ein imprägniertes Glasfaserfilter gesaugt. Nach Extraktion mit Acetonitril erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,01 mg/m<sup>3</sup>.

#### Erläuterungen zu den Ergebnissen

##### Allgemeines

Es wurden insgesamt 352 Meßdaten aus 172 Betrieben der chemischen Industrie, der Kunststoff- und Gummiindustrie, der Keramik- und Glasindustrie, der Metallverarbeitung und des Maschinenbaues, der Elektronik und Feinmechanik, der Holzindustrie, der Bauindustrie und sonstiger Branchen ausgewertet.

Bei der Oberflächenbeschichtung, den mechanischen Bearbeitungsverfahren und in Büroräumen lagen alle Meßergebnisse unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Auf eine statistische Auswertung für diese Arbeitsverfahren und -bereiche wurde daher verzichtet.

## Schichtmittelwerte

Tabelle 4 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Warmverarbeitung von Kunststoffen (Extruder, Heißpressen):** 90% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden beim Heißpressen von Kunststoffbeschichtungen in der Möbelindustrie ermittelt.

**Räucherkerker:** In Räuchereien beträgt die Aufenthaltsdauer im belasteten Bereich nicht länger als 4 Stunden.

**Thermische Bearbeitungsverfahren (Schweißen, Löten, Brennschneiden):** Mehr als 95% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze traten in Einzelfällen beim Verschweißen von Kunststoffbeuteln und Löten von Platinen auf.

**Kleben:** 95% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse oberhalb dieser traten in Einzelfällen beim Verarbeiten von Schmelzklebstoffen auf.

Tabelle 4: Acrylaldehyd – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Warmverarbeitung von Kunststoffen	94	43	*)	*)	0,02
- ohne Absaugung	59	32	*)	0,015	0,03
- mit Absaugung	35	13	*)	*)	*)
Trocknen, Sintern, Rösten, Schmelzen	34	23	*)	0,02	0,02
- ohne Absaugung	15	12	*)	0,015	0,045
- mit Absaugung	19	11	*)	*)	0,02
Räuchereien	13	7	0,08	0,25	0,31
Thermische Bearbeitungsverfahren	175	94	*)	*)	*)
Kleben	52	25	*)	*)	*)

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Messungen verteilen sich auf die oben genannten Branchen. Tabelle 5 gibt die Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer ( $t < 1$  h) wieder. Meßergebnisse über der analytischen Bestimmungsgrenze wurden an Reaktionsbehältern ermittelt.

Tabelle 5: Acrylaldehyd – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

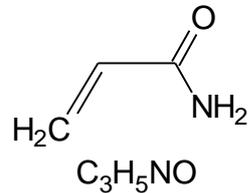
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	18	13	*)	*)	0,2

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch 2.2 und 3.3.2)

## 3.4 Acrylamid

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	71.01
CAS-Nr.	79-06-1
Synonyme	Acrylsäureamid
Deutscher Grenzwert	0,06 mg/m <sup>3</sup> (TRK-Wert für den Einsatz von festem Acrylamid, im übrigen gilt ein TRK-Wert von 0,03 mg/m <sup>3</sup> )
Datenzeitraum	1990 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	12

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Probenahmesystem GGP gesaugt. Das System enthält zur Abscheidung von Partikeln ein Glasfaserfilter und zur Adsorption von gasförmigem Acrylamid die Füllung eines Aktivkohleröhrchens in einer Glaskartusche. Nach einstündiger Desorption mit Dichlormethan/Methanol (9:1) erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahme liegt bei 0,005 mg/m<sup>3</sup>. Siehe auch [15].

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 28 Meßdaten aus 11 Betrieben ausgewertet. Die Meßdaten stammen aus den Branchen Chemische Industrie und Flachglasherstellung. Tabelle 6 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Chemische Industrie:** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Ansetzen und Befüllen von Reaktionsbehältern mit Acrylamid (fest oder als wäßrige Lösung) ermittelt. Beim Umgang mit festem Acrylamid kommen Schleusensysteme zum Einsatz. Das Tragen von Atemschutz ist obligatorisch.

**Sicherheitsglasherstellung, Brandschutzglas:** Bei der Herstellung von Sicherheitsglas wurden beim Abfüllen Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes ermittelt.

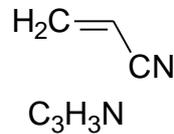
Tabelle 6: Acrylamid – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Chemische Industrie	13	7	0,07	0,15	0,16
Brandschutzglas, Herstellung und Bearbeitung	15	4	0,04	0,10	0,11

## 3.5 Acrylnitril

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	53.06
CAS-Nr.	107-13-1
Synonyme	Acrylsäurenitril, Vinylcyanid, Cyanoethen, Ethylencyanid
Deutscher Grenzwert	7,0 mg/m <sup>3</sup> , 3,0 ml/m <sup>3</sup> (TRK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 7	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Silicagelröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,05 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 112 Meßdaten aus 63 Betrieben ausgewertet. 35% der Meßdaten stammen aus dem Bereich der Kunststoffherstellung, 13% aus der chemischen Industrie, 9% aus der Elektroindustrie und 7% aus der Papier- und Pappenherstellung.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 7 gibt die Schichtmittelwerte wieder. 91% aller Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze traten in Einzelfällen bei der Kunststoffherstellung (Reaktionsbehälter, Mischer, Extruder) an Arbeitsbereichen ohne Absaugungen auf. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Extruder für Kunststoffe, Spritzformen:** 95% der Meßergebnisse an Extrudern lagen unter der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Oberflächenbeschichtung:** Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden nicht ermittelt.

**Papier- und Pappenherstellung:** Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden nicht ermittelt.

Tabelle 7: Acrylnitril – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Extruder für Kunststoffe, Spritzformen	69	43	*)	*)	*)
- ohne Absaugung	53	34	*)	*)	*)
- mit Absaugung	14	10	*)	*)	*)
Oberflächenbeschichtung (Spritzen, Pinseln, Rollen, Spachteln, Kleben)	20	16	*)	*)	*)
Papier- und Pappenherstellung	16	6	*)	*)	*)
- ohne Absaugung					
- mit Absaugung					

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Das Datenkollektiv war für eine statistische Auswertung zu gering (Tabelle 8). Der Maximalwert betrug 46 mg/m<sup>3</sup>, gemessen bei der Herstellung von Anstrich- und Klebemitteln sowie Fug- und Spachtelmassen ohne Erfassung (Absaugung), jedoch unter Einsatz von Atemschutz.

Tabelle 8: Acrylnitril – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer

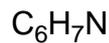
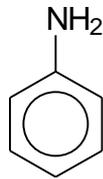
Betriebsart/Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert in mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert in mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert in mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	7	6	*)	*)	*)

\*) Für eine statistische Auswertung lagen nicht genügend Meßwerte vor (siehe auch Abschn. 2.3)

## 3.6 Anilin

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	93.12
CAS-Nummer	62-53-3
Synonyme	Aminobenzol, Aminobenzen, Phenylamin
Grenzwert	8,0 mg/m <sup>3</sup> , 2,0 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1990 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	34

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Methanol mit 2% KOH erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit stickstoffselektivem Detektor. Die Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,05 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Die Meßdaten verteilen sich auf alle Branchen und Arbeitsbereiche (beispielsweise Kunststoffherstellung, Kleben, Entsorgung). 85% der Meßdaten liegen unter der analytischen Bestimmungsgrenze.

Tabelle 9: Anilin – Schichtmittelwerte

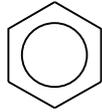
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	28	22	*)	0,06	0,10

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## 3.7 Benzol

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	78.11
CAS-Nr.	71-43-2
Synonyme	Benzen
Deutscher Grenzwert	8,0 mg/m <sup>3</sup> , 2,5 ml/m <sup>3</sup> (TRK) für Kokereien (Dickteerscheider, Kondensation, Gassaugerhaus), Tankfelder in der Mineralölindustrie sowie die Reparatur und Wartung von Ottokraftstoff- bzw. Benzol-führenden Teilen 3,2 mg/m <sup>3</sup> , 1,0 ml/m <sup>3</sup> (TRK) im übrigen
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	13

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Schwefelkohlenstoff erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer lag bis 1992 bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>, danach bei 0,1 mg/m<sup>3</sup> [12]. Siehe auch [16].

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 940 Meßdaten aus rund 370 Betrieben der Branchen chemische Industrie, Kunststoff-/Gummiindustrie, Keramik- und Glasindustrie, Reparaturwerkstatt, Metallverarbeitung/Maschinenbau, Gießereien, Elektronik/Feinmechanik, Bauwesen, Großhandel und Transport sowie Sonstige ausgewertet.

In wesentlichen Bereichen der Mineralölindustrie, der chemischen Industrie sowie der Kokereien werden Messungen hauptsächlich von betrieblichen und außerbetrieblichen Meßstellen durchgeführt. Diese Ergebnisse liegen nicht in der Dokumentation MEGA vor. Meßergebnisse aus diesen Bereichen sind im BIA-Report 3/93 "Arbeitsumweltdossier Benzol" wiedergegeben [17].

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 10 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Kalt-/Warmverarbeitung von Kunststoffen (Kneten, Pressen, Extrudieren):** Die Meßdaten stammen aus den Branchen Kunststoffverarbeitung und Elektrotechnik. Die Meßergebnisse lagen alle unter der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Umfüllen, Abfüllen:** Die Meßdaten wurden zu 85% in der Chemischen Industrie und im Großhandel ermittelt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten beispielsweise beim Abfüllen von Kraftstoffen oder von anderen Gemischen mit hohem Benzolgehalt auf, wenn keine technischen Schutzmaßnahmen vorhanden waren.

**Reparatur/Wartung/Prüfstand:** Die Messungen wurden in der Metallbearbeitung / Maschinenbau und der Reparaturwerkstatt durchgeführt. Bei Motorprüfständen, Zapfsäulen- und Motorreparaturen insbesondere Vergaser, Kraftstofffilter- und -leitungen) traten Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes auf.

**Thermische Bearbeitungsverfahren (Schweißen, Laserschneiden, Funkenerodieren):** Mehr als 80% der Meßdaten wurden beim Funkenerodieren in der Metallbearbeitung/Elektrotechnik und beim Laserschneiden in der Kunststoffverarbeitung ermittelt. Die Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Mechanische Bearbeitungsverfahren:** Der Meßschwerpunkt lag in der Metallbearbeitung/Maschinenbau. Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden nicht ermittelt.

**Kleben:** Die Meßdaten wurden zum überwiegenden Teil in den Branchen Kunststoff-, Gummi- und Schuhherstellung ermittelt. 90% der Meßergebnisse lagen im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Oberflächenbeschichtung (Farbspritzen, Pinseln, Rollen, Siebdrucken):** Die Meßdaten wurden in allen Branchen der verarbeitenden Industrie erhoben. Meßergebnisse oberhalb der a. B. wurden nicht ermittelt.

**Trockner, Kammer-/Schmelz- und Härteöfen:** Die Meßdaten stammen überwiegend aus der metallverarbeitenden Industrie (Oberflächenveredelung). Die Meßergebnisse lagen in allen Fällen unterhalb der a. B..

**Reinigung von Anlagenteilen:** Die Messungen wurden in der chemischen Industrie und in Druckereien durchgeführt. Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden nicht ermittelt.

**Tankreinigung:** Die Meßdaten wurden beim manuellen Tankreinigen und an Tankreinigungsanlagen ermittelt. Beim Reinigen von Heizöl- und Dieseltanks lagen die Meßergebnisse unterhalb des 50%-Wertes, Meßergebnisse oberhalb des 50%-Wertes wurden beim Reinigen von Rohbenzol-Tankwagen ermittelt. Absaugungen wurden hierbei nicht eingesetzt oder hatten nur eine geringe Wirksamkeit.

**Gießverfahren (Gießereien):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Gießen in kunstharzgebundene Formen (Furan- und Phenolharze) ermittelt.

Tabelle 10: Benzol – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Kalt-/Warmverarbeitung	60	34	*)	*)	*)
Umfüllen/Abfüllen	47	25	0,2	2,0	11,8
- ohne Absaugung	38	21	0,2	4,7	12,6
- mit Absaugung	9	4	*)	*)	*)
Reparatur/Wartung/Prüfstand	335	95	0,2	2,8	5,9
- ohne Absaugung	109	43	0,7	3,2	5,2
- mit Absaugung	187	53	0,2	1,0	4,3
Thermische Bearbeitungsverfahren	147	72	*)	*)	*)
Mechanische Bearbeitungsverfahren	62	31	*)	*)	*)
Kleben	28	14	*)	*)	0,8
- ohne Absaugung	22	10	*)	*)	1,0
- mit Absaugung	5	4	*)	*)	*)
Oberflächenbeschichtung	116	54	*)	*)	*)
Trockner, Kammer-/Schmelz- und Härteöfen	38	24	*)	*)	*)
Reinigung von Anlagenteilen	12	8	*)	*)	*)
Tankreinigung	19	9	14,4	66,0	67,7
Gießverfahren (Gießereien)	69	36	*)	3,1	5,0
- ohne Absaugung	52	29	0,5	4,0	5,4
- mit Absaugung	11	7	*)	1,0	1,6

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Meßdaten verteilen sich auf die oben genannten Branchen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden bei der Reparatur und Wartung von Ottomotoren erhalten.

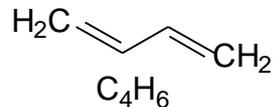
Tabelle 11: Benzol – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche (in der Regel keine Erfassung (Absaugung))	45	31	1,5	7,8	12,7

## 3.8 1,3-Butadien

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	54.09
CAS-Nr.	106-99-0
Synonyme	Buta-1,3-dien, Butadien-1,3
Deutscher Grenzwert	11 mg/m <sup>3</sup> , 5 ml/m <sup>3</sup> (34 mg/m <sup>3</sup> , 5 ml/m <sup>3</sup> bei der Aufarbeitung nach der Polymerisation und der Verladung) (TRK)
Datenzeitraum	1990 – 1955
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 6	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Schwefelkohlenstoff erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>. Siehe auch [18].

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 195 Meßdaten aus 104 Betrieben ausgewertet. Eine Verarbeitung von monomeren 1,3-Butadiens kommt fast ausschließlich in der chemischen Industrie vor.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 12 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Bis auf ein Meßergebnis lagen alle Meßergebnisse unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Daher wurde auf eine Differenzierung der Meßdaten nach dem Einsatz von Absaugungen verzichtet.

Tabelle 12: 1,3-Butadien – Schichtmittelwerte

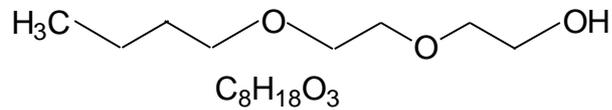
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Chemische Industrie	195	104	*)	*)	*)

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

### 3.9 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol

#### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	162.22
CAS-Nr.	112-34-5
Synonyme	Diethylenglycolmonobutylether, Butyldiglycol, Butylcarbitol
Deutscher Grenzwert	100 mg/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	15

#### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Dichlormethan/Methanol erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 2,0 mg/m<sup>3</sup>.

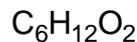
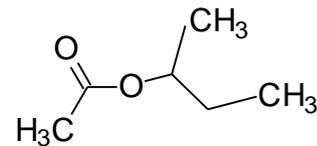
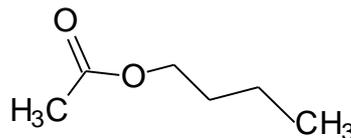
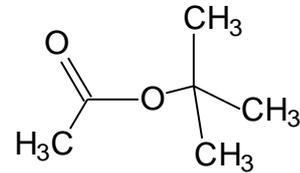
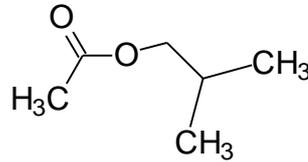
#### Erläuterungen zu den Auswertergebnissen

Insgesamt lagen 16 Meßdaten aus 9 Betrieben vor. Die Meßdaten stammen aus der chemischen Industrie und dem Baugewerbe (Gebäudereinigung). Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze traten nicht auf.

## 3.10 Butylacetat

### Identifikation und Grenzwerte

#### Formel



Molmasse in g/mol	116.16
CAS-Nr.	123-86-4 ( <i>n</i> -Butylacetat), 105-46-4 ( <i>sec.</i> -Butylacetat, 540-88-5 ( <i>tert.</i> -Butylacetat), 110-19-0 (Isobutylacetat)
Synonyme	Essigsäurebutylester, Ethansäurebutylester
Deutscher Grenzwert	950 mg/m <sup>3</sup> , 200 ml/m <sup>3</sup> (MAK) <i>seit Januar 1992 gilt dieser Grenzwert für die Summe der Isomeren, wie auch getrennt für die vier verschiedenen Einzelisomeren von Butylacetat</i>
Datenzeitraum	1991 – 1994
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 36	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Seit 1995 werden die vier isomeren Butylacetate getrennt analysiert, bis einschließlich 1994 wurde das Isomerengemisch als Gesamtwert bestimmt. Aus diesem Grund wurde der Zeitraum 1991 bis 1994 für die Auswertung ausgewählt. Für den späteren Zeitraum ist jedoch nicht mit einer signifikanten Änderung der Expositionssituation zu rechnen. Obwohl in der Stoffliste der OECD nur die CAS-Nummer für *n*-Butylacetat aufgeführt wird, erscheint es sinnvoll, alle Isomeren zu betrachten, da in technischen Produktion mit Isomerengemischen gerechnet werden muß.

In die vorliegende Auswertung wurden 5153 Meßdaten aus rund 1500 Betrieben einbezogen.

## Schichtmittelwerte

Tabelle 13 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Herstellung von Zubereitungen:** Die Daten wurden an Dissolvern, Perlmühlen sowie Ab- und Umfüllanlagen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Ansetzen und Abfüllen ermittelt.

**Reinigen, Entfetten, maschinell:** Die Daten wurden überwiegend in der Metallbearbeitung und der chemischen Industrie erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden an Behälterreinigungsanlagen in der Anstrichmittelherstellung ermittelt.

**Reinigen Entfetten, manuell:** Die Daten wurden überwiegend in der Metall- und Holzbearbeitung sowie in der Anstrichmittelherstellung erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Reinigen von Anlagen und Behältern (beispielsweise Anstrichmittelherstellung) ermittelt.

**Kleben (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Holz-, Möbel-, Leder- und Schuhindustrie):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spritzen von Klebstoff in der Möbeldustrie ermittelt.

**Kleben (Bodenbelagsarbeiten mit Holz, Textil, Kunststoff):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spachteln in Räumen ohne Lüftung ermittelt.

**Pinself, Rollen, Malen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Glas-, Keramik-, Holzindustrie):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Lackieren ohne Absaugung ermittelt.

**Pinself, Rollen, Malen (Baugewerbe):** Die Daten wurden beim Anstrich von Wänden, Fenstern und Hausinstallationen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Rollen von Grundierungen in Räumen ohne Lüftung ermittelt.

**Farbspritzen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Glas- und Keramikindustrie):** Die Daten wurden überwiegend an Trockenprallwänden und wasserberieselten Spritzwänden erhoben.

**Farbspritzen (Baugewerbe):** Die Daten wurden überwiegend beim Lackieren von Metallteilen erhoben.

**Farbspritzen (Holzverarbeitung):** Die Daten wurden überwiegend an Trockenprallwänden und an wasserberieselten Spritzwänden erhoben.

**Maschinelle Beschichtung (Metall-, Elektro-, Glas-, Keramik- und Druckindustrie):** Die Meßdaten wurden beim Tauchen, Gießen und Streichen von Lacken sowie beim Laminieren erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden an Tauchbecken (zum Teil offen, ohne Absaugung) von Lacken ermittelt.

**Maschinelle Beschichtung (Kunststoff-, Holzverarbeitung):** Die Meßdaten ohne Absaugung wurden überwiegend an (Lack-)Gießanlagen ermittelt, die in der Regel nach dem Stand der Technik nicht abgesaugt werden können (bei starker Luftbewegung reißt der

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

Lackfilm ab). Die Meßdaten mit Absaugung wurden am Bedienungs-/Überwachungspersonal von Spritzautomaten an Lackierstraßen ermittelt. Diese Anlagen sind in der Regel zusätzlich eingekapselt.

Tabelle 13: Butylacetat – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Herstellung von Zubereitungen	522	132	25	125	181
- ohne Absaugung	248	86	29	130	215
- mit Absaugung	247	83	22	94	145
Reinigen, Entfetten (maschinell)	58	34	48	389	583
- ohne Absaugung	14	11	77	416	482
- mit Absaugung	44	26	44	296	578
Reinigen, Entfetten (manuell)	217	133	7	110	194
- ohne Absaugung	118	80	6	81	111
- mit Absaugung	91	54	8	140	205
Kleben (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Holz-, Möbel-, Leder- u. Schuhindustrie)	297	125	*)	1	15
- ohne Absaugung	133	55	*)	6	15
- mit Absaugung	105	41	*)	5	21
Kleben (Bodenbelagsarbeiten)					
- alle Messungen ohne Absaugung	76	35	4	76	279
Pinseln, Rollen, Malen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Glas-, Keramik- und Holzindustrie)					
- ohne Absaugung	121	68	5	62	90
- mit Absaugung	100	56	5	68	94
	14	10	3	46	59
Pinseln, Malen, Rollen (Baugewerbe)					
- alle Messungen ohne Absaugung	188	37	9	128	488
Farbspritzen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Glas- und Keramikindustrie)					
- ohne Absaugung	970	470	9	64	97
- mit Absaugung	148	82	15	93	130
	764	390	9	52	88
Farbspritzen (Holzverarbeitung)					
- ohne Absaugung	1010	390	31	118	163
- mit Absaugung	65	40	24	143	220
	942	364	32	117	159
Maschinelle Beschichtung (Metall-, Elektro-, Keramik- und Druckindustrie)					
- ohne Absaugung	569	241	5	43	94
- mit Absaugung	275	128	6	60	115
	277	131	3	27	54
Maschinelle Beschichtung (Kunststoff- und Holzverarbeitung)					
- ohne Absaugung	677	236	23	161	239
- mit Absaugung	230	103	15	174	236
	443	155	25	145	243

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

**Parkettverlegearbeiten:** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von Klebern ermittelt (Tabelle 14).

Tabelle 14: Butylacetat – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Parkettverlegearbeiten - alle Messungen ohne Absaugung)	100	32	198	740	908

## 3.11 Cadmium

### Identifikation und Grenzwerte

Formel	Cd
CAS-Nr.	7440-43-9
Synonyme	—
Deutscher Grenzwert	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,015 $\text{mg}/\text{m}^3$ , TRK), für die Batterieherstellung, die thermische Zink-, Blei- und Kupfergewinnung sowie das Schweißen cadmiumhaltiger Legierungen 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,03 $\text{mg}/\text{m}^3$ , TRK)
Datenzeitraum	1991 – 1996
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 37	

### Meßverfahren

Die angewandten Meßverfahren bestimmen Cadmium gemeinsam mit seinen Verbindungen in Form von Stäuben und Aerosolen.

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Glasfaserfilter (stationäre Probenahme) oder Membranfilter (personengetragene Probenahme) gesaugt. Das im Gesamtstaub enthaltene Cadmium wird nach einem Naßaufschluß atomabsorptionsspektrometrisch (Flammen- bzw. Graphitrohrtechnik) oder röntgenfluoreszenzspektrometrisch bestimmt. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt je nach Meßverfahren bei 2,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  oder bei 0,07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Siehe auch [19].

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Unter Berücksichtigung datenschutzrechtlicher Belange wurden 1101 Meßdaten aus etwa 300 Betrieben ausgewertet.

Die einzelnen in den Listen der EU und der OECD enthaltenen Verbindungen des Cadmiums wurden als Gesamt-Cadmium als dem wirksamen Bestandteil bestimmt. Rückschlüsse auf das Vorliegen bestimmter Cadmiumverbindungen können anhand der Literatur gezogen werden.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 15 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Anstrichmittelherstellung:** Die Meßdaten wurden beim Verarbeiten (Abwiegen, Mischen) von Pigmenten und anderen Farbbestandteilen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Sieben und beim Entleeren ermittelt.

**Herstellung Pb-/Cd-haltiger Produkte:** Die Meßdaten wurden beim Aufbereiten, Abwiegen, Mischen und Schmelzen bei der Herstellung von Bleimennige, Bleiglätte und bleihaltigen Stabilisatoren erhoben. An den Schmelzöfen wurden überwiegend keine Absaugungen eingesetzt.

**Kunststoffherstellung und -verarbeitung:** Abwiegen/Mischen: Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von cadmiumhaltigen Pigmenten ermittelt. Extrudieren: Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von cadmiumhaltigen Stabilisatoren ermittelt.

**Keramik- und Glasindustrie, Siebdruck:** Aufbereiten/Formen/Einwiegen/Mischen/Schmelzen: Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von pulverförmigen cadmiumhaltigen Pigmenten zur Herstellung von Glasuren und Keramikdruckfarben ermittelt. Glasieren/Farbspritzen/Handmalen/Siebdrucken: Die Verarbeitung von cadmiumhaltigen Pigmenten in Lösungen ist grundsätzlich mit niedrigeren Expositionen verbunden. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Farbspritzen ermittelt.

**NE-Metall-/Schwermetallhütten und -gießereien:** Die Meßdaten wurden beim Aufbereiten, Schmelzen (verschiedene Verfahren) und Gießen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Schmelzen von Prozeßrecyclingmaterial (Scheidegut, Schrott) ermittelt.

**Metallverarbeitung, Maschinenbau:** Mechanische Bearbeitungsverfahren: Die Meßdaten wurden beim Schleifen, Drehen und Hobeln erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Bearbeiten von NE-Metallwerkstücken ermittelt. Hart-/Weichlöten: Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim manuellen Hartlöten ermittelt. Oberflächenbeschichtung: Die Meßdaten wurden bei der Pulverbeschichtung und in der Galvanik (Verzinken) erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Pulverbeschichten ermittelt

**Elektrotechnik:** Die Meßdaten wurden beim mechanischen/thermischen Bearbeiten und beim Löten erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Hartlöten ermittelt.

**Abfallverbrennung:** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden bei der Wartung der Elektrofilter und beim Verladen der Filterstäube ermittelt. An der Mehrzahl der Arbeitsbereiche sind keine Absaugungen vorhanden.

Tabelle 15: Cadmium – Schichtmittelwerte:

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Anstrichmittelherstellung	19	10	*)	1	1
Herstellung Pb-/Cd-haltiger Produkte	48	11	0,2	11,5	37
- ohne Absaugung	29	5	0,1	2	4
- mit Absaugung	19	7	2	46	282
Kunststoffherstellung und -verarbeitung	110	36	*)	8	23
○ Abwiegen/Mischen	64	23	1	17	66
- ohne Absaugung	10	6	0,5	2	4
- mit Absaugung	53	20	1	22	76
○ Extrudieren	20	8	0,4	1	4
Keramik-/Glasindustrie	401	119	0,1	2,0	9,9
○ Aufbereiten/Formen/Einwiegen/Mischen/Schmelzen	83	38	0,3	14,3	30,0
- ohne Absaugung	19	13	0,1	5,1	17,1
- mit Absaugung	59	26	0,3	23,3	30,0
○ Glasieren/Farbspritzen/Handmalen/Siebdrucken	159	68	0,08	0,6	1,0
- ohne Absaugung	41	24	0,2	0,6	0,9
- mit Absaugung	104	45	0,07	0,5	0,8
NE-Metall-/Schwermetallhütten und -gießereien	75	17	2	10	20
- ohne Absaugung	13	5	0,9	3	3
- mit Absaugung	38	13	1	20	21
Metallverarbeitung/Maschinenbau	164	68	*)	20	102
○ Mechanische Bearbeitungsverfahren	49	15	*)	3	4
- ohne Absaugung	28	7	0,5	3	5
- mit Absaugung	19	9	0,3	1	1
○ Hart-/Weichlöten	47	28	2	155	280
- ohne Absaugung	11	7	120	290	340
- mit Absaugung	36	22	1	10	30
○ Oberflächenbeschichtung	32	17	0,2	1	1,4
Elektrotechnik	29	20	*)	2	7
Abfallverbrennung	23	11	*)	0,7	1

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Meßdaten verteilen sich auf alle oben angeführten Branchen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Hartlöten und beim Mischen cadmiumhaltiger Farbpigmente ermittelt (Tabelle 16).

Tabelle 16: Cadmium – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	30	20	0,6	60	200

## 3.12 Chlor

### Identifikation und Grenzwerte

Formel	Cl <sub>2</sub>
CAS-Nr.	7782-50-5
Synonyme	—
Deutscher Grenzwert	1,5 mg/m <sup>3</sup> , 0,5 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1992 – 1997
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	41

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen (0,1 M Natriumhydroxidlösung) gesaugt. Die quantitative Bestimmung erfolgt potentiometrisch. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Unter Berücksichtigung datenschutzrechtlicher Belange wurden 55 Meßdaten aus 28 Betrieben ausgewertet.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 17 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Metall- und Hohlglasbearbeitung (Reinigen, Beizen, Ätzen):** Die Meßdaten wurden überwiegend in der metallverarbeitenden Industrie erhoben. 90 % der Meßwerte lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Wasseraufbereitung (Schwimmbäder, Abwasser):** Die Meßdaten wurden überwiegend bei Wartungs- und Kontrollarbeiten erhoben. 93 % der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Schuhindustrie (Halogenierarbeiten bei der Herstellung):** Die Meßdaten wurden beim Halogenieren unter Verwendung von chlospendenden Reagenzien einschließlich Klebe- und Stanzarbeiten erhoben. 90 % der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

Tabelle 17: Chlor – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Metall- und Hohlglasbearbeitung (Reinigen, Beizen, Ätzen)	20	9	*)	*)	*)
Wasseraufbereitung (Schwimmbäder, Abwasser)	15	8	*)	*)	0,12
Schuhindustrie (Halogenierarbeiten bei der Herstellung)	20	11	*)	*)	0,12

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

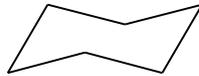
### 3.12.1.1 Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Für eine statistische Auswertung lagen nicht genügend Meßwerte vor.

## 3.13 Cyclohexan

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	84.16
CAS-Nr.	110-82-7
Synonyme	Hexaethylen
Deutscher Grenzwert	1050 mg/m <sup>3</sup> , 300 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	17

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Insgesamt lagen 1644 Meßdaten aus ca. 50 Betrieben vor.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 18 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Lederindustrie/Schuhindustrie:** Rund 75% der Meßdaten beziehen sich auf Klebearbeiten beim Zuschnitt, Bodenbau und Montage. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden ebenfalls an diesen Arbeitsbereichen gemessen. Meßergebnisse unterhalb des 50%-Wertes wurden beim mechanischen Bearbeiten (Zuschnitt, Steppen, Montage) und bei Spritzgießmaschinen ermittelt.

**Oberflächenreinigung:** Die Messungen wurden im wesentlichen in der Holz- und Metallverarbeitung erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim manuellen Reinigen ermittelt. Beim Einsatz von Absaugungen sind die Meßergebnisse deutlich verringert.

**Kleben:** Die Meßdaten stammen überwiegend aus den Bereichen Gummi- und Kunststoffverarbeitung sowie der Polstermöbelherstellung. Der Einfluß der Absaugungen auf die

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

Meßergebnisse ist deutlich zu erkennen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim großflächigen Verarbeiten von Klebstoffen (zum Teil mittels Spritzpistolen) ermittelt.

**Bodenbelagsarbeiten:** Die Meßdaten wurden beim Innenausbau (Parkett- und Teppichverlegearbeiten) ermittelt. Hier werden verfahrensbedingt keine Absaugungen eingesetzt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim großflächigen Verarbeiten von Teppichklebern in Räumen bei geschlossenen Türen/Fenstern ermittelt.

**Oberflächenbeschichtung mit Lacken/Farben:** Die Meßdaten stammen aus den oben genannten Branchen beim Pinseln, Rollen und Spritzen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Pinseln ermittelt.

**Druckerei:** Die Meßdaten wurden an Bogenoffset-, Rollenrotations-, Flexo- und Siebdruckmaschinen in der Metallverarbeitung und in der Feinmechanik ermittelt.

Tabelle 18: Cyclohexan – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Lederindustrie/Schuhindustrie	456	98	12	95	144
- ohne Absaugung	209	58	12	87	167
- mit Absaugung	238	50	11	96	143
Oberflächenreinigung	73	41	5	49	73
- ohne Absaugung	45	26	10	60	145
- mit Absaugung	22	13	3	24	51
Kleben	506	169	17	113	182
- ohne Absaugung	305	103	18	135	214
- mit Absaugung	178	75	14	81	138
Bodenbelagsarbeiten	149	70	7	89	133
- alle ohne Absaugung					
Oberflächenbeschichtung mit Farben/ Lacken	245	114	3	20	32
- ohne Absaugung	110	46	4	27	39
- mit Absaugung	132	73	3	15	28
Druckerei	104	37	3	10	13
- ohne Absaugung	58	23	2	9	13
- mit Absaugung	45	17	3	10	12

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Messungen wurden überwiegend im Bereich des Innenausbau (Teppich- und Parkettverlegearbeiten) durchgeführt (Tabelle 19). Hier wurden auch die Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes ermittelt.

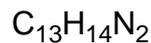
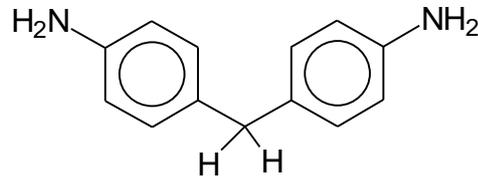
Tabelle 19: Cyclohexan – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Oberflächenreinigung	25	6	13	85	93
- alle ohne Absaugung					
Oberflächenbeschichtung	16	13	37	78	135
Bodenbelagsarbeiten	70	29	24	847	1190
- alle ohne Absaugung					

### 3.14 4,4'-Diaminodiphenylmethan

#### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	198.26
CAS-Nummer:	101-77-9
Synonyme:	Bis(4-aminophenyl)-methan, 4,4'-Methylendianilin, <i>p,p'</i> -Methylendianilin, MDA
Grenzwert:	100 µg/m <sup>3</sup> , (0,1 mg/m <sup>3</sup> , TRK)
Datenzeitraum	1990 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 45	

#### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch einen Absorber (0,05 M Schwefelsäurelösung) gesaugt. Die quantitative Bestimmung erfolgt gaschromatographisch mit stickstoffselektivem Detektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer lag bis 1992 bei 20 µg/m<sup>3</sup>, ab 1993 bei 1 µg/m<sup>3</sup>. Siehe auch [20].

#### Erläuterungen zu den Ergebnissen

##### Allgemeines

Die Meßdaten verteilen sich auf alle Branchen und Arbeitsbereiche (beispielsweise Kunststoffherstellung, Kleben, Oberflächenbeschichtung, Feingießereien).

92% der Meßergebnisse liegen unter der analytischen Bestimmungsgrenze. In Einzelfällen wurden Meßergebnisse knapp oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze ermittelt (Mischer, Extruder).

Tabelle 20: 4,4'-Diaminodiphenylmethan – Schichtmittelwerte

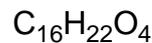
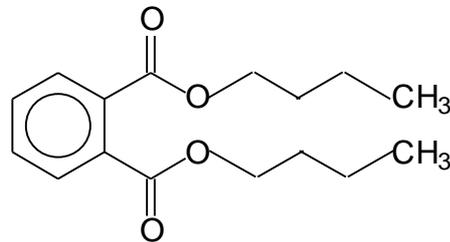
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	93	51	*)	*)	20

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## 3.15 Dibutylphthalat

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	278.34
CAS-Nr.	84-74-2
Synonyme	Phthalsäuredibutylester
Deutscher Grenzwert	kein deutscher Grenzwert
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 4	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Membranfilter mit nachgeschaltetem Silicagelröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Methanol erfolgt die quantitative Bestimmung mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,007 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 56 Meßdaten aus 31 Betrieben ausgewertet. 40% der Meßdaten stammen aus dem Bereich der Kunststoffverarbeitung.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 21 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Extrudieren, Spritzgießen, Reaktionsschäumen:** Mehr als 90% der Meßergebnisse lagen unter der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Kunststoffschweißen, Heißluftschweißen:** Die Messungen wurden beim maschinellen Verschweißen von Folien in der Kunststoffindustrie (beispielsweise Herstellen von Planen) und beim manuellen Verarbeiten von Dachdichtungsbahnen ermittelt.

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

**Oberflächenbeschichtung:** Die Messungen wurden in der Kunststoff-, Leder- und Elektroindustrie durchgeführt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Beschichten (Tauchen) in erhitzten PVC-Emulsionen ermittelt.

Tabelle 21: Dibutylphthalat – Schichtmittelwerte

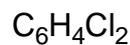
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Extrudieren, Spritzgießen, Reaktionsschäumen	22	14	*)	*)	0,008
Kunststoffschweißen, Heißluftschweißen	13	6	0,01	0,03	0,03
Oberflächenbeschichtung (Farbspritzen, Kleben, Fluten, Tauchen)	21	11	0,009	0,57	1,01

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## 3.16 1,4-Dichlorbenzol

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	147.00
CAS-Nr.	106-46-7
Synonyme	p-Dichlorbenzol
Deutscher Grenzwert	300 mg/m <sup>3</sup> , 50 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	16

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Silicagelröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

Es wurden 108 Meßdaten aus 55 Betrieben ausgewertet. 20% der Meßdaten stammen aus dem Bereich der chemischen Industrie, Prozentanteile unter 10% beziehen sich beispielsweise auf die Bereiche Maschinenbau, Elektrotechnik, Baugewerbe, Dienstleistung.

Fast 90% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze (Tabelle 22). Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden in Einzelfällen bei der Herstellung von Luftdesinfektionsmitteln (Mischen, Kaltpressen) ermittelt.

Tabelle 22: 1,4-Dichlorbenzol – Schichtmittelwerte

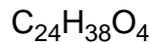
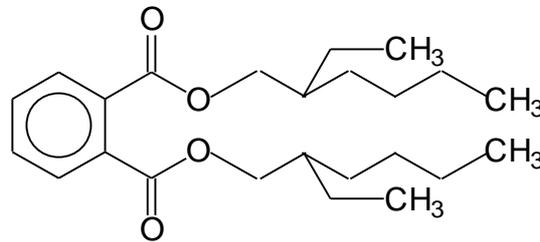
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	108	55	*)	3,2	6,2

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## 3.17 Di-(2-ethylhexyl)-phthalat

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	390.56
CAS-Nr.	117-81-7
Synonyme	Phthalsäure-bis(2-ethylhexyl)-ester, Dioctylphthalat, Di-sec.-octylphthalat, DEHP, DOP
Deutscher Grenzwert	10 mg/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 22	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch eine Membranfilter mit nachgeschaltetem Silicagelröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Methanol erfolgt die quantitative Bestimmung mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,025 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

Die Daten (Tabelle 23) stammen ausschließlich aus der Kunststoffverarbeitung und wurden beim Kalandern, Extrudieren, Kleben und Kunststoffschweißen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Kalandern (auch Einsatz von Recyclingware) ermittelt.

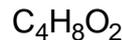
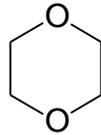
Tabelle 23: Di-(2-ethylhexyl)-phthalat – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Kunststoffverarbeitung	85	31	0,08	2,45	5,93
- ohne Absaugung	32	14	0,03	0,44	0,57
- mit Absaugung	53	21	0,15	3,65	7,00

## 3.18 Dioxan

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	88.10
CAS-Nr.	123-91-1
Synonyme	p-Dioxan, 1,4-Dioxan, Diethylendioxid, Diethylenoxid, 1,4-Dioxacyclohexan, Dioxixan
Deutscher Grenzwert	180 mg/m <sup>3</sup> , 50 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	23

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

Es wurden 40 Meßdaten aus 9 Betrieben ausgewertet. Die Daten wurden überwiegend bei der Verarbeitung von Kunststoffen erhoben (Tabelle 24). 63% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Kleben mittels Spritzpistole ermittelt.

Tabelle 24: 1,4-Dioxan – Schichtmittelwerte

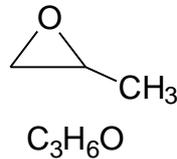
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	40	9	*)	35	41

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## 3.19 1,2-Epoxypropan

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	58.08
CAS-Nr.	75-56-9
Synonyme	1,2-Propylenoxid, Methyloxiran, 2-Methyloxacyclopropan
Deutscher Grenzwert	6 mg/m <sup>3</sup> , 2,5 ml/m <sup>3</sup> (TRK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	25

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Siehe auch [21].

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

Die Daten stammen überwiegend aus der chemischen Industrie. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Umfüllen von 1,2-Epoxypropan ermittelt (Tabelle 25).

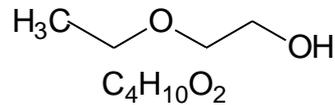
Tabelle 25: 1,2-Epoxypropan – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	25	14	0,5	5,8	7,0

## 3.20 2-Ethoxyethanol

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	90.12
CAS-Nr.	110-80-5
Synonyme	Ethylglycol, Ethylenglycolmonoethylether
Deutscher Grenzwert	75 mg/m <sup>3</sup> , 20 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	28

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 548 Meßdaten aus ca. 210 Betrieben der Branchen Anstrichmittelherstellung, Kunststoff- und Gummiindustrie, Keramik- und Glasindustrie, Metallverarbeitung/Maschinenbau, Elektronik/Feinmechanik, Druckerei/Papierverarbeitung, Bauindustrie sowie Sonstige ausgewertet.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 26 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Anstrichmittelherstellung:** Die Daten wurden überwiegend beim Mischen, Rühren, Dissolvieren und Ab-/Umfüllen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Abfüllen und an Rührwerken gemessen.

**Manuelle Beschichtung, ohne Spritzverfahren:** Die Daten stammen überwiegend aus dem Baugewerbe. Es wurden keine Absaugungen eingesetzt. 88% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Handlackieren und -tränken ermittelt.

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

**Manuelle Beschichtung, Spritzverfahren:** Die Daten wurden im Bau- und Holzgewerbe, der Elektrotechnik sowie in der Metallverarbeitung erhoben. 86% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Maschinelle Beschichtung, Drucken:** Die Daten wurden in den oben genannten Branchen ermittelt. Rund 80% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Siebdrucken ermittelt.

**Reinigungsverfahren:** Diese Arbeitsverfahren wurden in allen oben genannten Branchen angewendet. 81% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Deutlich ist der Einfluß von Absaugungen auf die Expositionshöhe zu erkennen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten an Behälterreinigungsanlagen auf.

Tabelle 26: 2-Ethoxyethanol – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Anstrichmittelherstellung	34	18	3	17	25
- ohne Absaugung	15	10	3	18	25
- mit Absaugung	18	9	3	14	22
Manuelle Beschichtung, ohne Spritzverfahren	35	15	*)	11	44
- alle Messungen ohne Absaugung					
Manuelle Beschichtung, Spritzverfahren	123	67	*)	9	21
- ohne Absaugung	25	11	*)	8	17
- mit Absaugung	91	54	*)	11	22
Maschinelle Beschichtung, Drucken	193	75	*)	15	35
- ohne Absaugung	95	38	*)	14	28
- mit Absaugung	94	44	*)	14	29
Reinigungsverfahren	43	25	*)	5	10
- ohne Absaugung	19	12	*)	6	28
- mit Absaugung	23	14	*)	5	6

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Daten wurden überwiegend im Baugewerbe bei der manuellen Beschichtung (beispielsweise beim Rollen) ermittelt.

Tabelle 27: 2-Ethoxyethanol – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

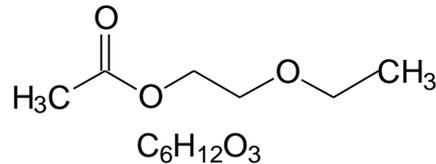
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	23	9	*)	2	3

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## 3.21 2-Ethoxyethylacetat

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	132.15
CAS-Nr.	115-15-9
Synonyme	Ethylglycolacetat, Ethylenglycolmonoethyletheracetat, Essigsäure-(2-ethoxyethyl)-ester
Deutscher Grenzwert	110 mg/m <sup>3</sup> , 20 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	27

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 598 Meßdaten aus rund 270 Betrieben ausgewertet.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 28 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Anstrichmittelherstellung:** Daten wurden überwiegend beim Mischen, Rühren, Dissolvieren und Ab-/Umfüllen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-wertes wurden an Dissolvieren und Mühlen gemessen. Ein Einfluß der Absaugung auf die Expositionshöhe ist deutlich zu erkennen.

**Manuelle Beschichtung, ohne Spritzverfahren:** Die Daten stammen überwiegend aus dem Baugewerbe und der Metallbearbeitung/Maschinenbau. 60% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse im Bereich des 90%-wertes wurden beim Handmalen/-glasieren ermittelt. Deutlich ist der Einfluß der Absaugung auf die Expositionshöhe zu erkennen.

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

**Manuelle Beschichtung, Spritzverfahren:** Die Daten wurden im Bau- und Holzgewerbe, der Elektrotechnik sowie in der Metallverarbeitung erhoben. 74% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Maschinelle Beschichtung, Drucken:** Die Daten wurden in den oben genannten Branchen ermittelt. 76% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Siebdrucken ermittelt.

**Reinigungsverfahren:** Diese Arbeitsverfahren wurden überwiegend in der chemischen Industrie und der Metallverarbeitung angewendet. 68% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten an Behälter- und Siebreinigungsanlagen auf.

Tabelle 28: 2-Ethoxyethylacetat – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Anstrichmittelherstellung	58	17	3	21	38
- ohne Absaugung	32	10	2	33	52
- mit Absaugung	26	12	3	14	24
Manuelle Beschichtung, ohne Spritzverfahren	62	32	*)	31	83
- ohne Absaugung	41	24	*)	34	99
- mit Absaugung	17	7	*)	24	27
Manuelle Beschichtung, Spritzverfahren	201	108	*)	15	33
- ohne Absaugung	21	15	*)	7	7
- mit Absaugung	179	97	*)	15	34
Maschinelle Beschichtung, Drucken	221	97	*)	20	36
- ohne Absaugung	105	51	*)	11	36
- mit Absaugung	112	52	*)	22	34
Reinigungsverfahren	38	24	*)	14	18
- ohne Absaugung	16	11	*)	*)	5
- mit Absaugung	22	14	4	17	26

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Daten wurden überwiegend im Baugewerbe und in der Metallbearbeitung bei der manuellen Beschichtung und beim Reinigen ermittelt (Tabelle 29).

Tabelle 29: 2-Ethoxyethylacetat – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 h

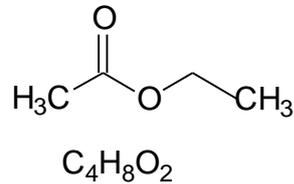
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	18	12	*)	*)	35

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## 3.22 Ethylacetat

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	88.10
CAS-Nr.	141-78-6
Synonyme	Essigsäureethylester, Essigester, Ethansäureethylester
Deutscher Grenzwert	1400 mg/m <sup>3</sup> , 400 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1992 – 1996
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	38

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 1,2 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

In die vorliegende Auswertung wurden 6324 Meßdaten aus rund 1900 Betrieben einbezogen.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 30 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Herstellung von Zubereitungen:** Die Daten wurden an Dissolvern, Perlmühlen und Ab-/Umfüllanlagen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Ansetzen und Abfüllen ermittelt.

**Reinigen, Entfetten:** Die Daten wurden in der Metall- und Holzverarbeitung sowie in der chemischen Industrie erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Reinigen von Anlagen und Behältern in der Anstrichmittelherstellung sowie bei der Lösungsmittelrückgewinnung ermittelt.

**Kleben (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Holz-, Möbel-, Leder- und Schuhindustrie):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spritzen von Klebstoff in der Pol-

stermöbelindustrie und beim manuellen Klebstoffauftrag (Pinseln, beispielsweise in der Schuhindustrie) ermittelt.

**Kleben (Bodenbelagsarbeiten mit Holz, Textil, Kunststoff):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von Parkettklebern und Fugenkitt in Räumen ohne Lüftung ermittelt.

**Pinseln, Rollen, Malen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Glas-, Keramik-, Holzindustrie):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim großflächigen Pinseln ermittelt.

**Pinseln, Rollen, Malen (Baugewerbe):** Die Daten wurden beim Anstrich von Wänden, Fenstern und Hausinstallationen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Rollen von Grundierungen in Räumen ohne Lüftung ermittelt.

**Farbspritzen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Möbel-, Glas- und Keramikindustrie):** Die Daten wurden überwiegend an Trockenprallwänden und wasserberieselten Spritzständen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden überwiegend beim großflächigen Verarbeiten ermittelt.

**Farbspritzen (Baugewerbe):** Die Daten wurden bei überwiegend beim Lackieren von Metallteilen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spritzen in Räumen ohne Lüftung ermittelt.

**Farbspritzen (Holzverarbeitung):** Die Daten wurden überwiegend an Trockenprallwänden und wasserberieselten Spritzständen erhoben.

**Maschinelle Beschichtung (Kunststoff-, Möbel-, Holz-, Metall-, Elektro-, Keramik- und Druckindustrie):** Die Meßdaten "ohne Absaugung" wurden überwiegend an (Lack-) Gießanlagen ermittelt, die in der Regel nach dem Stand der Technik nicht abgesaugt werden können (bei starker Luftbewegung reißt der Lackfilm ab). Die Meßdaten "mit Absaugung" wurden an Spritzautomaten von Lackierstraßen, an Laminier- und an Druckmaschinen ermittelt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden überwiegend bei der Verarbeitung von Gieß-/Tauchlacken und Laminierharzen ermittelt.

Tabelle 30 Ethylacetat – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Herstellung von Zubereitungen	642	176	17	219	368
- ohne Absaugung	292	108	21	180	323
- mit Absaugung	317	112	14	252	384
Reinigen, Entfetten	355	196	11	230	403
- ohne Absaugung	165	97	5	126	187
- mit Absaugung	169	93	18	341	599
Kleben (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Holz-, Möbel-, Leder- und Schuhindustrie)	1150	346	25	206	344
- ohne Absaugung	542	194	23	216	399
- mit Absaugung	586	170	26	201	287
Kleben (Bodenbelagsarbeiten)					
- alle Messungen ohne Absaugung	276	96	17	322	543
Pinselfen, Rollen, Malen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Glas-, Keramik- und Holzindustrie)					
- ohne Absaugung	147	84	5	72	137
- mit Absaugung	102	63	3	68	100
	35	19	9	165	183
Pinselfen, Malen, Rollen (Baugewerbe)					
- alle Messungen ohne Absaugung	162	28	2	17	135
Farbspritzen (Kunststoff-, Metall-, Elektro-, Möbel-, Glas- und Keramikindustrie)					
- ohne Absaugung	645	333	4	29	52
- mit Absaugung	81	52	4	27	46
	538	277	4	29	50
Farbspritzen (Baugewerbe)					
- ohne Absaugung	230	52	7	68	256
- mit Absaugung	158	24	10	83	316
	70	32	3	47	112
Farbspritzen (Holzverarbeitung)					
- ohne Absaugung	1145	434	7	49	83
- mit Absaugung	31	20	4	44	68
	1108	423	7	49	83
Beschichtung, maschinell (Kunststoff-, Möbel-, Holz-, Metall-, Elektro-, Keramik- und Druckindustrie)					
- ohne Absaugung	1447	504	9	172	293
- mit Absaugung	504	221	7	187	320
	904	313	10	173	282

Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

**Parkettverlegearbeiten:** Meßergebnisse im Bereich des 90%-wertes wurden beim Verarbeiten von Parkettklebern und Fugenkitt ermittelt (Tabelle 31).

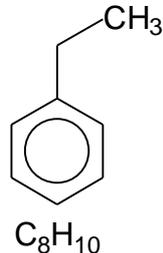
Tabelle 31: Ethylacetat – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Parkettverlegearbeiten					
- alle Messungen ohne Absaugung	125	45	31	1577	2044

## 3.23 Ethylbenzol

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	106.16
CAS-Nr.	100-41-4
Synonyme	Phenylethan
Deutscher Grenzwert	440 mg/m <sup>3</sup> , 100 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 18	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Desorption mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 6125 Meßdaten aus rund 2400 Betrieben der Branchen Anstrichmittelherstellung, Kunststoff- und Gummiindustrie, Keramik- und Glasindustrie, Metallverarbeitung/Maschinenbau, Elektronik/Feinmechanik, Holzindustrie, Bauindustrie und Sonstige ausgewertet.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 32 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Mischer, Dissolver, Rührbehälter:** Rund 80% der Meßdaten stammen aus dem Bereich Anstrichmittelherstellung. Hier wurden an der Mehrzahl der Arbeitsbereiche Absaugungen eingesetzt.

**Oberflächenreinigung:** Die Messungen wurden in den Bereichen Holzgewerbe, Metallverarbeitung/ Maschinenbau und Feinmechanik durchgeführt. Rund 50% der Messungen

beziehen sich auf die manuelle Reinigung. An den Arbeitsbereichen mit Absaugungen sind die Meßergebnisse deutlich niedriger.

**Behälterreinigung:** 90% der Meßdaten wurden in der Anstrichmittelherstellung ermittelt. Hier werden in der Mehrzahl der Arbeitsbereiche Absaugungen eingesetzt. Die Meßergebnisse an Arbeitsbereichen mit Absaugung sind deutlich niedriger.

**Abfüllen/Umfüllen, Abwiegen:** Die Meßdaten wurden zu 90% im Großhandel und der Anstrichmittelherstellung erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten hauptsächlich an den Arbeitsplätzen auf, an denen neben der Dosierung (Abfüllen, Abwiegen) auch Mühlen eingesetzt waren.

**Laboratorien:** Die Meßdaten wurden in der chemischen Industrie und in der Anstrichmittelherstellung ermittelt. Der Einsatz von Absaugungen (Abzüge) hat einen deutlichen Einfluß auf die Höhe der Meßergebnisse.

**Kleben, Verlegen:** Die Meßdaten wurden im wesentlichen in der Holz- und Kunststoffverarbeitung sowie bei Bodenbelagsarbeiten (Parkett, Teppich) ermittelt. An diesen Arbeitsbereichen werden meist keine Absaugungen eingesetzt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten beim Parkettverlegen auf.

**Oberflächenbeschichtung, Pinseln/Rollen:** Die Meßdaten verteilen sich gleichmäßig auf die oben genannten Branchen. An rund 80% der Arbeitsbereiche wird ohne Absaugung gearbeitet. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten beim Anstrich (Rollen) großer Flächen auf. In der Metallverarbeitung findet das Pinseln Anwendung bei der Bearbeitung von Kleinteilen oder bei Reparaturen.

**Oberflächenbeschichtung, Spritzen:** Die Meßdaten wurden in den oben genannten Branchen durchgeführt. Im Gegensatz zu den manuellen Verfahren wurden hier an rund 70% der Arbeitsbereiche Absaugungen eingesetzt. Der Einfluß der Absaugung auf die Höhe der Meßergebnisse ist deutlich erkennbar.

Ethylbenzol ist, meist zusammen mit Xylol, Bestandteil der bei Oberflächenbeschichtungen eingesetzten Lösemittel. Ethylbenzol wird dem Lösungsmittelgemisch nicht als Reinkomponente zugesetzt, sondern ist Bestandteil des eingesetzten Kohlenwasserstoffgemisches.

Beim Beschichten, beispielsweise im Baubereich, werden die lösemittelhaltigen Beschichtungen mit der Spritzpistole auf eine Oberfläche aufgetragen. Im Bereich der Metallverarbeitung findet das Spritzlackieren (Druckluftspritzen) Anwendung als Standardverfahren für die Beschichtung kleinerer flächiger Bauteile, das Hochdruckspritzen (Airless-Spritzen) bei großflächigen Bauteilen. Verfahren mit Absaugung werden oftmals in Kabinen durchgeführt, die über eine bis drei wasserberieselte Wände verfügen, vor denen die Werkstücke gespritzt werden. Die entstehenden Farbnebel werden nach unten abgesaugt. Eine weitere Möglichkeit der Absaugung, beispielsweise beim Lackieren von Lkw und Autoteilen, besteht im Einblasen von gereinigter Zuluft von oben und das Absaugen der belasteten Luft über Bodenöffnungen.

Ohne Absaugung findet das Spritzen bei extrem großen Teilen Anwendung, die oftmals nach Schichtende in der Hallenmitte bearbeitet werden.

**Oberflächenbeschichtung, maschinell:** Die Meßdaten wurden in den Bereichen Holzgewerbe, Metallverarbeitung/ Maschinenbau und Elektrotechnik. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden bei Tauchverfahren ermittelt.

Tabelle 32: Ethylbenzol – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Mischer, Dissolver, Rührbehälter	286	115	9	53	47
- ohne Absaugung	96	47	10	46	62
- mit Absaugung	179	80	9	47	63
Oberflächenreinigung	305	177	2	21	42
- ohne Absaugung	146	95	2	30	51
- mit Absaugung	147	83	2	12	25
Behälterreinigung	110	45	16	45	79
- ohne Absaugung	17	14	11	91	95
- mit Absaugung	84	31	16	44	67
Abfüllen/Umfüllen, Abwiegen	485	159	10	42	62
- ohne Absaugung	220	104	9	42	60
- mit Absaugung	226	78	10	38	59
Laboratorien	44	29	4	16	19
- ohne Absaugung	21	14	4	17	33
- mit Absaugung	18	14	2	11	16
Kleben, Verlegen	329	145	4	26	33
- ohne Absaugung	256	115	5	29	38
- mit Absaugung	65	29	*)	12	23
Oberflächenbeschichtung, manuell (Pinseln, Rollen)	829	339	4	31	55
- ohne Absaugung	649	260	3	34	55
- mit Absaugung	113	66	3	19	114
Oberflächenbeschichtung, manuell (Spritzen – Metallverarbeitung, Feinmechanik und andere)	1091	522	4	25	40
- ohne Absaugung	196	105	7	43	64
- mit Absaugung	819	408	3	19	32
Oberflächenbeschichtung, manuell (Spritzen – Holzverarbeitung)	719	306	3	11	16
- ohne Absaugung	22	15	2	13	14
- mit Absaugung	690	299	3	11	16
Oberflächenbeschichtung, manuell (Spritzen – Bauwesen)	607	150	9	78	112
- ohne Absaugung	381	63	14	98	125
- mit Absaugung	206	92	4	29	57
Oberflächenbeschichtung, maschinell	1099	458	3	20	41
- ohne Absaugung	411	200	2	24	44
- mit Absaugung	663	285	3	19	35

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Meßdaten (Tabelle 33) verteilen sich auf die oben genannten Branchen. Die Mehrzahl der Meßdaten bezieht sich auf Arbeitsbereiche ohne Absaugung.

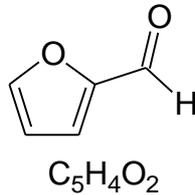
Tabelle 33: Ethylbenzol – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Oberflächenreinigung, alle Arbeitsbereiche ohne Absaugung	27	16	8	46	70
Kleben, Verlegen, alle Arbeitsbereiche ohne Absaugung	115	28	29	95	123
Oberflächenbeschichtung, manuell (Pinseln, Rollen), alle Arbeitsbereiche ohne Absaugung	33	12	33	69	91
Oberflächenbeschichtung, manuell (Spritzen)	46	31	10	199	234
- ohne Absaugung	25	15	14	231	523
- mit Absaugung	20	16	7	53	55

## 3.24 2-Furylmethanal

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	96.08
CAS-Nr.	98-01-1
Synonyme	Furan-2-aldehyd, Furanal, Furan-2-carbaldehyd, 2-Furyl-aldehyd, Furfural, Furfurol
Deutscher Grenzwert	20,0 mg/m <sup>3</sup> , 5,0 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	32

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Silicagelröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Aceton erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

In die vorliegende Auswertung wurden 43 Meßdaten aus 6 Betrieben einbezogen (Tabelle 34).

**Keramikindustrie (Herstellung von Schleifkörpern und Feuerfestwaren):** Die Daten wurden bei der Aufbereitung (Mischer), beim Formen und beim Brand erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Einfüllen und Pressen ermittelt.

**Säurebau (Kunststoff- und Behälterbau):** Die Daten wurden beim Laminieren/Plattieren erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von säurefestem Kitt, Harz bzw. Mörtel ermittelt.

Tabelle 34: 2-Furylmethanal – Schichtmittelwerte

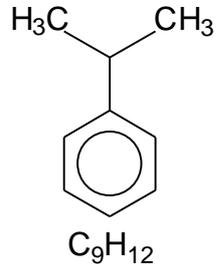
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Keramikindustrie - alle Messungen mit Absaugung	19	6	12,9	37,0	37,7
Säurebau (Kunststoff- und Behälterbau) - ohne Absaugung	24	6	*)	30,0	119,0
- mit Absaugung	11	4	2,8	9,9	24,9
	13	4	*)	98,4	147,8

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## 3.25 Isopropylbenzol

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	120.19
CAS-Nr.	98-82-8
Synonyme	2-Phenylpropan, Cumol, (2-Propyl)benzol
Deutscher Grenzwert	245 mg/m <sup>3</sup> , 50 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	19

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 789 Meßdaten aus rund 250 Betrieben ausgewertet. Die Meßdaten stammen aus den Bereichen Baugewerbe (44%), Anstrichmittelherstellung (20%) und Metallverarbeitung/Maschinenbau/Feinmechanik (19%). Isopropylbenzol findet sich in den dargestellten Arbeitsbereichen fast ausschließlich als Komponente in Kohlenwasserstofflösungs-mittelgemischen.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 35 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Anstrichmittelherstellung:** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten bei Reinigungsarbeiten auf.

**Oberflächenbeschichtung, Pinseln/Rollen/Spachteln:** Die Meßdaten stammen überwiegend aus dem Baugewerbe. Der Einsatz von Absaugungen verringert deutlich die Expositionshöhen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten beim Rollen auf.

**Oberflächenbeschichtung, Spritzen (Airless, Airmix, Druckluft) :** Die Meßdaten stammen überwiegend aus dem Baugewerbe. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Airless-Spritzen ermittelt.

**Oberflächenbeschichtung, maschinell:** Die Messungen wurden in den Bereichen Kunststoff-/Holzverarbeitung, Elektrotechnik und Metallverarbeitung durchgeführt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Tauchlackieren und Siebdrucken festgestellt.

Tabelle 35: Isopropylbenzol – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Anstrichmittelherstellung	125	38	1,4	4,0	5,8
- ohne Absaugung	50	21	1,3	4,0	12,5
- mit Absaugung	61	20	1,4	3,6	5,0
Oberflächenbeschichtung, manuell (Pinseln, Rollen, Spachteln)	255	72	3,6	16,9	20,7
- ohne Absaugung	223	55	3,8	18,1	21,7
- mit Absaugung	13	9	1,3	8,2	10,0
Oberflächenbeschichtung, manuell (Spritzen)	300	92	1,0	5,0	8,0
- ohne Absaugung	180	30	1,3	6,0	8,0
- mit Absaugung	113	61	0,6	4,7	6,7
Oberflächenbeschichtung, maschinell	84	47	0,5	4,0	7,4
- ohne Absaugung	39	23	0,5	3,0	4,2
- mit Absaugung	45	26	0,8	4,0	8,0

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Messungen wurden in den oben genannten Branchen beim Reinigen und bei der Oberflächenbeschichtung durchgeführt (Tabelle 36).

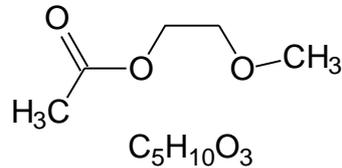
Tabelle 36: Isopropylbenzol – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	25	21	4,5	11,0	11,8

## 3.26 2-Methoxyethylacetat

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	118.13
CAS-Nr.	110-49-6
Synonyme	Methylglycolacetat, Ethylenglycolmonomethyletheracetat, 3-Oxabutylacetat
Deutscher Grenzwert	25,0 mg/m <sup>3</sup> , 5,0 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 8	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 211 Meßdaten aus rund 10 Betrieben ausgewertet. 34% der Meßdaten stammen aus dem Bereich Maschinenbau/ Metallverarbeitung, 26% aus der chemischen Industrie und 15% aus der Elektroindustrie.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 37 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Oberflächenbeschichtung (Farbspritzen, Pinseln, Rollen):** 90% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse oberhalb des 90%-Wertes traten beim Beschichten mit kunststoffhaltigen Lacken auf.

**Oberflächenbeschichtung (Fluten, Tauchen, Tränken):** Die Meßergebnisse oberhalb des 50%-Wertes wurden beim Fluten/Tauchen/Tränken mit kunststoffhaltigen Beschichtungen ermittelt. Beim Einsatz von Absaugungen lagen alle Meßergebnisse unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

**Reinigung:** Die Messungen wurden beim Reinigen von Metall-, Glas- und Kunststoffoberflächen durchgeführt. Die Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Kleben:** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten beim Verkleben von Kunststoffolien auf.

**Papier- und Pappenherstellung:** Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden nicht ermittelt.

Tabelle 37: 2-Methoxyethylacetat – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Oberflächenbeschichtung (Farbspritzen, Pinseln, Rollen)	150	80	*)	*)	3,9
- ohne Absaugung	49	27	*)	1,1	3,9
- mit Absaugung	90	54	*)	*)	3,3
Oberflächenbeschichtung (Fluten, Tauchen, Tränken)	21	10	1,0	16,1	162,4
- ohne Absaugung	11	6	2,4	154,7	171,4
- mit Absaugung	10	5	*)	*)	*)
Kleben	14	6	*)	8,2	9,3
Reinigung	10	8	*)	*)	*)
Papier- und Pappenherstellung	16	3	*)	*)	*)

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Das Datenkollektiv erlaubte keine statistische Auswertung (Tabelle 38). Die Meßergebnisse lagen zwischen 2 mg/m<sup>3</sup> und 5 mg/m<sup>3</sup>.

Tabelle 38: 2-Methoxyethylacetat – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 h

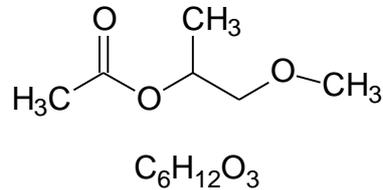
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	4	4	*)	*)	*)

\*) Für eine statistische Auswertung lagen nicht genügend Meßwerte vor (siehe auch Abschn. 2.3)

## 3.27 2-Methoxy-1-methylethylacetat

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	132.15
CAS-Nummer	108-65-6
Synonyme:	Essigsäure-2-methoxy-1-methylethylester, 1-Methoxypropylacetat-2, 1-Methoxy-2-acetoxypropan, Propylenglykolmono-methyletheracetat, (1-Methoxy-2-propyl)acetat
Deutscher Grenzwert:	275 mg/m <sup>3</sup> , 50 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1992 – 1997

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 1712 Meßdaten aus etwa 750 Betrieben ausgewertet.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 39 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Herstellung von Zubereitungen:** Die Meßdaten wurden überwiegend in der Anstrichmittelherstellung beim Rohstoffansatz und -aufbereitung (Abwiegen, Mahlen) sowie beim Ab-/Umfüllen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden an den oben genannten Arbeitsbereichen bei der Herstellung von Kunstharz-/Epoxidharzlacken ermittelt.

**Reinigen, manuell, maschinell:** Die Meßdaten wurden überwiegend in der Anstrichmittelherstellung und der Kunststoffverarbeitung erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Reinigen von Behältern und Anlagen von kunststoffhaltigen Rückständen ermittelt.

**Bodenbelagsarbeiten:** Die Meßdaten wurden überwiegend bei der Versiegelung von Parkett- und Industrieböden erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von kunststoffhaltigen Siegeln (PUR, PVC) ermittelt.

**Pinself, Malen, Spachteln, Rollen:** Die Meßdaten wurden überwiegend im Baugewerbe und in der metallverarbeitenden Industrie erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von kunststoffhaltigen Lacken (Korrosionsschutz) ermittelt.

**Spritzen (Druckluft, Airless, Airmix) :** Die Daten wurden überwiegend in der holz- und metallverarbeitenden Industrie erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von kunststoff-/kunstharzhaltigen Lacken ermittelt.

**Drucken (Siebdruck, Tampondruck):** Die Meßdaten wurden überwiegend beim Siebdruck in der kunststoff- und metallverarbeitenden Industrie sowie in der Elektrotechnik erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim manuellen Druck ohne Absaugung ermittelt. Zum Teil wurden an diesen Arbeitsbereichen auch gleichzeitig Reinigungsarbeiten durchgeführt.

Tabelle 39: 2-Methoxy-1-methylethylacetat – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Herstellung von Zubereitungen	323	75	5	25	35
- ohne Absaugung	128	47	5	19	28
- mit Absaugung	181	49	5	27	39
Reinigen manuell, maschinell	115	64	7	28	50
- ohne Absaugung	25	20	11	43	163
- mit Absaugung	82	46	6	27	39
Bodenbelagsarbeiten (alle Meßdaten ohne Absaugung)	43	21	10	74	111
Pinself, Malen, Spachteln, Rollen	121	69	3	18	34
- ohne Absaugung	78	45	3	19	45
- mit Absaugung	37	21	3	10	11
Spritzen (Druckluft, Airless, Airmix)	665	345	6	35	56
- ohne Absaugung	81	49	6	56	92
- mit Absaugung	551	289	6	30	48
Drucken (Siebdruck, Tampondruck)	340	163	3	20	29
- ohne Absaugung	171	88	4	22	36
- mit Absaugung	161	80	3	19	25

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die unter den Schichtmittelwerten zu den Bodenbelagsarbeiten und dem Spritzen gemachten Bemerkungen gelten auch für die genannten tätigkeitsbezogenen Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer (Tabelle 40).

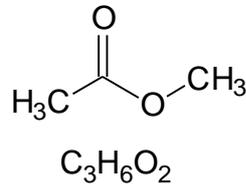
Tabelle 40: 2-Methoxy-1-methylethylacetat – Meßwerte mit Expositionsdauer < 1 h

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Bodenbelagsarbeiten	49	19	52	102	117
Spritzen (Druckluft, Airmix, Airless)	13	10	18	214	273

## 3.28 Methylacetat

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	74.07
CAS-Nr.	79-20-9
Synonyme	Essigsäuremethylester, Ethansäuremethylester
Deutscher Grenzwert	610 mg/m <sup>3</sup> , 200 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1990 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 20	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahme liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 1523 Meßdaten aus 563 Betrieben ausgewertet. Die Meßschwerpunkte lagen in der Holzverarbeitung und den Bodenbelagsarbeiten.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 41 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Mischen, Abfüllen, Abwiegen:** 90% der Meßdaten wurden bei der Anstrichmittelherstellung ermittelt. Rund 20% der Meßergebnisse lagen unter der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse oberhalb des 95%-Wertes wurden beim Herstellen von Parkettklebstoffen ermittelt.

**Oberflächenreinigung:** Die Meßdaten stammen aus der Metallbearbeitung, Elektrotechnik und Holzbearbeitung. Mehr als 30% der Meßergebnisse lagen im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse oberhalb des 90%-Wertes wurden beim großflächigen Reinigen ermittelt.

**Kleben (Baugewerbe: Bodenbelagsarbeiten):** Mehr als 50% der Meßdaten wurden bei den Fußbodenoberbelagsarbeiten erhoben. Bei diesen Arbeiten wurden verfahrensbedingt meist keine Absaugungen eingesetzt. Expositionen unterhalb des 50%-Wertes wurden beim Kleben in der Holzverarbeitung ermittelt. Die Expositionen oberhalb des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von Parkettklebern gemessen.

Methylacetat ist ein Bestandteil des Lösungsmittelgemisches bei Vorstrichen und Klebstoffen für den Bodenbereich. Die Vorstriche werden in der Regel mit einer Rolle auf den Untergrund aufgebracht. Es werden dabei in relativ kurzer Zeit große Mengen verarbeitet. Beim Kleben von Bodenbelägen (außer Parkett) wird der Klebstoff mit dem Zahnpachtel auf mehrere Quadratmeter verteilt, anschließend wird der jeweilige Belag fixiert. Bei Parkettklebearbeiten wird jeweils weniger Klebstoff aufgestrichen, da der Belag mehr Sorgfalt beim Verlegen erfordert. In Vorstrichen ist Methylacetat bis zu 50%, in Klebstoffen bis zu 15% und in Parkettklebern bis zu 25% enthalten.

**Kleben (Kunststoff-/Kunststoffschaumverarbeitung):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spritzen von Klebern ohne Einsatz von Absaugungen ermittelt.

**Kleben (Holzbe-/-verarbeitung):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spritzen von Klebern ohne Einsatz von Absaugungen ermittelt.

**Farbspritzen (Metall-/Kunststoffverarbeitung, Feinmechanik):** Für die Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes konnten keine besonderen Arbeitsplatzverhältnisse ermittelt werden.

**Farbspritzen (Bauwesen) :** Methylacetat ist ein Bestandteil des Lösungsmittelgemisches in einigen Bautenlacken. Beim Spritzen werden diese Bautenlacke mit der Spritzpistole auf eine Oberfläche aufgetragen. Für die Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes konnten keine besonderen Arbeitsplatzverhältnisse ermittelt werden.

**Farbspritzen (Holzbe-/-verarbeitung):** In der Holzindustrie werden beim Farbspritzen überwiegend Absaugungen eingesetzt. Bei den Arbeitsplätzen ohne Absaugung handelt es sich um Abdunst- und Trocknungsbereiche.

**Oberflächenbeschichtung, maschinell (Gieß- und Druckmaschinen):** Die Meßdaten wurden schwerpunktmäßig in der Holzverarbeitung sowie der Metallverarbeitung erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden an Gießmaschinen ermittelt.

Tabelle 41: Methylacetat – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Mischen, Abfüllen, Wiegen	81	28	7	192	332
- ohne Absaugung	29	15	7	294	367
- mit Absaugung	43	16	10	175	242
Oberflächenreinigung	81	45	5	83	160
- ohne Absaugung	39	27	1	18	51
- mit Absaugung	36	14	14	137	278
Kleben (Baugewerbe: Bodenbelagsarbeiten)					
- alle Messungen ohne Absaugung	189	90	49	768	1094
Kleben (Kunststoff- und Kunststoff- schaumverarbeitung)	38	14	4	24	42
- ohne Absaugung	14	11	1	18	99
- mit Absaugung	22	5	8	30	39
Kleben (Holzbe und -verarbeitung)	33	14	1	19	118
- ohne Absaugung	16	8	1	75	183
- mit Absaugung	17	5	1	18	29
Kleben (Schuhherstellung)	48	15	2	22	26
- ohne Absaugung	15	5	11	17	22
- mit Absaugung	33	10	2	23	25
Oberflächenbeschichtung: Farbspritzen (Metall- und Kunststoffverarbeitung, Feinme- chanik)	179	89	9	66	86
- ohne Absaugung	32	15	14	81	105
- mit Absaugung	135	74	7	56	81
Oberflächenbeschichtung: Farbspritzen (Bauwesen)	31	16	3	30	36
- ohne Absaugung	17	8	3	35	39
- mit Absaugung	11	7	2	21	24
Oberflächenbeschichtung: Farbspritzen (Holzbe- und -verarbeitung)	173	72	1	10	34
- ohne Absaugung	13	7	1	9	20
- mit Absaugung	160	69	1	10	33
Oberflächenbeschichtung, maschinell (Gieß- und Druckmaschinen)	217	81	2	63	118
- ohne Absaugung	75	38	5	84	119
- mit Absaugung	140	46	1	46	112

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Der Meßschwerpunkt lag bei den Fußbodenoberbelagsarbeiten. Die Meßergebnisse oberhalb des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten von Parkettklebern ermittelt (Tabelle 42).

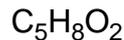
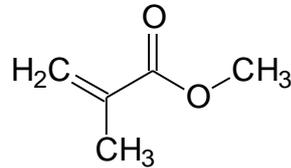
Tabelle 42: Methylacetat – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Kleben, Spachteln, Verlegen	74	35	69	2830	3271

## 3.29 Methylmethacrylat

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	100.11
CAS-Nr.	80-62-6
Synonyme	Methacrylsäuremethylester, $\alpha$ -Methylacrylsäuremethylester, 2-Methylpropensäuremethylester
Deutscher Grenzwert	210 mg/m <sup>3</sup> , 50 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1990 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 2	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahme liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 503 Meßdaten aus rund 170 Betrieben ausgewertet. 20% der Meßdaten stammen aus dem Bereich des Industrie- und Hallenbodenausbaus (Kunststoff- und Spezialbeschichtungen), weitere 20% beziehen sich auf die Kunststoffverarbeitung. Zum ausgewählten Zeitraum ist anzumerken, daß Meßdaten aus der Zeit vor 1990 über die hier aufgeführten Bereiche hinaus vorliegen, beispielsweise für den Dentalbereich. Nach 1990 wurden wegen der niedrigen Meßergebnisse in diesem Bereich jedoch keine Messungen mehr durchgeführt.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 43 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

**Kunststoffherstellung:** Die Meßergebnisse an Extrudern lagen im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden an Reaktionsbehältern ermittelt.

**Umfüllen/Abfüllen, Abwiegen, Mischen:** Meßergebnisse unterhalb des 50%-Wertes wurden beim Umfüllen/Abfüllen (beispielsweise Anstrichmittelherstellung, Großhandel) ermittelt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten beim manuellen Mischen in der Anstrichmittelherstellung auf.

**Kleben:** 40% der Messungen wurden in der Kunststoffverarbeitung durchgeführt (beispielsweise Kleben von Plexiglas). Beim Kleben kleiner Flächen (beispielsweise Punktkleben in der Elektrotechnik und der Schuhherstellung) lagen die Meßergebnisse unter dem 50%-Wert. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim großflächigen Kleben ermittelt.

**Beschichten mit Farben/Lacken/Gießharzen:** Meßschwerpunkte waren die Branchen Holz-, Glas- und Metallverarbeitung. Meßergebnisse im Bereich der analytischen Nachweisgrenze (50%-Wert) traten beim Verarbeiten von Farben und Lacken auf. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Arbeiten mit Gießharzen (beispielsweise in Orthopädiewerkstätten) ermittelt.

**Verarbeitung von Bodenbeschichtungen:** Meßschwerpunkt war der Hallen- und Industriebodenausbau. In diesem Bereich wurden in allen Arbeitsbereichen (Gießen, Spachteln, Versiegeln) hohe Expositionen ermittelt. Verfahrensbedingt kamen Absaugungen selten zum Einsatz.

Tabelle 43: Methylmethacrylat – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Kunststoffherstellung (Reaktionsbehälter, Extruder, Presse)	43	23	1	56	73
- ohne Absaugung	34	18	1	33	36
- mit Absaugung	9	7	*)	*)	*)
Umfüllen/Abfüllen, Abwiegen, Mischen	28	15	15	132	168
- ohne Absaugung	13	8	24	72	120
- mit Absaugung	15	9	9	123	146
Kleben	143	70	7	80	117
- ohne Absaugung	106	57	11	80	132
- mit Absaugung	34	20	3	46	83
Beschichten mit Lacken, Farben, Gießharzen					
- ohne Absaugung	112	52	1	100	167
- mit Absaugung	53	21	1	160	187
	59	34	1	30	61
Verarbeiten von Bodenbeschichtungen	127	10	186	771	773
- ohne Absaugung	78	7	241	722	1045
- mit Absaugung	34	2	141	520	625

\*) Für eine statistische Auswertung lagen nicht genügend Meßwerte vor (siehe auch Abschn. 2.3)

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Meßdaten wurden überwiegend in der Kunststoffverarbeitung und im Hallen- und Industriebodenbau ermittelt. Meßergebnisse unterhalb des 50%-Wertes wurden an Reaktionsbehältern bei der Kunststoffverarbeitung gemessen. Die Meßergebnisse oberhalb des

50%-Wertes wurden bei der Beschichtung mit Bodenversiegelungsharzen ermittelt (Tabelle 44).

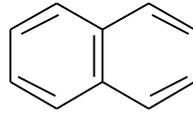
Tabelle 44: Methylmethacrylat – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	50	14	195	521	683

### 3.30 Naphthalin

#### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	128.17
CAS-Nr.	91-20-3
Synonyme	—
Deutscher Grenzwert	50 mg/m <sup>3</sup> , 10 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	21

#### Meßverfahren

Mit einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Silicagelröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

#### Erläuterungen zu den Ergebnissen

##### Allgemeines

183 Meßdaten aus 94 Betrieben wurden ausgewertet. 50% der Meßdaten entfallen auf die Holzverarbeitung, 16% auf das Baugewerbe und 12% auf den Bereich Metallverarbeitung/Maschinenbau.

##### Schichtmittelwerte

Tabelle 45 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Meßdaten oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden bei der Herstellung von Repellents und Duftdesinfektionsmitteln festgestellt.

**Kleben:** Die Messungen wurden überwiegend in der Holzverarbeitung durchgeführt. Mehr als 95% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Oberflächenbeschichtung:** Die Meßdaten verteilen sich auf die oben genannten Branchen. Mehr als 95 % der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

Tabelle 45: Naphthalin – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Kleben	153	72	*)	*)	*)
Oberflächenbeschichtung	30	22	*)	*)	*)

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## 3.31 Nickel

### Identifikation und Grenzwerte

Formel	Ni
CAS-Nr.	7440-02-0
Synonyme	—
Deutscher Grenzwert	Nickel und seine Verbindungen: 0,5 mg/m <sup>3</sup> Ni als Metall und Carbonat (MAK), 0,5 mg/m <sup>3</sup> NiO, NiS und sulfidische Erze (TRK), 0,05 mg/m <sup>3</sup> Ni-Verbindungen in Form atembare Tröpfchen (TRK)
Datenzeitraum	1991 – 1996
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	43

### Meßverfahren

Die angewandten Meßverfahren bestimmen Nickel gemeinsam mit seinen Verbindungen in Form von Stäuben und Aerosolen. Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Membranfilter oder Quarzfaserdoppelfilter (Messung in Galvanikbetrieben oder Arbeitsplätzen mit relativen Luftfeuchtegehalten > 50%) gesaugt. Das im Gesamtstaub enthaltene Nickel wird nach einem Naßaufschluß atomabsorptionsspektrometrisch (Graphitrohrtechnik) oder röntgenfluoreszenzspektrometrisch bestimmt. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 10<sup>-8</sup> g/m<sup>3</sup> (0,00001 mg/m<sup>3</sup>) Siehe auch [22].

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Unter Berücksichtigung datenschutzrechtlicher Belange wurden 2879 Meßdaten aus etwa 1050 Betrieben ausgewertet.

Die einzelnen in den Listen der EU und der OECD enthaltenen Verbindungen des Nickels wurden als Gesamtnickel als dem wirksamen Bestandteil bestimmt. Rückschlüsse auf das Vorliegen bestimmter Nickelverbindungen können anhand der Literatur gezogen werden.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 46 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Oberflächenveredelung/Galvanik:** Die Meßdaten wurden überwiegend beim Herstellen von Nickelüberzügen (beispielsweise beim Einsatz von Watts Elektrolyt) erhoben.

**Gießerei (Schmelzen, Gießen):** Die Meßdaten wurden überwiegend beim Schmelzen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Schmelzen von NE-Metall-haltigen Rückständen ermittelt.

**Schleifen/Polieren:** Die Meßdaten wurden schwerpunktmäßig im Maschinenbau erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Bearbeiten von nickelhaltigen Materialien (Cr-Ni-Stähle, vernickelte Werkstücke) ermittelt.

**Lichtbogenhandschweißen:** Die Meßdaten wurden überwiegend in der metallverarbeitenden Industrie erhoben.

**Wolfram-Inertgasschweißen:** Die Meßdaten wurden überwiegend in der metallverarbeitenden Industrie erhoben. Der Einfluß der Absaugung auf die Expositionshöhe ist deutlich zu erkennen.

**Metall-Inertgasschweißen:** Die Meßdaten wurden überwiegend in der metallverarbeitenden Industrie erhoben.

**Metall-Aktivgasschweißen:** Die Meßdaten wurden überwiegend in der metallverarbeitenden Industrie erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden unter anderem beim Schweißen in räumlich beengter Umgebung (beispielsweise im Behälterbau) ermittelt.

**Thermisches Spritzen:** Die Meßdaten wurden in der metallverarbeitenden und der Keramikindustrie (Formenreparatur) erhoben. Hierbei wurde überwiegend mit Absaugungen gearbeitet.

**Thermisches Schneiden:** Die Meßdaten wurden überwiegend in der metallverarbeitenden Industrie beim Plasma- und Laserschneiden erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Bearbeiten von nickelhaltigen Stählen ermittelt.

**Oberflächenbeschichtung (Malen, Lackieren, Siebdrucken):** Die Meßdaten wurden in der metallverarbeitenden und Keramikindustrie (Porzellanverarbeitung) erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Bearbeiten von nickelhaltigen Farben (Nickellack) ermittelt.

**Nickel-Cadmium-Batterienherstellung:** Die Meßdaten wurden überwiegend bei der Masseherstellung (Mischen, Pressen) und dem Zellenbau erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Mischen der Massen und beim Pressen der Elektroden ermittelt.

**Recyclinganlagen:** Die Meßdaten wurden überwiegend beim Entfernen von Beschichtungen und Verkleidungen (Bildschirme, Leuchtstoffröhren) erhoben.

Tabelle 46: Nickel – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Oberflächenveredelung/Galvanik	581	185	2	10	30
- ohne Absaugung	255	102	2	10	20
- mit Absaugung	309	114	2	20	30
Gießerei (Schmelzen/Gießen)	80	38	1	9	30
- ohne Absaugung	20	13	1	2	2
- mit Absaugung	57	30	1	13	42
Schleifen/Polieren	716	331	9	260	600
- ohne Absaugung	205	120	9	240	580
- mit Absaugung	474	230	8	220	500
Lichtbogenhandschweißen	254	122	10	80	230
- ohne Absaugung	33	21	5	47	100
- mit Absaugung	214	104	10	80	230
Wolfram-Inertgasschweißen	219	155	4	40	60
- ohne Absaugung	114	73	6	40	100
- mit Absaugung	83	70	2	20	30
Metall-Inertgasschweißen	120	66	9	140	300
- ohne Absaugung	24	17	9	140	260
- mit Absaugung	91	47	9	140	320
Metall-Aktivgasschweißen	216	108	9	130	230
- ohne Absaugung	43	32	10	160	290
- mit Absaugung	156	78	8	80	160
Thermisches Spritzen	254	74	20	180	330
- ohne Absaugung	29	9	10	340	470
- mit Absaugung	223	68	30	170	260
Thermisches Schneiden	106	68	9	80	200
- ohne Absaugung	16	12	3	50	70
- mit Absaugung	85	54	9	70	140
Oberflächenbeschichtung (Malen, Lackieren, Siebdrucken)	84	40	0,3	3	6
- ohne Absaugung	22	14	0,2	2	3
- mit Absaugung	53	30	0,3	4	20
Nickel-Cadmium-Batterienherstellung	138	12	30	180	320
- ohne Absaugung	23	6	6	54	120
- mit Absaugung	113	11	30	180	320
Recyclinganlagen	20	11	*)	*)	2

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Es handelt sich um 63 Meßdaten aus 39 Betrieben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Plasmaschneiden ermittelt (Tabelle 47).

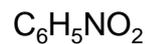
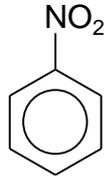
Tabelle 47: Nickel – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	63	39	30	1100	1400

## 3.32 Nitrobenzol

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	123.11
CAS-Nr.	98-95-3
Synonyme	Benzalin, Mirbanessenz, Mirbanöl, Mononitrobenzol
Deutscher Grenzwert	5 mg/m <sup>3</sup> , 1 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1992 – 1997
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	42

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Silicagelröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Methanol erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine 2-stündige Probenahmedauer liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

Unter Berücksichtigung datenschutzrechtlicher Belange wurden 14 Meßdaten aus 6 Betrieben der chemischen, der Metall- und lederverarbeitenden Industrie, der Tankschiffahrt und der Abfallentsorgung ausgewertet. Tabelle 48 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte zeigt Ergebnisse unterhalb der analytischen Nachweisgrenze. Für eine statistische Auswertung der Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer lagen nicht genug Daten vor.

Tabelle 48: Nitrobenzol – Schichtmittelwerte

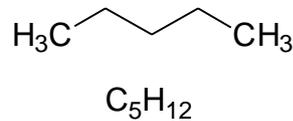
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	14	6	*)	*)	*)

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

### 3.33 *n*-Pentan

#### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	72.15
CAS-Nr.	109-66-0
Synonyme	—
Deutscher Grenzwert	2950 mg/m <sup>3</sup> , 1000 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 30	

#### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Schwefelkohlenstoff erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine 2-stündige Probenahmedauer liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

#### Erläuterungen zu den Ergebnissen

In die vorliegende Auswertung wurden 102 Meßdaten aus 45 Betrieben einbezogen (Tabelle 49).

**Kunststoffschaumverarbeitung:** Die Daten wurden beim Schäumen und bei der Schaumverarbeitung erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Vorschäumen und Schneiden (überwiegend thermisches Schneiden) ermittelt.

**Holzverarbeitung:** Die Daten wurden bei der Oberflächenbeschichtung (Kleben, Spritzen) erhoben.

Tabelle 49: *n*-Pentan – Schichtmittelwerte

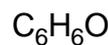
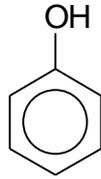
Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Kunststoffschaumverarbeitung	75	26	48	242	323
- ohne Absaugung	28	11	39	231	278
- mit Absaugung	41	17	50	192	300
Holzverarbeitung	27	19	*)	2	11
- ohne Absaugung	12	8	*)	12	14
- mit Absaugung	15	11	*)	*)	3

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## 3.34 Phenol

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	94.11
CAS-Nr.	108-95-2
Synonyme	Hydroxybenzol, Carbonsäure
Deutscher Grenzwert	19 mg/m <sup>3</sup> , 5 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1990 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 1	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Diethylether und anschließender Silylierung mit N,O-Bis(trimethylsilyl)trifluoracetamid erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahme lag bis 1992 bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>, ab 1993 bei 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 1164 Meßdaten aus rund 550 Betrieben ausgewertet. Meßschwerpunkte waren die Branchen Gießereien (17%), Metallbearbeitung/Maschinenbau (13%), Holzverarbeitung (12%) und Kunststoffverarbeitung (10%).

Beim Verarbeiten von Phenol-Formaldehyd-Schäumen im Bergbau (zum Abdichten von Hohlräumen) liegen die Meßergebnisse im Bereich unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze (bis 2,0 mg/m<sup>3</sup>). Sie wurden aufgrund der geringen Fallzahl nicht statistisch ausgewertet.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 50 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Verarbeitung von Phenolharzen in der Kunststoff- und Holzverarbeitung:** Die Messungen wurden beim Pressen, Kneten, Extrudieren und Spritzgießen durchgeführt. Mehr als

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

90% der Meßergebnisse lagen im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze ( $1,0 \text{ mg/m}^3$ ) wurden beim Pressen von Holzplatten und Schleifscheiben ermittelt.

**Verarbeitung von Phenolharzen in Gießereien:** Rund 90% der Meßergebnisse lagen im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse oberhalb des 90%-Wertes wurden im Bereich der Kernmacherei beim Einsatz phenolhaltiger Harze ermittelt.

**Trockner, Kammer-/Schmelz- und Härteöfen:** Rund die Hälfte der Meßdaten wurden bei der Schleifkörperherstellung ermittelt. 85% der Meßergebnisse lagen im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Mechanische Bearbeitungsverfahren:** Die Messungen wurden in der Metallverarbeitung, dem Maschinen-/Fahrzeugbau und der Elektrotechnik durchgeführt. Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden nicht ermittelt.

**Kleben:** Die Meßdaten verteilten sich schwerpunktmäßig auf die Branchen Metallbearbeitung/Maschinenbau, Holzverarbeitung und Kunststoffverarbeitung. Die Meßergebnisse lagen in mehr als 95% der Fälle im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Oberflächenbeschichtung:** Die Meßdaten verteilen sich überwiegend auf die Branchen Metallbearbeitung/Maschinenbau, Holzverarbeitung und Kunststoffverarbeitung. Die Meßergebnisse lagen in mehr als 95% der Fälle im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden beim Druckluftspritzen und Pinseln mit phenolhaltigen Materialien (Beschichtungen zur Konservierung von Tanks, Fässern und Fußböden) ermittelt.

**Umfüllen/Abfüllen, Wiegen, Mischen:** Die Meßdaten verteilten sich schwerpunktmäßig auf die Branchen Metallbearbeitung/Maschinenbau, Holzverarbeitung und Kunststoffverarbeitung. 75% der Meßdaten lagen im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze. Meßergebnisse oberhalb des 90%-Wertes wurden beim Mischen von phenolhaltigen Materialien ermittelt (Herstellung von Schleifscheiben, keramischen Massen, Phenolharzen).

Tabelle 50: Phenol – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Verarbeitung von Phenolharzen in der Holz- und Kunststoffverarbeitung	329	136	*)	1,0	1,3
- ohne Absaugung	196	91	*)	1,0	2,0
- mit Absaugung	128	56	*)	1,0	1,0
Verarbeitung von Phenolharzen in Gießereien	263	98	*)	2,0	2,9
- ohne Absaugung	98	47	*)	2,0	2,0
- mit Absaugung	158	65	*)	1,1	3,0
Trockner, Kammer-/Schmelz- und Härteöfen					
- ohne Absaugung	93	45	*)	2,0	3,3
- mit Absaugung	45	22	*)	1,8	4,0
	43	23	*)	2,0	2,0
Mechanische Bearbeitungsverfahren	76	41	*)	1,0	1,0
- ohne Absaugung	36	18	*)	*)	0,6
- mit Absaugung	35	23	*)	0,8	1,0
Kleben	60	42	*)	1,0	2,0
- ohne Absaugung	38	27	*)	1,0	2,0
- mit Absaugung	21	17	*)	*)	3,8
Oberflächenbeschichtung	234	137	*)	1,5	2,0
- ohne Absaugung	77	49	*)	1,5	2,0
- mit Absaugung	148	89	*)	1,2	2,6
Umfüllen/Abfüllen, Wiegen, Mischen	91	51	*)	5,0	8,5
- ohne Absaugung	33	21	*)	2,6	3,0
- mit Absaugung	50	26	1,0	8,0	12,0

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Es ließ sich kein Meßschwerpunkt hinsichtlich Branchen oder Arbeitsbereichen feststellen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden an Härteöfen bei der Schleifkörperherstellung ermittelt (Tabelle 51).

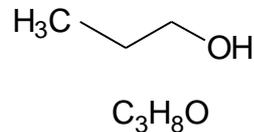
Tabelle 51: Phenol – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	18	17	1,2	7,6	12,2

## 3.35 1-Propanol

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	60.09
CAS-Nr.	71-23-8
Synonyme	Propanol, <i>n</i> -Propanol, Propan-1-ol, Propanol-1, Propylalkohol, <i>n</i> -Propylalkohol, 1-Hydroxypropan
Deutscher Grenzwert	keiner
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	26

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Auswertergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 433 Meßdaten aus rund 170 Betrieben ausgewertet.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 52 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Anstrichmittelherstellung:** Daten wurden überwiegend beim Mischen, Dissolvern und Ab-/Umfüllen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden bei der Rohstoffaufbereitung und in der Ansetzerei (beispielsweise Abfüllwaage) gemessen.

**Manuelle Beschichtung, ohne Spritzverfahren:** Die Daten stammen überwiegend aus dem Baugewerbe. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim großflächigen Pinseln und Rollen festgestellt.

**Manuelle Beschichtung, Spritzverfahren:** Die Daten wurden im Baugewerbe und in der Metallverarbeitung erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden im Baugewerbe ermittelt. Der Einfluß der Absaugung auf die Expositionshöhe ist deutlich zu erkennen.

**Maschinelle Beschichtung, Drucken:** Die Daten wurden in den oben genannten Branchen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Siebdrucken ermittelt.

**Reinigungsverfahren:** Diese Arbeitsverfahren werden in allen oben genannten Branchen angewendet. Deutlich ist der Einfluß von Absaugung auf die Expositionshöhe zu erkennen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes treten an Entfettungsanlagen und beim Handreinigen ohne Einsatz von Absaugungen auf.

Tabelle 52: 1-Propanol – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Anstrichmittelherstellung	70	21	2,5	16,0	21,5
- ohne Absaugung	41	12	2,8	15,5	22,0
- mit Absaugung	25	11	2,0	14,8	16,7
Manuelle Beschichtung, ohne Spritzverfahren	33	14	3,0	493,8	690,8
- alle ohne Absaugung					
Manuelle Beschichtung, Spritzverfahren	182	73	4,5	23,2	37,6
- ohne Absaugung	80	11	6,5	33,0	70,0
- mit Absaugung	92	57	2,0	15,6	24,0
Maschinelle Beschichtung, Drucken	88	39	5,0	28,3	62,0
- ohne Absaugung	57	27	4,8	17,9	27,6
- mit Absaugung	29	15	3,3	81,7	182,7
Reinigungsverfahren	42	23	6,0	135,4	207,5
- ohne Absaugung	12	8	89,0	446,2	582,0
- mit Absaugung	22	10	4,8	71,6	95,0

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Daten wurden überwiegend bei der Anstrichmittelherstellung und im Bauwesen ermittelt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten im Bauwesen beim Oberflächenauftrag mit Rollen auf. Meßergebnisse im Bereich des 50%-Wertes wurden bei der Anstrichmittelherstellung ermittelt.

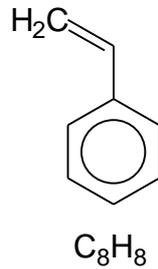
Tabelle 53: 1-Propanol – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	18	10	10	2204	3952

## 3.36 Styrol

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	104.15
CAS-Nr.	100-42-5
Synonyme	Vinylbenzol, Ethenylbenzol, Phenylethen, Styren
Deutscher Grenzwert	85 mg/m <sup>3</sup> , 20 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1990 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	10

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Schwefelkohlenstoff erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahme liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 1522 Meßdaten aus rund 460 Betrieben ausgewertet. Die Meßdaten stammen zum überwiegenden Teil aus der Kunststoffverarbeitung (58%). Bezogen auf die Arbeitsbereiche lag der Schwerpunkt der Messungen beim Laminieren (20%). In die Auswertung wurden nur Meßdaten einbezogen, bei denen eine Probenahme an der Person erfolgte.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 54 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Warmverarbeitung von Polystyrol:** Die Messungen wurden ausschließlich beim Verarbeiten von polymeren Styrol erhoben (Extrudieren, Spritzgießen, Tiefziehen). Deshalb liegen die Meßergebnisse größtenteils im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Heißpressen:** Beim Heißpressen von UP-Harzen treten aufgrund der Wärmeeinwirkung erhöhte Meßergebnisse auf.

**Mischer, Rührwerke:** Bei der Herstellung von UP-Harzen (Spachtelmassen) liegen die Meßergebnisse oberhalb des 50%-Wertes. Meßergebnisse unterhalb des 50%-Wertes treten bei der Lackherstellung auf.

**Spachteln, Glätten:** Die Messungen wurden in der Baubranche und im Karosseriebau (Reparatur) ermittelt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes treten beim manuellen Verarbeiten ohne Einsatz von Absaugungen auf.

**Offene, großflächige Verarbeitung in der Kunststoffindustrie:** Hierzu zählen die Arbeitsverfahren Laminieren, Gießen, Wickeln und Spritzen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim manuellen Verarbeiten ohne Absaugungen festgestellt.

**Offene, großflächige Verarbeitung (Bauindustrie) :** Hierzu zählen die Arbeitsverfahren Laminieren, Gießen, Spritzen bei der Auskleidung im Säurebau sowie die Herstellung von Polymerbetonteilen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim manuellen Verarbeiten ohne Absaugungen festgestellt.

Tabelle 54: Styrol – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Warmverarbeiten von Polystyrol	35	27	1	5	19
- ohne Absaugung	27	20	*)	*)	*)
- mit Absaugung	4	4	**)	**)	**)
Heißpressen	77	21	73	164	191
- ohne Absaugung	39	14	73	161	210
- mit Absaugung	38	11	61	138	179
Mischer, Rührwerke	67	27	46	205	243
- ohne Absaugung	14	8	12	112	123
- mit Absaugung	49	18	59	221	282
Spachteln, Glätten	67	37	27	159	248
- ohne Absaugung	44	27	31	169	263
- mit Absaugung	21	10	19	135	166
Offene, großflächige Verarbeitung in der Kunststoffindustrie	1171	345	77	261	316
- ohne Absaugung	495	181	92	283	356
- mit Absaugung	628	215	66	236	284
Offene, großflächige Verarbeitung in der Bauindustrie	128	33	129	332	479
- ohne Absaugung	51	19	116	325	358
- mit Absaugung	69	14	165	399	596

\*) Wert < analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

\*\*) Für eine statistische Auswertung lagen nicht genügend Meßwerte vor (siehe auch Abschn. 2.3)

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Etwa die Hälfte der Messungen wurde beim offenen, großflächigen Verarbeiten durchgeführt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Handlaminieren (beispielsweise Bootsbau, Formkörperherstellung) und bei der Kanalsanierung ermittelt (Tabelle 55).

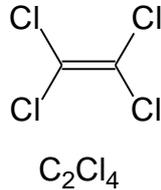
Tabelle 55: Styrol – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Spachteln, Glätten	15	4	51	215	228
Offene, großflächige Verarbeitung in der Kunststoff- und der Bauindustrie	29	20	74	390	659

### 3.37 Tetrachlorethen

#### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	165.83
CAS-Nr.	127-18-4
Synonyme	1,1,2,2-Tetrachloroethylen, Tetrachlorethylen, Perchlorethylen, "Per"
Deutscher Grenzwert	345 mg/m <sup>3</sup> , 50 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1990 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 5	

#### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Schwefelkohlenstoff erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytischen Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

#### Erläuterungen zu den Ergebnissen

##### Allgemeines

Es wurden 834 Meßdaten aus etwa 530 Betrieben der Branchen Chemischreinigung, Metallverarbeitung/Maschinenbau, Elektronik/Feinmechanik und Sonstige ausgewertet.

##### Schichtmittelwerte

Tabelle 56 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Abfüllung, Destillation:** 95% der Meßdaten wurden in der chemischen Industrie (einschließlich Großhandel mit chemischen Erzeugnissen) erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden bei der manuellen Faßabfüllung ermittelt.

**Oberflächenbeschichtung (Laminieren, Verkleiden, Spritzen):** Die Meßdaten verteilen sich gleichmäßig auf die oben genannten Branchen. Rund 90% der Meßergebnisse lagen im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Manuelle Oberflächenreinigung:** Die Meßdaten stammen aus den Branchen Elektrotechnik/Feinmechanik und Metallbearbeitung/Maschinenbau. Meßergebnisse oberhalb

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

des 50%-Wertes wurden beim manuellen Reinigen von Oberflächen ohne Einsatz von Absaugungen ermittelt.

**Oberflächenreinigungsanlagen:** Die Messungen wurden je zur Hälfte in den Branchen Elektrotechnik/Feinmechanik und Metallbearbeitung/Maschinenbau erhoben.

**Chemischreinigung:** Im Zeitraum 1990 bis 1994 wurden nur Messungen durchgeführt, wenn eindeutige Hinweise für eine erhöhte Exposition vorlagen, beispielsweise im Rahmen von Berufskrankheiten-Ermittlungsverfahren.

Weiterhin wurde die Exposition in den Neuen Bundesländern erfaßt. Beim Bedienen der dort vorhandenen Spezima-Maschinen waren Meßergebnisse bis in den Bereich des 95%-Wertes des Gesamtkollektivs gegeben.

Nach Ablauf der letzten Übergangsvorschriften am 1.1.1995 müssen alle Chemischreinigungsmaschinen, die mit Tetrachlorethylen als Lösungsmittel arbeiten, die Anforderungen der 2. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 10.12.1990 (2. BImSchV) erfüllen. Nach diesen Bestimmungen ist der Betrieb von Chemischreinigungsanlagen durch Anlagenüberwachung, Fremdüberwachung und Eigenkontrolle ständig zu überprüfen. Hierdurch soll verhindert werden, daß die Anlagen bei emissionsfördernden Störfällen weiter betrieben werden. Infolge dieser Maßnahmen liegen die Meßergebnisse der Anlagen, die den Anforderungen der 2. BImSchV entsprechen, generell unter  $35 \text{ mg/m}^3$ . Die Exposition bei Tätigkeiten an anlagenfernen Arbeitsplätzen ist geringer.

Tabelle 56: Tetrachlorethen – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert $\text{mg/m}^3$	90%-Wert $\text{mg/m}^3$	95%-Wert $\text{mg/m}^3$
Abfüllung, Destillation	23	10	5	34	45
- ohne Absaugung	5	3	*)	*)	*)
- mit Absaugung	17	9	5	44	48
Oberflächenbeschichtung (Laminieren, Verkleiden, Spritzen)	81	45	3	13	26
- ohne Absaugung	81	16	3	5	5
- mit Absaugung	39	26	3	28	31
Manuelle Oberflächenreinigung	17	12	19	342	793
- ohne Absaugung	12	8	7	637	803
- mit Absaugung	4	4	*)	*)	*)
Oberflächenreinigungsanlagen	321	154	38	326	541
- ohne Absaugung	31	19	18	322	505
- mit Absaugung	279	135	41	331	544
Chemische Reinigung (bis 1994, siehe Erläuterung)	364	312	44	147	215
- ohne Absaugung	147	127	34	111	213
- mit Absaugung	216	186	51	158	206

\*) Für eine statistische Auswertung lagen nicht genügend Meßwerte vor (siehe auch Abschn. 2.3)

## Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Meßdaten verteilen sich auf die oben genannten Branchen. Meßergebnisse oberhalb des 50%-Wertes wurden beim manuellen Reinigen und manuellen Siebdrucken ermittelt (Tabelle 57).

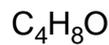
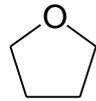
Tabelle 57: Tetrachlorethen – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	28	22	35	273	319

## 3.38 Tetrahydrofuran

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	72.10
CAS-Nr.	199-99-9
Synonyme	Tetramethylenoxid, Oxalan, Diethylenmonoxid, THF
Deutscher Grenzwert	590 mg/m <sup>3</sup> , 200 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1996
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 39	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

In die Auswertung wurden 357 Meßdaten aus ca. 120 Betrieben einbezogen.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 58 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Kunststoffbeschichtung (Kleben, Drucken, Laminieren, Kunststoffschweißen):** Die Daten wurden bei der maschinellen und manuellen (Flachdach- und Hallenbodenbau) Verarbeitung von Kunststoff erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Auftrag großer Klebstoffmengen (Spritzen von Klebstoff beispielsweise zum Verbinden von Platten) oder beim manuellen Arbeiten ohne Absaugung (Kunststoffschweißen im Flachdach- und Hallenbodenbau) ermittelt.

**Herstellung von Kunststoffklebstoffen:** Die Daten wurden beim Ansetzen und Abfüllen der Kleber (PVC-Kleber) erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Ansetzen ermittelt.

**Herstellung von Kunststoffen/-schäumen:** Die Daten wurden beim Spritzgießen, Blasen und Tiefziehen von Kunststoffen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden bei der Kunststoffschaumherstellung ermittelt.

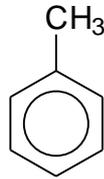
Tabelle 58: Tetrahydrofuran – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Kunststoffbeschichtung	308	100	13	137	242
- ohne Absaugung	140	55	12	165	290
- mit Absaugung	149	47	13	133	182
Herstellung von Kunststoffklebern	20	7	40	150	166
Herstellung von Kunststoffen und Kunststoffschäumen	19	13	1	67	89

## 3.39 Toluol

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	92.14
CAS-Nr.	108-88-3
Synonyme	Methylbenzol, Phenylmethan
Deutscher Grenzwert	190 mg/m <sup>3</sup> , 50 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	40

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Elution mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,3 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

In die Auswertung wurden 7782 Meßdaten aus rund 2200 Betrieben einbezogen.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 59 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Herstellung von Zubereitungen:** Die Daten wurden an Dissolvern, Perlmühlen und Umfüllanlagen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Mischen und Abfüllen ermittelt.

**Reinigen, Entfetten (maschinell):** Die Daten wurden überwiegend in der Metallbearbeitung und der chemischen Industrie erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden an Behälterreinigungsanlagen ermittelt.

**Reinigen, Entfetten (manuell):** Die Daten wurden zum größten Teil in der Metall- und Holzbearbeitung sowie in der chemischen Industrie erhoben. Meßergebnisse im Bereich

des 90%-Wertes wurden beim Reinigen von Anlagen (beispielsweise Anstrichmittelherstellung) ermittelt.

**Kleben (Kunststoff-/Gummiverarbeitung):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spritzen von Klebstoff ermittelt.

**Kleben (Holzverarbeitung):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim großflächigen Auftrag von Klebstoff ermittelt.

**Kleben (Polstermöbel-Herstellung):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spritzen von Klebstoff ermittelt.

**Kleben (Lederverarbeitung/Schuhherstellung) :** Die Meßaktivität war auf Arbeitsplätze konzentriert, bei denen ein Handlungsbedarf vermutet wurde. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes bzw. 95%-Wertes wurden beim manuellen Klebstoffauftrag in Hausschuhfertigungs-Betrieben ermittelt. Die höchste Exposition bestand in einem Betrieb, in dem die Trocknung eingestrichener Bearbeitungsstücke im Arbeitsbereich selbst erfolgte (kalte Jahreszeit, daher Fenster und Türen geschlossen).

Durch Veränderung der Rezepturen ist der Toluolanteil der meisten Klebstoffe in den letzten Jahren deutlich gesenkt worden.

**Kleben, Bodenbelagsarbeiten (Holz, Textil, Kunststoff):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spachteln in Räumen ohne Lüftung vor allen zu Beginn des vorliegenden Datenzeitraums ermittelt. Aufgrund von Rezepturumstellungen ist zum Ende des Datenzeitraums hin ein deutlicher Rückgang der Exposition zu verzeichnen.

**Pinself, Rollen, Spachteln (Metallverarbeitung, Elektrotechnik):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Anstrich ohne Absaugung ermittelt.

**Pinself, Rollen, Spachteln (Baugewerbe):** Die Daten wurden beim Anstrich von Wänden, Fenstern und Hausinstallationen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beispielsweise beim Metallanstrich ermittelt.

**Handmalen (Porzellanherstellung):** An den ausgewerteten Arbeitsplätzen wurden keine Absaugungen eingesetzt.

**Farbspritzen (Metallverarbeitung, Elektrotechnik):** Die Daten wurden überwiegend an Trockenprallwänden und wasserberieselten Spritzständen erhoben.

**Farbspritzen (Holzverarbeitung):** Die Daten wurden überwiegend an Trockenprallwänden und wasserberieselten Spritzständen erhoben. Die Meßdaten "ohne Absaugung" wurden in Abdunst- und Trocknungsbereichen von Lackieranlagen erhoben.

**Farbspritzen (Baugewerbe):** Die Daten wurden bei Korrosionsschutzarbeiten erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Spritzen mit hohem Druck ermittelt.

**Maschinelle Oberflächenbeschichtung (Kunststoff-/Gummiindustrie) :** Die Meßdaten wurden an Flexo-, Tampon- und Siebdruckmaschinen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Beschichten mit Gummi (z.B. Matten, Manschetten) ermittelt.

**Maschinelle Oberflächenbeschichtung (Metallverarbeitung, Elektrotechnik):** Die Meßdaten wurden an Flexo-, Tampon- und Siebdruckmaschinen sowie an Gieß- und Lackier-

anlagen erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden an Tampondruckmaschinen ermittelt.

**Maschinelle Oberflächenbeschichtung (Holzverarbeitung):** Die Meßdaten "ohne Absaugung" wurden überwiegend an (Lack-)Gießanlagen ermittelt, die in der Regel nach dem Stand der Technik nicht abgesaugt werden können (bei starker Luftbewegung reißt der Lackfilm ab). Die Meßdaten "mit Absaugung" wurden am Bedienungs-/Überwachungspersonal von Spritzautomaten an Lackierstraßen ermittelt. Diese Anlagen sind in der Regel zusätzlich eingekapselt.

**Siebdruck, manuell (Baugewerbe):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim manuellen Siebdruck (beispielsweise Schildermaler) ermittelt.

**Siebdruck, manuell (Keramik-/Glasindustrie, Druckerei):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden bei der Porzellanverarbeitung ermittelt.

**Illustrationstiefdruck:** Die Daten wurden bei einer monokausalen Toluol-Exposition im Illustrationstiefdruck erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden bei Reinigungsarbeiten ermittelt.

Die Meßergebnisse an Arbeitsplätzen ohne Absaugung sind in der Regel niedriger, weil diese bei Tätigkeiten erhoben wurden, die sich außerhalb der Tiefdruckmaschine befinden und bei denen grundsätzlich keine Überschreitung des MAK-Wertes unterstellt zu werden braucht. An diesen Arbeitsplätzen wird daher in der Regel keine Absaugung eingesetzt.

Die Meßergebnisse an Arbeitsplätzen mit Absaugung sind höher, weil hier bei Tätigkeiten gemessen wurde, die sich im unmittelbaren Bereich der Tiefdruckmaschinen befinden. Die Tiefdruckmaschinen werden grundsätzlich abgesaugt.

Zwischen 1991 bis 1995 ist die technische Weiterentwicklung in den beteiligten Tiefdruckereien erheblich fortgeschritten. Mit Wirkung vom 27. Mai 1994 wurde zudem der bis dahin gültige Grenzwert für Toluol von  $100 \text{ ml/m}^3$  ( $380 \text{ mg/m}^3$ ) auf  $50 \text{ ml/m}^3$  ( $190 \text{ g/m}^3$ ) abgesenkt. Vor diesem Hintergrund änderte sich auch die Expositionssituation in den Betrieben durch den Einsatz verschiedenster technischer Schutzmaßnahmen. 1995 konnte in allen Arbeitsbereichen ein deutlicher Rückgang der Toluol-Exposition beobachtet werden.

Tabelle 59: Toluol – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Herstellen von Zubereitungen	508	130	4	55	98
- ohne Absaugung	211	71	5	59	138
- mit Absaugung	268	85	4	54	82
Reinigen, Entfetten (maschinell)	61	39	7	22	44
- ohne Absaugung	13	7	7	24	28
- mit Absaugung	44	24	6	21	65
Reinigen, Entfetten (manuell)	340	186	3	62	121
- ohne Absaugung	186	111	2	65	130
- mit Absaugung	138	70	5	51	123
Kleben (Kunststoff- und Gummiverarbeitung)					
- ohne Absaugung	238	88	3	71	183
- mit Absaugung	128	53	3	158	244
	107	42	3	39	66
Kleben (Holzverarbeitung)	137	63	1	104	196
- ohne Absaugung	60	34	6	129	206
- mit Absaugung	77	34	1	89	170
Kleben (Polstermöbelherstellung)	96	28	1	17	40
- ohne Absaugung	58	16	1	20	35
- mit Absaugung	32	13	1	14	54

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Kleben (Lederverarbeitung, Schuhherstellung)	333	78	10	152	225
- ohne Absaugung	184	47	18	147	221
- mit Absaugung	143	38	4	127	221
Kleben (Bodenbelagsarbeiten)					
- alle Messungen ohne Erfassung	877	244	45	335	504
Pinseln, Rollen (Metallverarbeitung)	124	71	1	26	42
- ohne Absaugung	93	53	1	27	44
- mit Absaugung	22	18	1	8	16
Pinseln, Rollen (Baugewerbe)					
- alle Messungen ohne Absaugung	285	78	*)	4	25
Pinseln, Handmalen (Porzellanindustrie) – alle Messungen ohne Absaugung	94	33	3	26	33
Farbspritzen (Metallverarbeitung, Elektrotechnik)	546	295	2	15	38
- ohne Absaugung	101	61	1	11	17
- mit Absaugung	420	232	2	14	39
Farbspritzen (Baugewerbe)	406	82	3	32	50
- ohne Absaugung	282	39	3	21	39
- mit Absaugung	104	42	4	44	191
Farbspritzen (Holzverarbeitung)	1337	510	5	36	54
- ohne Absaugung	80	47	4	35	45
- mit Absaugung	1246	478	5	36	55
Maschinelle Oberflächenbeschichtung (Kunststoff- und Gummiindustrie)	240	93	1	98	238
- ohne Absaugung	121	49	3	192	352
- mit Absaugung	117	51	1	39	56
Maschinelle Oberflächenbeschichtung (Metallverarbeitung, Elektrotechnik)	148	76	2	21	32
- ohne Absaugung	50	32	1	18	50
- mit Absaugung	92	48	3	23	28
Maschinelle Oberflächenbeschichtung (Holzverarbeitung)	609	198	8	96	177
- ohne Absaugung	168	71	10	164	218
- mit Absaugung	440	147	7	90	138
Siebdruck, manuell (Baugewerbe)	43	10	10	227	306
- ohne Absaugung	25	8	15	303	351
- mit Absaugung	18	3	10	36	54
Siebdruck, manuell (Keramik- und Glasindustrie, Druckerei)	66	25	1	18	156
- ohne Absaugung	43	16	2	20	157
- mit Absaugung	19	9	1	1	59
Drucken (Illustrationstiefdruckindustrie)	1430	15	48	198	258
- ohne Absaugung	470	13	17	85	118
- mit Absaugung	849	14	86	232	284

\*) Wert &lt; analytische Bestimmungsgrenze (siehe auch Abschn. 0 und 2.3)

## Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Tabelle 60 gibt die Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer wieder. Die Betrachtung einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Kleben, Bodenbelagsarbeiten (Holz, Textil, Kunststoff):** Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Verarbeiten (Spachteln) von Klebern für Textil-/Kunststoffbeläge in Räumen ohne Lüftung ermittelt.

**Reinigen, Entfetten, allgemein:** Die Meßdaten wurden überwiegend in der Metall-/ Elektroindustrie sowie im Großhandel ermittelt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Tankreinigen ermittelt.

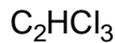
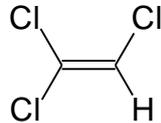
Tabelle 60: Toluol – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Kleben (Bodenbelagsarbeiten)					
- alle Messungen ohne Absaugung	376	99	51	358	489
Reinigen, Entfetten	48	23	18	67	113
- ohne Absaugung	30	8	20	54	109
- mit Absaugung	18	15	9	67	106

## 3.40 Trichlorethen

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	131.38
CAS-Nr.	79-01-6
Synonyme	1,1,2-Trichloroethylen, Ethylentrichlorid, "Tri"
Deutscher Grenzwert	270 mg/m <sup>3</sup> , 50 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1990 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr. 3	

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Schwefelkohlenstoff erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Es wurden 407 Meßdaten aus rund 190 Betrieben Chemischreinigung, Metallverarbeitung/Maschinenbau, Elektronik/Feinmechanik und Sonstige ausgewertet.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 61 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Abfüllung, Destillation:** Die Messungen stammen zu mehr als 90% aus der chemischen Industrie (einschließlich Anstrichmittelherstellung). Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten bei der Faßabfüllung auch beim Einsatz von Absaugungen auf.

**Oberflächenbeschichtung:** Die Meßdaten verteilen sich gleichmäßig auf die oben genannten Branchen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Kleben von Gummi ermittelt. Dies trifft sowohl für die Bearbeitung großer Flächen (beispielsweise Transportbänder, Bandtrommeln), wie auch für kleinflächige Bearbeitung (Reifenreparatur) zu. Die Meßergebnisse beim Kleben von Metallkleinteilen lagen im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Oberflächenreinigung, manuell:** Die Meßdaten verteilen sich auf die oben genannten Branchen. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Handreinigen ohne Einsatz von Absaugungen ermittelt.

**Oberflächenreinigungsanlagen:** 90% der Messungen wurden in den Branchen Metallbearbeitung/Maschinenbau und Feinmechanik/Elektrotechnik durchgeführt. Bei der Mehrzahl der Anlagen wurden Absaugungen eingesetzt. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden an Anlagen ohne Absaugungen ermittelt.

Tabelle 61: 1,1,2-Trichlorethen – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Abfüllung, Destillation in der chemischen Industrie	31	16	11	71	154
- ohne Absaugung	10	8	9	32	36
- mit Absaugung	19	9	11	82	153
Oberflächenbeschichtung: Kleben, Laminieren, Verkleiden, Spachteln	144	78	10	215	425
- ohne Absaugung	74	44	8	185	399
- mit Absaugung	66	41	11	232	420
Oberflächenreinigung, manuell	14	7	41	304	592
Oberflächenreinigungsanlagen	188	90	54	241	403
- ohne Absaugung	23	18	22	282	566
- mit Absaugung	159	74	54	239	364

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Messungen wurden überwiegend beim Oberflächenreinigen und beim Ab-/Umfüllen durchgeführt (Tabelle 62). Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten in Asphaltlaboratorien (Bindemittel-Extraktion) und bei der manuellen Metallreinigung auf. Hierbei wurden keine Absaugungen eingesetzt.

Tabelle 62: Trichlorethen – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	30	22	241	711	912

## 3.41 Trichlormethan

### Identifikation und Grenzwerte

Formel	CHCl <sub>3</sub>
Molmasse in g/mol	117.38
CAS-Nr.	67-66-3
Synonyme	Chloroform
Deutscher Grenzwert	50 mg/m <sup>3</sup> , 10 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	33

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Schwefelkohlenstoff erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine 2-stündige Probenahmedauer liegt bei 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

**Laboratorien:** Die Daten wurden in der chemischen Industrie sowie in Forschungs- und Untersuchungs-Instituten erhoben (Tabelle 63). An allen Arbeitsplätzen wurden Absaugungen eingesetzt. In Laboratorien sind dies in der Regel Abzüge, deren Wirksamkeit (Rückhaltevermögen für Stoffe) insbesondere davon abhängt, ob ein genügend großer Abluftvolumenstrom vorliegt, ob innerhalb des Abzuges bei möglichst weitgehend geschlossenem Frontschieber gearbeitet wird und ob der Abzug durch die richtige Nutzung und Betriebsweise seine Wirksamkeit behält. Die Meßergebnisse sind abhängig vom Extraktionsgut, der Größe und Anzahl der Extraktionsapparaturen und der Effektivität der technischen Schutzmaßnahmen. Expositionen sind auch beim Ausschütteln und Trocknen von Extrakten zu erwarten. Expositionen im Bereich des 90%-Wertes treten im Labor auf, wenn keine technischen Lüftungsmaßnahmen (allgemeine technische Raumlüftung, Abzüge) getroffen sind (in Laboratorien werden solche Lüftungseinrichtungen von den Richtlinien für Laboratorien [23] gefordert), oder diese Einrichtungen nicht richtig benutzt werden.

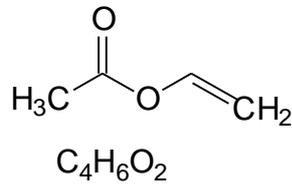
Tabelle 63: Trichlormethan – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Laboratorien	11	7	6,5	39,6	50,1

## 3.42 Vinylacetat

### Identifikation und Grenzwerte

Formel



Molmasse in g/mol	86.09
CAS-Nr.	108-05-4
Synonyme	Essigsäurevinylester
Deutscher Grenzwert	35 mg/m <sup>3</sup> , 10 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1990 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	11

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Aktivkohleröhrchen gesaugt. Nach Extraktion mit Diethylether erfolgt die quantitative Bestimmung gaschromatographisch mit Flammenionisationsdetektor. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

Insgesamt wurden 200 Meßdaten aus rund 100 Betrieben ausgewertet. Rund 50% der Meßdaten stammen aus der Holzbe- und Holzverarbeitung, wobei der Arbeitsbereich Kleben einen Schwerpunkt einnahm.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 64 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Oberflächenbeschichtung:** Die Messungen wurden in der Papier-, der Bau- und der Metallindustrie durchgeführt. Meßergebnisse oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden nicht ermittelt.

**Kleben:** Mehr als 90% der Meßdaten wurden in der Holzbe- und Holzverarbeitung beim Verarbeiten von Schmelzklebern ermittelt. 95% der Meßergebnisse lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

**Reaktionsbehälter:** Die Meßdaten stammen aus dem Technikums- und Produktionsbereich. Bei den Reaktionsbehältern handelt es sich in der Regel um diskontinuierliche Ar-

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

beitsweisen im geschlossenen System. Expositionen können beim Öffnen und Reinigen sowie bei der Zugabe von Vinylacetat auftreten. Teilweise war eine technische Lüftung bzw. Absaugung vorhanden. Eine Differenzierung der Auswertung nach dem Vorhandensein einer Absaugung an diesen Arbeitsplätzen war aufgrund der geringen Fallzahl nicht möglich.

Tabelle 64: Vinylacetat – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Oberflächenbeschichtung	28	14	1	1	1
- ohne Absaugung	8	6	*)	*)	*)
- mit Absaugung	18	8	1	1	1
Kleben	162	85	1	2	2
- ohne Absaugung	95	57	1	1	1
- mit Absaugung	65	31	1	2	2
Reaktionsbehälter	10	4	6	56	64

\*) Für eine statistische Auswertung lagen nicht genügend Meßwerte vor (siehe auch Abschn. 2.3)

## 3.43 Wasserstoffperoxid

### Identifikation und Grenzwerte

Formel	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Molmasse in g/mol	34.01
CAS-Nr.	7722-81-1
Synonyme	Perhydrol, "Wasserstoffsperoxid"
Deutscher Grenzwert	1,4 mg/m <sup>3</sup> , 1,0 ml/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	31

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Röhrchen (Flüssigmatrix getränkt mit Kaliumtitanoxalatlösung) gesaugt. Die quantitative Bestimmung erfolgt photometrisch. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,01 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### Allgemeines

In die vorliegende Auswertung wurden 92 Meßdaten aus 12 Betrieben einbezogen.

#### Schichtmittelwerte

Tabelle 65 gibt die Schichtmittelwerte wieder. Die Betrachtung der Schichtmittelwerte einzelner Betriebsarten und Arbeitsbereiche zeigt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse.

**Friseurgewerbe:** 37 von 39 Meßdaten wurden in einem Prüfstand des BIA, der wie ein Friseursalon eingerichtet ist, beim Blondieren erhoben. Der Prüfstand ist mit einer technischen Lüftung ausgestattet. Das am Kunden eingesetzte Produkt wurde vor der Behandlung durch Mischen eines Blondiermittels (Pulver oder Granulat) mit einer 4–18 prozentigen Lösung von Wasserstoffperoxid hergestellt. Im Unterschied zu einem gewerblichen Friseurstand wurden während einer Messung ausschließlich Blondierungen (keine Dauerwellen, keine Färbungen) durchgeführt. Die Meßergebnisse können daher nicht als typisch für einen Friseursalon gewertet werden.

**Bleichen von Papier, Stoff und Holz:** Die Daten wurden beim Bleichen (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, teilweise mit Ammoniumhydrogencarbonat als Bleichaktivator) erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden an Bleichanlagen ermittelt.

Tabelle 65: Wasserstoffperoxid – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Friseurgewerbe - alle Messungen ohne Absaugung	39	2	0,1	0,9	1,2
Bleichen von Papier, Holz und Stoff	25	9	0,1	1,3	1,7

### Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer < 1 Stunde

Die Messungen wurden ausschließlich beim Blondieren im Friseurgewerbe erhoben. Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes wurden beim Arbeiten in Räumen ohne Lüftung (Fenster und Türen geschlossen) ermittelt (Tabelle 66).

Tabelle 66: Wasserstoffperoxid – Meßwerte mit verkürzter Expositionsdauer &lt; 1 Stunde

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Friseurgewerbe - alle Messungen ohne Absaugung	28	1	0,5	2,2	3,1

## 3.44 Zinkoxid-Rauch

### Identifikation und Grenzwerte

Formel	ZnO
Molmasse in g/mol	81.39
CAS-Nr.	1314-13-2
Synonyme	—
Deutscher Grenzwert	5 mg/m <sup>3</sup> (MAK)
Datenzeitraum	1991 – 1995
BGAA-Expositionsbeschreibung Nr.	24

### Meßverfahren

Mittels einer Probenahmepumpe wird ein definiertes Luftvolumen durch ein Membranfilter gesaugt. Nach dem Naßaufschluß (1M Salzsäure : 1M Salpetersäure) erfolgt die quantitative Bestimmung mit der Atomabsorptionsspektrometrie oder der Röntgenfluoreszenzspektrometrie. Die analytische Bestimmungsgrenze für eine zweistündige Probenahmedauer liegt bei 0,001 mg/m<sup>3</sup>.

### Erläuterungen zu den Ergebnissen

Unter Berücksichtigung datenschutzrechtlicher Belange wurden 5153 Meßdaten aus etwa 1500 Betrieben ausgewertet. Die Daten beziehen sich im wesentlichen auf die Branchen Metallverarbeitung/Maschinenbau (61%) und Metallerzeugung (20%).

Meßergebnisse im Bereich des 90%-Wertes traten bei der thermischen Bearbeitung (Schweißen, Löten) von zinkhaltigen Materialien, beispielsweise verzinkter Bleche, auf (Tabelle 67).

Tabelle 67: für Zinkoxid-Rauch – Schichtmittelwerte

Betriebsart/Arbeitsbereich	Meßdaten Anzahl	Betriebe Anzahl	50%-Wert mg/m <sup>3</sup>	90%-Wert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>
Alle Betriebsarten/Arbeitsbereiche	583	213	0,06	0,8	1,6

## 4 Verzeichnis der Abkürzungen und Einheiten

a.B.	analytische Bestimmungsgrenze
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BGAA	Berufsgenossenschaftlicher Arbeitskreis Altstoffe
BGMG	Berufsgenossenschaftliches Meßsystem Gefahrstoffe
BIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes
BK	Berufskrankheit
BMA	Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung
BUA	Beratergremium für Altstoffe der Gesellschaft Deutscher Chemiker
CAS	Chemical Abstract Service
DIN	Deutsches Institut für Normung
EINECS	European Inventory of Existing Chemical Commercial Substances
EN	Europäische Norm
FID	Flammenionisationsdetektor
GC	Gaschromatographie
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
HPLC	high performance liquid chromatography, Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
HVBG	Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
M	Molar
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MEGA	Datenbank zu Meßdaten über die Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz
mg/m <sup>3</sup>	Konzentration in Milligramm pro Kubikmeter Luft
ml/m <sup>3</sup>	Konzentration in Milliliter pro Kubikmeter Luft
µg/m <sup>3</sup>	Konzentration in Mikrogramm pro Kubikmeter Luft
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PVC	Polyvinylchlorid
	Sicherheitsfaktor
SIAM	Substances Initial Assessment Meeting
SIDS	Screening Information Data Set
TRGS	Technische Regel für Gefahrstoffe
TRK	Technische Richtkonzentration
UBA	Umweltbundesamt
UP-Harze	Ungesättigte Polyesterharze

## 5 Anhang – Prioritätenlisten

Tabelle 68: EU-Altstoffe – 1. Prioritätenliste

CAS-Nummer	Gefahrstoff	BGAA-Expositionsbeschreibung	Zuständiges Land
60-00-4	Edetinsäure	–	D
62-53-3	Anilin (Aminobenzol, Phenylamin)	34	D
64-02-8	Tetranatriummethylendiamintetraacetat	–	D
71-43-2	Benzol (Benzen)	13	D
75-05-8	Acetonitril (Methylcyanid)	9	E
79-01-6	1,1,2-Trichlorethen (TRI, Ethyltrichlorid)	3	UK
79-06-1	Acrylamid (Acrylsäureamid)	14	UK
79-10-7	Acrylsäure	–	D
79-20-9	Methylacetat (Essigsäuremethylester)	20	D
79-41-4	Methacrylsäure	–	D
80-62-6	Methylmethacrylat (MMA)	2	D
84-74-2	Dibutylphthalat (DBP, Phthalsäurebutylester)	4	NL
91-20-3	Naphthalin	21	UK
95-76-1	3,4-Dichloranilin	–	D
95-80-7	4-Methyl-m-phenylendiamin	–	D
98-82-8	Isopropylbenzol (Cumol)	19	E
100-41-4	Ethylbenzol	18	D
100-42-5	Styrol (Phenylethylen, Vinylbenzol)	10	UK
101-77-9	4,4'-Diaminodiphenylmethan (4,4'-Methylendianilin)	45	D
103-11-7	2-Ethylhexylacrylat	–	D
106-46-7	1,4-Dichlorbenzol	16	F
106-99-0	1,3-Butadien	6	UK
107-02-8	Acrylaldehyd (Acrolein, 2-Propenal)	14	NL
107-13-1	Acrylnitril (Acrylsäurenitril, Vinylcyanid)	7	IRL
107-64-2	Dimethyldioctadecylammoniumchlorid	–	D
108-05-4	Vinylacetat (Essigsäurevinylester)	11	D
108-95-2	Phenol	1	D
110-49-6	2-Methoxyethylacetat (Methylglycolacetat)	8	NL
110-65-6	2-Butin-1,4-diol	–	D
110-82-7	Cyclohexan	17	F
111-77-3	2-(2-Methoxyethoxy)ethanol	–	NL
112-34-5	2-(2-Butoxyethoxy)ethanol (Butyldiglycol)	15	NL
117-84-0	Dioctylphthalat	–	NL
127-18-4	1,1,2,2-Tetrachlorethen (Perchlorethylen, PER)	5	UK
141-97-9	Ethylacetoacetat (EAA, Acetessigsäureethylester)	–	D
1163-19-5	Bis(pentabromphenyl)ether	–	F/UK
1570-64-5	4-Chlor-o-kresol	–	DK
7664-39-3	Hydrogenfluorid (Fluorwasserstoff)	–	NL
32536-52-0	Diphenylether, Octabromderivat	–	F/UK
65996-92-1	Destillate (Kohlenteer)	–	NL
67774-74-7	Benzol, C <sub>10-13</sub> -Alkylderivate	–	I
85535-84-8	Alkane, C <sub>10-13</sub> -Chlor-	–	UK

Tabelle 69: EU-Altstoffe – 2. Prioritätenliste

CAS-Nummer	Gefahrstoff	BGAA-Expositionsbeschreibung	Zuständiges Land
67-66-3	Trichlormethan (Chloroform)	33	F
71-23-8	1-Propanol	26	D
75-45-6	Chlordifluormethan	–	I
75-56-9	1,2-Epoxypropan (1,2-Propylenoxid, Methyloxiran)	25	UK
77-78-1	Dimethylsulfat	34	NL
88-12-0	N-Vinyl-2-pyrrolidon	–	UK
90-04-0	o-Anisidin	–	A
95-33-0	N-Cyclohexylbenzothiazol-2-sulfenamid	–	D
98-01-1	2-Furylmethanal (2-Furaldehyd)	32	NL
100-97-0	Hexamethylentetramin (Methenamin)	–	D
108-88-3	Toluol	40	DK
109-66-0	n-Pentan	30	N
110-80-5	2-Ethoxyethanol	28	D
111-15-9	2-Ethoxyethylacetat	27	D
115-96-8	Tris(2-chlorethyl)-phosphat	–	D
117-81-7	Di-(2-ethylhexyl)phthalat (Bis(2-ethylhexyl)phthalat, DEHP)	22	S
120-82-1	1,2,4-Trichlorbenzol	–	DK
123-91-1	1,4-Dioxan	23	NL
557-05-1	Zinkdistearat	–	NL
1314-13-2	Zinkoxid	24	NL
7440-66-6	Zink	–	NL
7646-85-7	Zinkchlorid	–	NL
7681-52-9	Natriumhypochlorit	–	I
7722-84-1	Wasserstoffperoxid	31	FIN
7733-02-0	Zinksulfat	–	NL
7779-90-0	Trizinkbis(orthophosphat)	–	NL
25154-52-3	Nonylphenol	–	UK
25167-70-8	2,4,4-Trimethylpenten	–	D
25637-99-4	Hexabromcyclododecan	–	S
26761-40-0	Diisodecylphthalat	–	F
28553-12-0	Diisononylphthalat	–	F
32534-81-9	Diphenylether, Pentabromderivat	–	UK
61790-33-8	Talg-alkylamine	–	D
68515-48-0	1,2-Benzoldicarbonsäure, Di-C <sub>8-10</sub> -verzweigte Akylester, C <sub>9</sub> -reich	–	F
68515-49-1	1,2-Benzoldicarbonsäure, Di-C <sub>9-11</sub> -verzweigte Akylester, C <sub>10</sub> -reich	–	F
84852-15-3	4-Nonylphenol, verzweigt	–	UK

Tabelle 70: EU-Altstoffe – 3. Prioritätenliste

CAS-Nummer	Gefahrstoff	BGAA-Expositionsbeschreibung	Zuständiges Land
75-91-2	<i>tert.</i> -Butylhydroperoxid	–	NL
79-11-8	Chloressigsäure	–	NL
80-05-7	4,4'-Isopropylidendiphenol	–	UK
81-14-1	4'- <i>tert.</i> -Butyl-2',6'-dimethyl-3',5'-dinitroacetophenon	–	NL
81-15-2	5- <i>tert.</i> -Butyl-2,4,6-trinitro-m-Xylol	–	NL
85-68-7	Benzylbutylphthalat	–	N
98-95-3	Nitrobenzol	42	D
110-85-0	Piperazin	–	S
120-12-7	Anthracen	–	GR
122-39-4	Diphenylamin	–	D
1306-19-0	Cadmiumoxid	–	B
1333-82-0	Chromtrioxid	–	UK
1634-04-4	( <i>tert.</i> -Butyl)methylether	–	FIN
3033-77-0	2,3-Epoxypropyltrimethylammoniumchlorid (Glycidyltrimethylammoniumchlorid)	–	FIN
3327-22-8	(3-Chlor-2-hydroxypropyl)trimethylammoniumchlorid	–	FIN
5064-31-3	Trinatriumnitritotriacetat	–	D
7440-02-0	Nickel	43	DK
7440-43-9	Cadmium	37	B
7775-11-3	Natriumchromat	–	UK
7778-50-9	Kaliumdichromat	–	UK
7782-50-5	Chlor	41	I
7786-81-4	Nickelsulfat	–	DK
7789-09-5	Ammoniumdichromat	–	UK
10039-54-0	Bis(hydroxylammonium)sulfat	–	D
10588-01-9	Natriumdichromat	–	UK
11138-47-9	Perborsäure, Natriumsalz	–	A
13775-53-6	Kryolith	–	D
15096-52-3	Trinatriumhexafluoroaluminat	–	D
26447-40-5	Methylendiphenyldiisocyanat	–	B
30899-19-5	Pentanol (Amylalkohol)	–	D
65996-93-2	Pech, Kohlentee, Hochtemperatur	–	NL
85535-85-9	Chlor-(C <sub>14-17</sub> )alkane	–	UK

Tabelle 71: EU-Altstoffe – OECD-Prioritätenliste

CAS-Nummer	Gefahrstoff	BGAA-Expositionsbeschreibung	Zuständiges Land
67-64-1	Aceton	35	USA
78-67-1	2,2'-Dimethyl-2,2'-azodipopionitril	–	J
95-31-8	N-tert.-Butylbenzothiazol-2-sulfenamid	–	J
99-96-7	4-Hydroxybenzoesäure	–	J
106-91-2	2,3-Epoxypropylmethacrylat	–	J/USA
108-80-5	Cyanursäure	–	J
109-99-9	Tetrahydrofuran	39	USA
110-63-4	1,4-Butandiol	–	J
115-95-7	Linalylacetat	–	SW
115-96-8	Tris(2-chlorethyl)phosphat	–	D
121-69-7	N,N-Dimethylanilin	–	USA
123-30-8	4-Aminophenol	–	J
123-42-2	4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanon (Diacetonalkohol)	–	J
123-86-4	Butylacetat	36	USA
141-78-6	Ethylacetat	38	USA
840-65-3	Dimethylnaphthalin-2,6-dicarboxylat	–	J
868-77-9	2-Hydroxyethylmethacrylat	–	J
872-50-4	N-Methylpyrrolidon	–	USA
994-05-8	2-Methoxy-2-methylbutan	–	USA
2439-35-2	2-(Dimethylamino)ethylacrylat	–	J
3048-65-5	3a,4,7,7a-Tetrahydro-1H-inden	–	J
3452-97-9	3,5,5-Trimethyl-1-hexanol	–	J
4457-71-0	3-Methyl-1,5-pentandiol	–	J
11070-44-3	Tetrahydromethylphthalsäureanhydrid	–	J
68515-49-1	1,2-Benzoldicarbonsäure, Di-C <sub>9-11</sub> -verzweigte Alkylester, C <sub>10</sub> -reich	–	F

## 6 Index

### – 1 –

1,1,2,2-Tetrachloroethylen *Siehe* Tetrachlorethen  
 1,1,2-Trichloroethylen *Siehe* Trichlorethen  
 1,2-Epoxypropan 50  
 1,2-Propylenoxid *Siehe* 1,2-Epoxypropan  
 1,3-Butadien 32  
 1,4-Dichlorbenzol 47  
 1,4-Dioxacyclohexan *Siehe* Dioxan  
 1,4-Dioxan *Siehe* Dioxan  
 1-Hydroxypropan *Siehe* 1-Propanol  
 1-Methoxy-2-acetoxypropan *Siehe* 2-Methoxy-1-methylethylacetat  
 1-Methoxypropylacetat *Siehe* 2-Methoxy-1-methylethylacetat  
 1-Propanol 84

### – 2 –

2-(2-Butoxyethoxy)ethanol 33  
 2-Ethoxyethanol 51  
 2-Ethoxyethylacetat 53  
 2-Furylaldehyd *Siehe* 2-Furylmethanal  
 2-Furylmethanal 62  
 2-Methoxy-1-methylethylacetat 67  
 2-Methoxyethylacetat 65  
 2-Methyloxacyclopropan *Siehe* 1,2-Epoxypropan  
 2-Methylpropensäuremethylester *Siehe* Methylmethacrylat  
 2-Oxopropan *Siehe* Aceton  
 2-Phenylpropan *Siehe* Isopropylbenzol  
 2-Propenal *Siehe* Acrylaldehyd  
 2-Propylbenzol *Siehe* Isopropylbenzol

### – 3 –

3-Oxabutylacetat *Siehe* 2-Methoxyethylacetat

### – 4 –

4,4'-Diaminodiphenylmethan 44  
 4,4'-Methylenanilin *Siehe* 4,4'-Diaminodiphenylmethan

### – A –

Abfallverbrennung 38  
 Abfüllen 17; 20; 21; 24; 30; 35; 53; 55; 59; 67; 69; 73; 82; 84; 88; 91; 93; 98; 99 *Siehe auch* Umfüllen  
 Abwasser 40  
 Abwiegen 37; 38; 59; 67; 69; 73  
 Aceton 17; 21; 62  
 Acetonitril 21; 22  
 Acrolein *Siehe* Acrylaldehyd  
 Acrylaldehyd 22  
 Acrylamid 24  
 Acrylnitril 26  
 Acrylsäureamid *Siehe* Acrylamid  
 Acrylsäurenitril *Siehe* Acrylnitril  
 Airless-Spritzen 59; 64; 68  
 Airmix-Spritzen 64; 68  
 Altstoffinventar der Europäischen Gemeinschaften 8

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

Altstoffverordnung 8; 10; 11

Aminobenzen *Siehe* Anilin

Aminobenzol *Siehe* Anilin

Analysen 14

Anilin 28

Anlagenreinigung 17; 19; 30; 35; 55; 67; 93

Anmeldestelle 8; 10

Ansetzen 17; 24; 35; 55; 91

Anstrich 18; 35; 56; 59; 94

Anstrichmittelherstellung 17; 27; 35; 37; 51; 53; 55; 58; 59; 63; 67; 69; 73; 84; 85; 93; 98

Arbeitsanamnese 11

Arbeitsbereiche 11; 13; 15

Arbeitsverfahren 13; 15

Asphaltlaboratorien *Siehe* Laboratorien

Auswertungen 13; 15

## — B —

Baugewerbe 18; 22; 29; 33; 35; 47; 51; 52; 53; 54; 56; 58; 59; 63; 64; 68; 69; 70; 74; 84; 85; 87; 94; 95; 101

Behälterbau 62; 77

Behälterreinigung 17; 19; 35; 52; 54; 55; 59; 67; 93

Beizen 40

Benzen *Siehe* Benzol

Benzol 29; 30

Beratergremium für Altstoffe (BUA) 9

Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie 10; 11; 12

Berufsgenossenschaften 10; 11; 12; 13; 16

Berufsgenossenschaftlicher Arbeitskreis Altstoffe (BGAA) 9; 10; 11; 13

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit - BIA 10; 11; 103

Berufsgenossenschaftliches Meßsystem Gefahrstoffe (BGMG) 10; 13; 14; 15

Beschichten 46; 59; 65; 73; 94 *Siehe auch einzelne Verfahren*

Beschichtung 18; 19; 35; 51; 52; 53; 54; 56; 59; 65; 73; 77; 82; 84; 85 *Siehe auch einzelne Verfahren*

Betriebsgrößen 15

BGAA-Format 11; 12

Bis(4-aminophenyl)-methan *Siehe* 4,4'-Diaminodiphenylmethan

Bleichen 103

Bleiglätte 38

Bleimennige 38

Blondieren 103; 104

Bodenbelagsarbeiten 18; 19; 35; 43; 56; 59; 68; 69; 94; 96

Bodenbeschichtungen 73

Bootsbau 87

Brand 62

Brandschutzglas 24

Brennschneiden 23

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) 8; 10

Buta-1,3-dien *Siehe* 1,3-Butadien

Butadien-1,3 *Siehe* 1,3-Butadien

Butylacetat 34

Butylcarbitol *Siehe* 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol

Butyldiglycol *Siehe* 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol

## — C —

Cadmium 37

Carbolsäure *Siehe* Phenol

Chemische Industrie 17; 21; 22; 24; 26; 29; 30; 32; 33; 35; 47; 50; 54; 55; 59; 65; 79; 88; 93; 98; 100

Chemischreinigung 88; 89; 98

Chlor 40

Chloroform *Siehe* Trichlormethan

Cumol *Siehe* Isopropylbenzol

Cyanoethen *Siehe* Acrylnitril

Cyanomethan *Siehe* Acetonitril

Cyclohexan 42

## — D —

Dachdichtungsbahnen 45  
 Datenkollektiv 16; 27; 66  
 DEHP *Siehe* Di-(2-ethylhexyl)-phthalat  
 Destillation 88; 98  
 Di-(2-ethylhexyl)-phthalat 48  
 Dibutylphthalat 45  
 Diethylendioxid *Siehe* Dioxan  
 Diethylenglycolmonobutylether *Siehe* 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol  
 Diethylenmonoxid *Siehe* Tetrahydrofuran  
 Diethylenoxid *Siehe* Dioxan  
 Dimethylketon *Siehe* Aceton  
 Dioctylphthalat *Siehe* Di-(2-ethylhexyl)-phthalat  
 Dioxan 49  
 Dioxixan *Siehe* Dioxan  
 Di-sec.-octylphthalat *Siehe* Di-(2-ethylhexyl)-phthalat  
 Dissolver 17; 35; 51; 53; 55; 58; 84; 93  
 DOP *Siehe* Di-(2-ethylhexyl)-phthalat  
 Drehen 38  
 Drucken 52; 54; 68; 85; 91 *Siehe auch einzelne Verfahren*  
 Druckerei 30; 43; 51; 95  
 Druckindustrie 18; 35; 56  
 Druckluftspritzen 59; 64; 68; 82  
 Druckmaschinen 56; 70  
 Duftdesinfektionsmittel 74

## — E —

Elektrofilter 38  
 Elektroindustrie 17; 18; 26; 35; 46; 55; 56; 65; 97  
 Elektronik 22; 29; 51; 58; 88; 98  
 Elektrotechnik 30; 38; 47; 51; 53; 59; 64; 68; 69; 73; 82; 88; 89; 94; 99  
 Entfetten 17; 35; 55; 93; 97  
 Entfettungsanlagen 85  
 Entsorgung 28  
 Epoxidharz 67  
 Essigester *Siehe* Ethylacetat  
 Essigsäure-(2-ethoxyethyl)-ester *Siehe* 2-Ethoxyethylacetat  
 Essigsäure-2-methoxy-1-methylethylester *Siehe* 2-Methoxy-1-methylethylacetat  
 Essigsäurebutylester *Siehe* Butylacetat  
 Essigsäureethylester *Siehe* Ethylacetat  
 Essigsäuremethylester *Siehe* Methylacetat  
 Essigsäurenitril *Siehe* Acetonitril  
 Essigsäurevinylester *Siehe* Vinylacetat  
 Ethansäurebutylester *Siehe* Butylacetat  
 Ethansäureethylester *Siehe* Ethylacetat  
 Ethansäuremethylester *Siehe* Methylacetat  
 Ethenylbenzol *Siehe* Styrol  
 Ethylacetat 55  
 Ethylbenzol 58  
 Ethylencyanid *Siehe* Acrylnitril  
 Ethylenglycolmonoethylether *Siehe* 2-Ethoxyethanol  
 Ethylenglycolmonoethyletheracetat *Siehe* 2-Ethoxyethylacetat  
 Ethylenglycolmonomethyletheracetat *Siehe* 2-Methoxyethylacetat  
 Ethylentrichlorid *Siehe* Trichlorethen  
 Ethylglycol *Siehe* 2-Ethoxyethanol  
 Ethylglycolacetat *Siehe* 2-Ethoxyethylacetat  
 Exposition 8; 10; 11; 12; 13; 15; 16  
 Expositionsbeschreibung *Siehe* Exposition  
 Extruder 22; 26; 30; 38; 44; 45; 48; 72; 81; 86

## — F —

Farben 37; 38; 39; 43; 73; 77  
 Farbspritzen 18; 30; 35; 38; 46; 56; 65; 70; 94  
 Feinmechanik 22; 29; 43; 51; 58; 63; 70; 88; 89; 98; 99  
 Feuerfestwaren 62  
 Filterstaub 38  
 Flachdachbau 91  
 Flachglasherstellung 24  
 Flexodruck 43; 94  
 Fluten 46; 65  
 Formen 26; 30; 38; 62; 77; 91  
 Formkörperherstellung 87  
 Friseurgewerbe 103; 104  
 Fugenkitt 18; 19; 56; 57  
 Funkenerodieren 30  
 Furan-2-aldehyd *Siehe* 2-Furylmethanal  
 Furan-2-carbaldehyd *Siehe* 2-Furylmethanal  
 Furanal *Siehe* 2-Furylmethanal  
 Furfural *Siehe* 2-Furylmethanal  
 Furfurol *Siehe* 2-Furylmethanal

## — G —

Galvanik 38; 76  
 Gebäudereinigung 33  
 Gießen 18; 30; 35; 38; 56; 73; 76; 87; 94 *Siehe auch einzelne Verfahren*  
 Gießereien 29; 30; 38; 44; 81; 82  
 Gießmaschinen 42; 70  
 Glasieren 38; 53  
 Glasindustrie 18; 22; 29; 35; 38; 51; 56; 58; 95  
 Glätten 87  
 Grenzwerte 11  
 Großhandel 29; 30; 59; 73; 88; 97  
 Grundierungen 18; 35; 56  
 Gummiindustrie 22; 29; 30; 51; 58; 94  
 Gummiverarbeitung 42; 94

## — H —

Hallenbodenbau 91  
 Handmalen *Siehe* Malen  
 Härteöfen 30; 82; 83  
 Harze 30; 56; 62; 73; 81; 82; 86; 87  
 Heißluftschweißen 45  
 Heißpressen 22; 86  
 Hersteller 8; 10  
 Herstellung 10; 12; 20; 35; 38; 55; 67; 74; 87; 93  
 Hexaethylen *Siehe* Cyclohexan  
 Hobeln 38  
 Hochdruckspritzen 59  
 Holzbearbeitung 35; 69; 70; 93; 101  
 Holzindustrie 17; 18; 22; 35; 51; 53; 55; 56; 58; 59; 70  
 Holzverarbeitung 18; 35; 42; 55; 56; 59; 64; 68; 69; 70; 73; 74; 80; 81; 82; 94; 101  
 Hydroxybenzol *Siehe* Phenol

## — I —

Illustrationstiefdruck 95  
 Importeur 10  
 Isobutylacetat *Siehe* Butylacetat  
 Isopropylbenzol 63

## — K —

Kalender 48  
 Kaltpressen 47  
 Kammeröfen 30; 82  
 Kanalsanierung 87  
 Keramikdruckfarben 38  
 Keramikindustrie 18; 22; 29; 35; 38; 51; 56; 58; 62; 77; 95  
 keramische Massen 82  
 Kernmacherei 82  
 Kitt 18; 19; 56; 57; 62  
 Kleben 18; 19; 23; 28; 30; 35; 36; 42; 43; 44; 46; 48; 49; 55; 56; 57; 59; 61; 66; 69; 70; 71; 73; 74; 80; 82; 91;  
 94; 96; 98; 101  
 Kleber 17; 19; 27; 70; 91 *Siehe auch einzelne Arten*  
 Kneten 30; 81  
 Kokereien 29  
 Kunstharz 30; 67; 68  
 Kunststoffbeschichtung 23; 91  
 Kunststoffherstellung 26; 28; 38; 44; 72; 91  
 Kunststoffindustrie 18; 21; 22; 29; 30; 35; 45; 46; 51; 55; 56; 58; 87; 94  
 Kunststoffklebstoffe 91  
 Kunststoffschaumherstellung 91  
 Kunststoffschaumverarbeitung 70; 80  
 Kunststoffschweißen 23; 45; 48; 91  
 Kunststoffverarbeitung 22; 30; 35; 38; 42; 45; 48; 49; 59; 62; 64; 67; 68; 70; 72; 73; 81; 82; 86; 94

## — L —

Laboratorien 21; 59; 99; 100  
 Lacke 17; 18; 35; 43; 56; 65; 67; 68; 70; 73; 94  
 Lackherstellung 87  
 Lackieren 18; 35; 51; 56; 59; 64; 77; 94 *Siehe auch einzelne Verfahren*  
 Laminieren 18; 35; 56; 62; 86; 87; 88; 91  
 Laserschneiden 30; 77  
 Lederindustrie 18; 35; 42; 46; 55; 79; 94 *Siehe auch Schuhindustrie*  
 Lichtbogenhandschweißen 77  
 Lötten 23; 38; 39; 105  
 Luftdesinfektionsmittel 47

## — M —

Mahlen 67  
 Malen 18; 19; 35; 38; 53; 56; 68; 77; 94  
 Maschinenbau 22; 29; 30; 38; 47; 51; 53; 58; 59; 63; 65; 74; 77; 81; 82; 88; 89; 98; 99; 105  
 MDA *Siehe* 4,4'-Diaminodiphenylmethan  
 Meßergebnisse 11; 13; 15  
 Messungen 5; 10; 11; 13; 14; 15  
 Meßverfahren 14  
 Metall-Aktivgasschweißen 77  
 Metallbearbeitung 30; 35; 40; 53; 54; 69; 81; 82; 88; 89; 93; 99  
 Metallhütten 38  
 Metallindustrie 17; 18; 35; 55; 56; 97; 101  
 Metall-Inertgasschweißen 77  
 Metallverarbeitung 22; 29; 30; 38; 40; 42; 43; 51; 53; 54; 55; 58; 59; 63; 64; 65; 68; 70; 73; 74; 77; 79; 82; 84;  
 88; 94; 98; 105  
 Methacrylsäuremethylester *Siehe* Methylmethacrylat  
 Methylacetat 69  
 Methylacrylsäuremethylester *Siehe* Methylmethacrylat  
 Methylbenzol *Siehe* Toluol  
 Methylcyanid *Siehe* Acetonitril  
 Methylglycolacetat *Siehe* 2-Methoxyethylacetat  
 Methylmethacrylat 72  
 Methyloxiran *Siehe* 1,2-Epoxypropan  
 Mineralölindustrie 29

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999  
 Mischen 37; 38; 39; 44; 47; 51; 53; 58; 62; 69; 73; 77; 82; 84; 87; 93; 103  
 Möbelindustrie 18; 23; 35; 42; 55; 56; 94  
 Mörtel, säurefester 62  
 Motorprüfstände 30  
 Mühlen 53; 59 *Siehe auch* Perlmühlen

## — N —

Naphthalin 74  
*n*-Butylacetat 34 *Siehe* Butylacetat  
 Nickel 76  
 Nickel-Cadmium-Batterienherstellung 77  
 Nickellack 77  
 Nitrobenzol 79  
*n*-Pentan 80  
*n*-Propanol *Siehe* 1-Propanol  
*n*-Propylalkohol *Siehe* 1-Propanol

## — O —

Oberflächenbeschichtung 18; 22; 26; 30; 38; 43; 44; 46; 59; 61; 63; 64; 65; 70; 73; 74; 77; 80; 82; 85; 88; 94;  
 98; 101 *Siehe auch einzelne Verfahren*  
 Oberflächenreinigung 42; 43; 58; 61; 69; 88; 89; 99  
 Oberflächenveredelung 30; 76  
 Oxalan *Siehe* Tetrahydrofuran

## — P —

*p,p'*-Methyldianilin *Siehe* 4,4'-Diaminodiphenylmethan  
 Papierherstellung 26; 66  
 Papierindustrie 101  
 Papierverarbeitung 51  
 Pappenherstellung 26; 66  
 Parkettkleber 69; 70  
 Parkettverlegearbeiten 36; 43; 57; 59  
*p*-Dichlorbenzol *Siehe* 1,4-Dichlorbenzol  
*p*-Dioxan *Siehe* Dioxan  
 Per *Siehe* Tetrachlorethen  
 Perchlorethylen *Siehe* Tetrachlorethen  
 Perhydrol *Siehe* Wasserstoffperoxid  
 Perlmühlen 17; 35; 55; 93  
 Pharmazeutische Industrie 17; 21  
 Phenol 81; 82  
 Phenolharze 30; 81; 82  
 Phenylamin *Siehe* Anilin  
 Phenylethan *Siehe* Ethylbenzol  
 Phenylethen *Siehe* Styrol  
 Phenylmethan *Siehe* Toluol  
 Phthalsäure-bis(2-ethylhexyl)-ester *Siehe* Di-(2-ethylhexyl)-phthalat  
 Phthalsäuredibutylester 45  
 Pigmente 37; 38; 39  
 Pinseln 18; 30; 35; 43; 55; 56; 59; 61; 63; 65; 68; 82; 84; 94  
 Plasmaschneiden 77; 78  
 Plattieren 62  
 Polieren 77  
 Polymerbeton 87  
 Polystyrol 86  
 Polyurethan 18  
 Prävention 11  
 Pressen 30; 62; 77; 81; 82 *Siehe auch einzelne Verfahren*  
 Prioritätenlisten 8; 11  
 Probenahmesysteme 14; 15  
 Propan-1-ol *Siehe* 1-Propanol  
 Propan-2-on *Siehe* Aceton

Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 1999

Propanol *Siehe* 1-PropanolPropanol-1 *Siehe* 1-PropanolPropanon *Siehe* AcetonPropylalkohol *Siehe* 1-PropanolPropylenglykolmonomethyletheracetat *Siehe* 2-Methoxy-1-methylethylacetat

Prüfstand 30

Pulverbeschichten 38

PVC-Emulsionen 46

PVC-Kleber 91

## — R —

Rapporteur 8; 11

Räucherammer 23

Reaktionsbehälter 23; 24; 26; 72; 73; 101

Reanonymisierung 16

Recyclinganlagen 77

Reifenreparatur 98

Reinigen 17; 18; 19; 30; 35; 40; 42; 54; 55; 58; 63; 64; 66; 67; 68; 69; 85; 90; 93; 95; 97; 99; 101 *Siehe auch*  
OberflächenreinigungReinigung 52; 54; 66; 85 *Siehe auch einzelne Verfahren*

Reparatur 29; 30; 31; 59; 87

Repellents 74

Risikobewertung 8; 10; 12

Rollen 18; 19; 30; 35; 43; 52; 56; 59; 61; 63; 65; 68; 84; 85; 94

Rührbehälter 58

Rühren 51; 53

Rührwerke 51; 87

## — S —

Säurebau 62; 87

Schäume 45; 80; 81; 91

Scheidegut 38

Schichtmittelwerte 15

Schleifen 38; 77

Schleifkörperherstellung 62; 82; 83

Schmelzen 38; 76

Schmelzöfen 30; 38; 82

Schneiden 80 *Siehe auch einzelne Verfahren*

Schneiden, thermisches 77; 80

Schuhindustrie 18; 30; 35; 40; 42; 55; 73; 94 *Siehe auch Lederindustrie*Schweißen 23; 30; 77; 105 *Siehe auch einzelne Verfahren*

Schwimmbäder 40

sec.-Butylacetat *Siehe* Butylacetat

Sicherheitsglas 24

Siebdrucken 30; 38; 43; 52; 54; 64; 68; 77; 85; 90; 94; 95

Siebreinigung 54

Spachtelmassen 27; 87

Spachteln 35; 63; 68; 71; 73; 87; 94; 96

Spezima-Maschinen 89

Spritzautomaten 35; 56; 95

Spritzen 18; 19; 35; 43; 51; 55; 56; 59; 61; 64; 68; 70; 80; 84; 87; 88; 91; 94 *Siehe auch einzelne Verfahren*

Spritzen, thermisches 77

Spritzgießen 45; 81; 86; 91

Spritzlackieren 59

Spritzstände 18; 56; 94

Statistische Parameter 16

Streichen 18; 35

Styren *Siehe* Styrol

Styrol 86

## — T —

Tampondruck 68; 94  
 Tankreinigung 30; 97  
 Tauchen 18; 35; 46; 56; 59; 64; 65  
 Technische Schutzmaßnahmen 15  
 Teppichverlegearbeiten 43; 59  
*tert.*-Butylacetat *Siehe* Butylacetat  
 Tetrachlorethen 88  
 Tetrachlorethylen *Siehe* Tetrachlorethen  
 Tetrahydrofuran 91  
 Tetramethylenoxid *Siehe* Tetrahydrofuran  
 Thermische Bearbeitungsverfahren 23; 30; 38; 105  
 THF *Siehe* Tetrahydrofuran  
 Tiefdruckmaschinen 95  
 Tiefziehen 86; 91  
 Toluol 93  
 Tränken 51; 65  
 Tri *Siehe* Trichlorethen  
 Trichlorethen 98  
 Trichlormethan 100  
 Trockenprallwände 18; 35; 56; 94  
 Trockner 30; 82

## — U —

Umfüllen 17; 30; 35; 50; 51; 53; 55; 59; 67; 73; 82; 84; 93; 99

## — V —

Verkleiden 88  
 Verlegen 19; 59; 61; 70; 71  
 Versiegeln 68; 73  
 Verwendungsbereiche 12  
 Verzinken 38  
 Vinylacetat 101  
 Vinylbenzol *Siehe* Styrol  
 Vinylcyanid *Siehe* Acrylnitril  
 Vorschäumen 80  
 Vorstriche 70

## — W —

Wartung 30; 31; 38; 40  
 Wasserstoffperoxid 103  
 Wasserstoffsperoxid *Siehe* Wasserstoffperoxid  
 Wickeln 87  
 Wiegen 82; 84  
 Wirkung, toxikologische 8  
 Wolfram-Inertgasschweißen 77

## — Z —

Zinkoxid 105  
 Zubereitungen 20; 35; 55; 67; 93

## 7 Literatur

- [1] Chemikaliengesetz, Europäisches Recht: Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates zur Bewertung und Kontrolle der Umweltrisiken chemischer Altstoffe, 23. März 1993. Abl. EG Nr. L 84, 36. Jahrgang, 05 April 1993
- [2] Chemikaliengesetz, Europäisches Recht: Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission zur Festlegung von Grundsätzen für die Bewertung der von Altstoffen ausgehenden Risiken für Mensch und Umwelt gemäß der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, 28. Juni 1994
- [3] Chemikaliengesetz, Europäisches Recht: Verordnung (EG) Nr. 1179/94 der Kommission über die erste Prioritätenliste gemäß der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, 25. Mai 1994
- [4] Chemikaliengesetz, Europäisches Recht: Verordnung (EG) Nr. 2268/95 der Kommission über die zweite Prioritätenliste gemäß der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, 27. September 1995
- [5] Chemikaliengesetz, Europäisches Recht: Verordnung (EG) Nr. 143/97 der Kommission über die dritte Prioritätenliste gemäß der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, 27. Januar 1997
- [6] Stamm, R.: Die BIA-Dokumentation von Meßdaten zur Gefahrstoffexposition am Arbeitsplatz. Staub – Reinhalt. Luft 55 (1995) Nr. 5, S. 193–194
- [7] Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. Berufsgenossenschaftliches Meßsystem Gefahrstoffe der gewerblichen Berufsgenossenschaften BGMG. 3. Aufl. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften – HVBG, Sankt Augustin 1995
- [8] Programm zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen durch Arbeitsstoffe – Toxikologische Bewertungen. Hrsg.: Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Heidelberg
- [9] Schlüsselverzeichnisse für die Dokumentation von Meß- und Betriebsdaten. (Kennzahlen 4050–4291). In: BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 15. Lfg. IX/95. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Bielefeld 1989 – Losebl.-Ausg.
- [10] EN 689: Anleitung zur Ermittlung der inhalativen Exposition gegenüber chemischen Stoffen zum Vergleich mit Grenzwerten und Meßstrategie (Workplace atmospheres – Guidance for the assessment of exposure by inhalation to chemical agents for comparison with limit values and measurement strategy)
- [11] EN 482: Arbeitsplatzatmosphäre – Allgemeine Anforderungen an Verfahren für die Messung von chemischen Arbeitsstoffen (Workplace atmosphere – General requirements for the performance of procedures for the measurements of chemical agents)

- [12] Stoffe und BIA-Probenahmeverfahren (Kennzahl 3200, S. 3–77). Meßverfahren für Gefahrstoffe (Kennzahl 6010 ff). In: BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 15. Lfg. IX/95. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Bielefeld 1989 – Losebl.-Ausg.
- [13] Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.): Von den Berufsgenossenschaften anerkannte Analysenverfahren zur Feststellung der Konzentrationen krebserzeugender Arbeitsstoffe in der Luft in Arbeitsbereichen (ZH1/120). Carl Heymanns, Köln (12.1983 bis 07.1997)
- [14] Jambu, M.: Explorative Datenanalyse. Gustav Fischer, Stuttgart 1992
- [15] Lit. [13], Nr. 37: *Verfahren zur Bestimmung von Acrylamid*
- [16] Lit. [13], Nr. 4: *Verfahren zur Bestimmung von Benzol*
- [17] Pflaumbaum, W.; Bock, W.; Willert, G.; Stückrath, M.; Blome, H.: Arbeitsumweldosier Benzol. BIA-Report 3/93. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 1993
- [18] Lit. [13], Nr. 26: *Verfahren zur Bestimmung von 1,3-Butadien*
- [19] Lit. [13], Nr. 54: *Verfahren zur Bestimmung von Cadmium*
- [20] Lit. [13], Nr. 39: *Verfahren zur Bestimmung von 4,4'-Diaminodiphenylmethan*
- [21] Lit. [13], Nr. 28: *Verfahren zur Bestimmung von 1,2-Epoxypropan*
- [22] Lit. [13], Nr. 10: *Verfahren zur Bestimmung von Nickel*
- [23] Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften: Richtlinien für Laboratorien (ZH1/119). Fassung vom 1. Oktober 1993. Carl Heymanns, Köln 1993