

BIA-Report 2/96
Zur Expositionssituation
krebserzeugender Gefahrstoffe
am Arbeitsplatz



HVBG
Hauptverband der
gewerblichen
Berufsgenossenschaften

Verfasser: R. Stamm, W. Bock, D. Breuer, J.U. Hahn, H. Kleine,
W. Pfeiffer, W. Pflaumbaum, M. Stückrath, H. Blome
HVBG, Berufsgenossenschaftliches Institut
für Arbeitssicherheit — BIA, Sankt Augustin

Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften (HVBG)
Alte Heerstraße 111, 53754 Sankt Augustin
Tel.: 0 22 41 / 2 31 - 01
Fax: 0 22 41 / 2 31 - 13 33
Internet: www.hvbg.de
— März 1998 —
2., aktualisierte Auflage

Satz und Layout: HVBG, Abteilung Öffentlichkeitsarbeit

Druck: kj-druck, Bonn

ISBN: 3-88383-397-5
ISSN: 0173-0387

Kurzfassung

Im Berufsgenossenschaftlichen Meßsystem Gefahrstoffe (BGMG) werden im Rahmen der Meß- und Überwachungsaufgaben der gewerblichen Berufsgenossenschaften über 350 Stoffe an Arbeitsplätzen erfaßt. Hierbei stellen die krebserzeugenden Gefahrstoffe mit ca. 3000 Messungen pro Jahr einen Schwerpunkt dar.

Die bei den Arbeitsplatzmessungen erhobenen Betriebsdaten werden zusammen mit den Meßwerten in der BIA-Datenbank MEGA dokumentiert.

Für den Zeitraum 1989 bis 1992 wurden die Meßdaten für diejenigen 16 krebserzeugenden Gefahrstoffe ausgewertet, zu denen mehr als 50 Meßergebnisse im betreffenden Zeitraum vorliegen. Es gingen insgesamt 14 898 Ergebnisse aus 3576 Betrieben in die Auswertung ein, wobei nur Schichtmittelwerte Berücksichtigung fanden.

Die Meßdaten der vorliegenden Auswertung beziehen sich auf verschiedene Industrie- und Gewerbegebiete. Fast die Hälfte der Messungen kommt aus dem Bereich der metallherstellenden und -verarbeitenden Industrie, ca. ein Viertel aus der chemischen Industrie i.w.S. (einschließlich Kunststoff- und Gummiindustrie),

der Rest verteilt sich auf die übrigen Branchen.

Für die Beurteilung der Expositionssituation wurden die statistischen Kennwerte 50%-Wert, 90%-Wert und der Prozentsatz der Grenzwertüberschreitung zugrunde gelegt.

Auf dieser Basis können drei Gruppen gebildet werden:

Gruppe 1: Kein Meßwert überschreitet den relevanten Grenzwert. Zu dieser Gruppe gehören 1,3-Butadien, 1-Chlor-2,3-epoxypropan, Acrylnitril und Vinylchlorid.

Gruppe 2: 90 % der Meßdaten liegen unter dem Grenzwert. Hierzu zählen Arsenverbindungen, Benzo[a]pyren, Benzol, Chrom(VI)-Verbindungen, Diantimontrioxid, Nickel und seine Verbindungen.

Gruppe 3: Bei allen anderen ausgewerteten Gefahrstoffen liegen zumindest 50 % der Meßdaten unter dem jeweiligen Grenzwert.

Bei zehn Gefahrstoffen ist ein Vergleich mit der Expositionssituation 1981 bis 1984 möglich. Hierbei zeigt sich, daß bei allen Gefahrstoffen die Expositionshöhe, bezogen auf die 90%-Werte, deutlich zurückging.

Abstract

Within the framework of the Berufsgenossenschaften's measuring and supervision tasks, the Berufsgenossenschaften's measuring system for hazardous substances (BGMG) records more than 350 substances used at the workplace. Particular emphasis is placed on carcinogenic substances for which some 3,000 readings are taken every year.

The operational data obtained while measurements were being taken at the workplace together with the results themselves are recorded in the MEGA data-bank of the Berufsgenossenschaften's occupational safety institute, the BIA.

From the period 1989 to 1992, measuring results were evaluated for those 16 carcinogenic hazardous substances for which there were more than 50 available readings for the period under consideration. A total of 14,898 readings from 3,576 companies were incorporated into the study with only average values for each shift being taken into account.

The data which appears in the following study refer to various branches of trade and industry. Almost half of the readings were obtained from the metal production and metal processing industries, approximately one quarter came from what can broadly be termed the chemical industry (including the synthetics and rubber industry) and the final quarter of the read-

ings were spread over the remaining sectors.

In order to assess the level of exposure, the statistical parameters were based on the 50th percentile, the 90th percentile and the percentage by which the limits were exceeded.

On this basis, it was possible to divide the level of exposure into three groups:

Group 1: no measured result exceeded the applicable limit. This group includes 1,3-butadiene, 1-chlor-2,3-epoxypropane, acrylonitrile and chloroethylene.

Group 2: 90 % of the measured results were below the limit. This group includes arsenic compounds, benzo[a]pyrene, benzene, chromium(VI) compounds, di-antimony trioxide, nickel and its compounds.

Group 3: In the case of all the other hazardous substances examined, at least 50 % of the measured results lay below the applicable limit.

In the case of ten of the hazardous substances, it is possible to make a comparison with the level of exposure recorded over 1981 - 1984. This comparison shows that for all the hazardous substances the level of exposure, taken in terms of the 90th percentile, has fallen significantly.

Résumé

Dans le système de mesure des substances dangereuses des Berufsgenossenschaften (BGMG), plus de 350 substances sont saisies dans le cadre des tâches de mesure et de surveillance des Berufsgenossenschaften. On oriente surtout les efforts sur les substances dangereuses cancérogènes, avec environ 3000 mesures par an.

Les données d'exploitation relevées lors des mesures sur les lieux de travail sont documentées avec les valeurs mesurées dans la banque de données MEGA de l'institut pour la sécurité du travail des Berufsgenossenschaften (BIA).

Pour la période allant de 1989 à 1992, les données mesurées pour les 16 substances dangereuses cancérogènes pour lesquelles plus de 50 résultats de mesures effectuées durant cette période sont disponibles ont été analysées. 14 898 résultats provenant de 3576 entreprises ont été utilisés pour l'analyse, seules les moyennes des postes ayant été prises en compte.

Les données mesurées mentionnées dans cette analyse se réfèrent aux différents secteurs de l'industrie et du commerce. Presque la moitié des mesures viennent du domaine de l'industrie de la production et de la transformation du métal, environ un quart de l'industrie chimique au sens large (industrie des matières plastiques et du

caoutchouc comprise), le reste se répartit sur les autres branches.

Les valeurs caractéristiques statistiques centile 50, centile 90 et le pourcentage des dépassements de valeurs limites ont servi de base pour évaluer la situation d'exposition.

Sur cette base, trois groupes peuvent être formés:

Groupe 1: aucune valeur mesurée ne dépasse la valeur limite déterminante, le 1,3-butadiène, le 1-chloro-2,3-époxypropane, l'acrylonitrile et le chlorure de vinyle font partie de ce groupe.

Groupe 2: 90 % des données mesurées sont inférieures à la valeur limite, ce groupe comprend les composés d'arsenic, le benzopyrène, le benzène, les composés de chrome (VI), le trioxyde de diantimoine, le nickel et ses composés.

Groupe 3: chez toutes les autres substances dangereuses analysées, au moins 50 % des données mesurées sont inférieures à la valeur limite respective.

Pour dix substances dangereuses, une comparaison avec la situation d'exposition entre 1981 et 1984 est possible. Il s'avère que, pour toutes les substances dangereuses, le taux d'exposition par rapport aux centiles 90 a nettement diminué.

Resumen

En el sistema de medición de sustancias peligrosas de las Berufsgenossenschaften (BGMG) se han registrado en el marco de las tareas de medición y control de las Berufsgenossenschaften más de 350 sustancias medidas en distintos puestos de trabajo. El punto central de este sistema lo forman las sustancias cancerígenas, para las cuales se llevan a cabo aprox. 3000 mediciones anuales.

Los datos empresariales obtenidos a través de las mediciones realizadas en los distintos puestos de trabajo son documentados conjuntamente con los valores de medición registrados en el banco de datos MEGA del Instituto de las Berufsgenossenschaften para la Seguridad Laboral (BIA).

Se analizaron los datos de medición de las 16 sustancias peligrosas cancerígenas de las cuales se obtuvieron en el período 1989 - 1992 más de 50 resultados de medición. El análisis abarcó un total de 14898 resultados obtenidos en 3576 empresas, habiéndose considerado solamente los valores promediales de cada turno.

Los datos de medición del presente análisis se refieren a diferentes ramos de la industria y las artesanías. Casi la mitad de las mediciones proviene del sector de la industria de producción y elaboración de metales, aproximadamente una cuarta parte de la industria química en general (incluida la industria de materiales plásti-

cos y del caucho); el resto se compone de mediciones realizadas en los otros ramos industriales.

Para la evaluación de la situación de las exposiciones se tomaron como base los coeficientes estadísticos centila 50, centila 90 y el respectivo porcentaje de excesos de los valores límite.

De esta forma se pueden formar tres grupos:

Grupo 1: Ningún valor de medición excede el valor límite relevante. A este grupo pertenecen butadieno-1,3, cloro-1-epoxipropano 2,3, acrilonitrilo y vinilcloruro.

Grupo 2: El 90 % de los datos de medición están por debajo del valor límite. A este grupo pertenecen: compuestos arsenicales, benzopireno, benceno, compuestos de cromo (VI), trióxido de diantimonio, níquel y compuestos.

Grupo 3: En todas las otras sustancias peligrosas analizadas por lo menos el 50 % de los datos de medición están por debajo del respectivo valor límite.

En el caso de diez sustancias peligrosas se puede hacer una comparación con la situación de las exposiciones en el período 1981 - 1984. Gracias a esta comparación se puede comprobar que para todas las sustancias peligrosas, con respecto a la centila 90, se redujo considerablemente el nivel de las exposiciones.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	9
2 Übersicht	11
3 Differenzierung der Datenkollektive und die Darstellung ihrer statistischen Parameter	13
3.1 Statistische Randbedingungen	13
3.2 Meßverfahren	13
3.3 Statistische Parameter	13
3.4 Darstellung der Auswertergebnisse	14
4 Stoffspezifische Übersichten	17
4.1 Acrylnitril	17
4.2 Arsenverbindungen (außer Arsenwasserstoff)	19
4.3 Benzo[a]pyren	21
4.4 Benzol	25
4.5 Beryllium und seine Verbindungen	28
4.6 1,3-Butadien	30
4.7 Cadmium und seine Verbindungen	33
4.8 1-Chlor-2,3-epoxypropan	37
4.9 Chrom(VI)-Verbindungen	39
4.10 Cobalt und seine Verbindungen	43
4.11 Diantimontrioxid	46
4.12 Dieselmotor-Emissionen	48
4.13 Ethylenoxid	50
4.14 Nickel und Verbindungen (außer Nickeltetracarbonyl)	52
4.15 N-Nitrosamine	58
4.16 Vinylchlorid	62

Inhaltsverzeichnis

	Seite
5 Arbeitsbereichskataster	65
6 Vergleich der Expositionssituation zwischen den Zeiträumen 1981/1984 und 1989/1992	67
Literaturverzeichnis	69

1 Einleitung

Die Berufsgenossenschaften führen im Rahmen ihrer Beratungs- und Überwachungsaufgaben in ihren Mitgliedsbetrieben in erheblichem Umfang Gefahrstoffmessungen an Arbeitsplätzen durch. Unmittelbarer Zweck ist die Erstellung eines individuellen Meßberichtes, um bei entsprechender Sachlage ggf. Maßnahmen zur Prävention begründen und einleiten zu können. Zur Bewältigung dieser Aufgaben wurde im Jahre 1972 zwischen den Berufsgenossenschaften und dem Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitssicherheit — BIA das arbeitsteilige System „dezentrale Probenahme und zentrale Analyse“ entwickelt, aus dem 1991 das „Berufsgenossenschaftliche Meßsystem Gefahrstoffe“ (BGMG) hervorgegangen ist [1, 2].

Seit 1972 werden alle Meßergebnisse und die zu jeder Messung erhobenen Betriebsdaten¹⁾ in die Dokumentation MEGA²⁾, die im BIA geführt wird, eingestellt (Tabelle 1.1).

Die Dokumentation MEGA stellt eine wichtige und intensiv genutzte Datenbasis für die Prävention, für Ermittlungen

¹⁾ Beschreibung des untersuchten Arbeitsplatzes, der Probenahme, der Analyse und sonstiger relevanter Randbedingungen

²⁾ DOK-MEGA: Dokumentation von Meßdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz

Tabelle 1.1:
Meß- und Analysenkapazität im BGMG
und Datenumfang in DOK-MEGA

Im Berufsgenossenschaftlichen Meßsystem Gefahrstoffe BGMG werden zur Zeit jährlich
in ca. 4 000 Betrieben
ca. 30 000 Messungen
mit ca. 60 000 Analysen
durchgeführt.
Die Dokumentation MEGA enthielt Ende 1997
ca. 860 000 Meßergebnisse
zu ca. 390 Gefahrstoffen
aus ca. 32 000 Betrieben

im Rahmen von Berufskrankheitenverfahren und für die epidemiologische Forschung dar. Die vorliegende Darstellung zur Exposition krebserzeugender Gefahrstoffe und von Stoffen mit Verdacht auf krebserzeugende Wirkung am Arbeitsplatz steht in einer Reihe von Auswertungen und Publikationen, mit denen der (Fach-)Öffentlichkeit Informationen zur Gefahrstoffsituation an Arbeitsplätzen zur Verfügung gestellt wurden und werden [3].

Bei der Interpretation und Bewertung der Expositionsdaten aus DOK-MEGA müssen — wie bei vielen Expositionsdatenbanken — folgende Randbedingungen grundsätzlich beachtet werden:

Da die Betriebe und Arbeitsplätze für die Messungen in der Regel nicht nach dem Zufallsprinzip, sondern nach fachlicher Erfordernis im Einzelfall ausgewählt werden, sind die vorliegenden Meßdaten nicht als repräsentativ im statistischen Sinne aufzufassen. Einerseits werden Betriebe und Arbeitsbereiche gezielt ausgewählt, in denen eine erhöhte Exposition zu erwarten ist. Andererseits wird aber auch nach erfolgten Sanierungsmaßnahmen zur Expositionsminderung gemessen, um deren Wirksamkeit zu überprüfen, oder es werden Messungen zum möglichen Ausschluß

bestimmter Gefahrstoffexposition in entsprechenden Arbeitsbereichen durchgeführt.

Da viele Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft eigene Expositionsmessungen durchführen, werden durch die berufsgenossenschaftlichen Messungen nicht für jeden Gefahrstoff alle relevanten Arbeitsbereiche erfaßt.

Bei den untersuchten Arbeitsbereichen liegt insgesamt der Schwerpunkt in der Anwendung und Verarbeitung von Gefahrstoffen und nicht in der Herstellung.

Anmerkungen zur Neuauflage 1998:

Die Darstellung der Expositionsverhältnisse ist im wesentlichen unverändert aus der ersten Auflage übernommen worden (Zeitraum 1988 bis 1992). Mit Blick auf die Verwendung des Reports für aktuelle Fragestellungen der Prävention sind die Angaben zur Einordnung und zu den Grenzwerten der untersuchten Stoffe auf den Stand von 1997 aktualisiert worden. Die Meßergebnisse wurden ebenfalls mit den aktuellen Grenzwerten verglichen. Unterschreiten Meßergebnisse bzw. statistische Kennwerte die jeweilige analytische Bestimmungsgrenze, wird dies zur Klarstellung ausdrücklich angegeben (siehe auch Abschnitte 3.2 und 3.3).

Einige Angaben zu den Arbeitsverfahren und zur Verwendung der Substanzen wurden präzisiert bzw. ergänzt.

2 Übersicht

Auf der Grundlage des Datenbestandes der Dokumentation MEGA wurde für den Zeitraum von 1989 bis 1992 eine Auswertung für 16 Gefahrstoffe durchgeführt, die als krebserzeugend und krebverdächtig nach den Kriterien der Gefahrstoffverordnung (Anhang I) anzusehen sind und zu denen mindestens 50 Meßwerte im betreffenden Auswertzeitraum vorliegen [4].

Insgesamt wurden 14 898 Meßdaten aus 3576 Betrieben in die Auswertung einbezogen. 227 dieser Betriebe befinden sich in den neuen Bundesländern. Tabelle 2.1 zeigt die Verteilung der Meßdaten nach Branchen.

Für zehn der insgesamt 16 Gefahrstoffe war auch ein branchenübergreifender Vergleich mit der Expositionssituation im Datenzeitraum 1981 bis 1984 möglich [4]. Bei der Gegenüberstellung zeigte sich für neun von zehn Stoffen eine Verbesserung der Expositionssituation.

Eine Übersicht über den ausgewerteten Datenbestand und seine wichtigsten statistischen Parameter zu den ausgewählten Gefahrstoffen ist in der Tabelle 2.2 (siehe Seite 12) zusammengestellt.

Tabelle 2.1:
Verteilung der Meßdaten nach Branchen

Branche	Anteil Meßdaten in %
Chemische Industrie	4,6
Kunststoffindustrie	4,0
Gummiindustrie	17,5
Keramikindustrie	3,3
Glasindustrie	3,9
Metallerzeugung	5,7
Metallbe-/verarbeitung/ Maschinenbau	42,2
Elektrotechnik/Feinmechanik	7,3
Holz-/Papierverarbeitung	2,0
Bauindustrie	2,6
Großhandel	6,9

2 Übersicht

Tabelle 2.2:
Übersicht der ausgewählten Gefahrstoffe (Meßergebnisse)

Gefahrstoff	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	Grenzwerte (1997)	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Grenzwertüberschreitung
Acrylnitril	183	86	7,0	< a.B.	0,16	0,0 %
Arsenverbindungen (außer Arsenwasserstoff)	260	62	0,1	< a.B.	0,007	2,3 %
Benzo[a]pyren	723	274	0,002 0,005	< a.B.	0,0008	5,9 %
Benzol	645	286	3,2 8,0	< a.B.	2,00	5,0 %
Beryllium und seine Verbindungen	119	37	0,002 0,005	< a.B.	0,0032	10,9 %
1,3-Butadien	93	51	11,0 34,0	< a.B.	< a.B.	0,0 %
Cadmium und seine Verbindungen	850	241	0,015 0,030	0,0005	0,05	15,6 %
1-Chlor-2,3-epoxypropan	185	105	12,0	< a.B.	< a.B.	0,0 %
Chrom(VI)-Verbindungen	1 828	709	0,05 0,1	0,0005	0,04	8,4 %
Cobalt und seine Verbindungen	1 678	458	0,1 0,5	0,009	0,11	10,7 %
Diantimontrioxid	132	50	0,1 0,3	< a.B.	0,21	5,3 %
Dieselmotor-Emissionen	114	38	0,1 0,3	0,05	0,19	30,7 %
Ethylenoxid	65	20	2,0	0,50	27,50	29,2 %
Nickel und Verbindungen (außer Nickeltetra-carbonyl)	2 671	881	0,05 0,5	0,007	0,18	4,3 %
N-Nitrosamine	4 188	947	0,001 0,0025	0,0001	0,002	10,4 %
Vinylchlorid	98	45	5,0 8,0	< a.B.	< a.B.	0,0 %

„< a.B.“ (siehe Abschnitt 3.3)

3 Differenzierung der Datenkollektive und die Darstellung ihrer statistischen Parameter

3.1 Statistische Randbedingungen

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.

Die Meßdaten in der Dokumentation MEGA sind den Betriebsarten und Arbeitsbereichen auf der Basis des BG/BIA-Schlüsselverzeichnisses Betriebsarten/Arbeitsbereiche zugeordnet [5]. Dadurch lassen sich Meßdaten von gleichen Betriebsarten und Arbeitsbereichen zusammenfassen.

In der vorliegenden Auswertung werden nur Schichtmittelwerte mit einer Probenahmedauer von ≥ 2 Stunden und einer Expositionsdauer von ≥ 6 Stunden berücksichtigt [6].

3.2 Meßverfahren

Bei der Auswertung werden nur diejenigen Meßdaten berücksichtigt, die mit anerkannten Meßverfahren durchgeführt wurden und im BGMG als stoffspezifische, standardisierte Verfahren beschrieben sind [7, 8].

Meßdaten mit Konzentrationsangaben, denen „<“-Zeichen vorangestellt sind,

d.h. die unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze liegen, gehen mit der Hälfte ihres Zahlenwertes in die statistische Berechnung ein.

Anmerkung:

Um einen Grenzwert überwachen zu können, sollte die Bestimmungsgrenze des Meßverfahrens möglichst bei 1/10, mindestens jedoch bei 1/5 des Grenzwertes liegen [9]. Unter der Bestimmungsgrenze eines Analysenverfahrens (limit of determination) versteht man die kleinste Menge eines Stoffes, der 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 Bestimmungsgrenze ist. Konzentrationsangaben, denen das „<“-Zeichen vorsteht, bezeichnen die Höhe der relativen Bestimmungsgrenze für die jeweilige Analyse. Diese ist nicht konstant, sondern abhängig von Analysen- und Probenahmebedingungen.

3.3 Statistische Parameter

50%- und 90%-Werte

Über die Zuordnung der Meßdaten zu den definierten Betriebsarten und Arbeitsbereichen werden Datenkollektive ermittelt und jeweils der 50%- bzw. der 90%-Wert der Verteilung der Konzen-

3 Differenzierung der Datenkollektive und die Darstellung ihrer statistischen Parameter

trationen bestimmt. Für den 50%- bzw. 90%-Wert gilt, daß 50 % bzw. 90 % aller vorhandenen Meßdaten im betrachteten Datenkollektiv unterhalb dieser Schwelle, die restlichen 50 % bzw. 10 % oberhalb dieser Schwelle liegen.

Sofern der 50%- bzw. 90%-Wert unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze liegt, wurde dies in den Tabellen durch „< a.B.“ kenntlich gemacht.

Anzahl Meßdaten und Betriebe

Die Anzahl der Meßdaten bzw. Betriebe gibt Auskunft über den Umfang an Meßwerten und gemessenen Betrieben im Datenkollektiv.

Meßdaten < Grenzwert

Bei der Angabe der Prozentzahl der „Meßdaten < Grenzwert“ wird bei gesplitteten Grenzwerten der jeweils produkt- bzw. verfahrensspezifische Grenzwert berücksichtigt [10, 11]. Aufgrund z.T. fehlender oder nicht ausreichender Informationen kann bei den Gefahrstoffen Benzol, Beryllium, Cobalt, Diantimontrioxid und Nitrosamine auf der Ebene der Arbeitsbereiche keine sichere Zuordnung des heranzuziehenden Grenzwertes erfolgen, so daß in den arbeitsbereichsspezifischen Tabellen diese Position nicht ausgefüllt ist.

3.4 Darstellung der Auswerteergebnisse

Für jeden Gefahrstoff werden zu einer differenzierten Ergebnisdarstellung, soweit möglich, vier Tabellentypen erstellt:

Tabellentyp 1 „Einordnungen und Grenzwerte“

Hier sind neben der Bezeichnung des Stoffes die Angaben zur krebserzeugenden Wirkung (Einordnung nach TRGS 905) und zu den Grenzwerten zu finden [11].

Anmerkung:

Bei einigen Stoffen findet sich in der Spalte „Grenzwert“ der Hinweis „Fußnote 2“. Hiermit wird auf die TRGS 900 verwiesen, in der zur Anwendung des Grenzwertes auf sonstige Verbindungen des betreffenden Stoffes folgendes festgelegt ist: „Mit den derzeitigen analytischen Methoden zur Arbeitsbereichsüberwachung wird meist der Gehalt der Elemente Arsen bzw. Nickel bzw. Cobalt im Stoff ermittelt. Aus toxikologischer Sicht notwendige Unterscheidungen nach der Verbindungsart sind analytisch ohne besonderen Aufwand nicht möglich. Wegen dieser Schwierigkeit bei der Identifizierung bestimmter Verbindungen dieser Elemente wird empfohlen, diese Luftgrenzwerte generell für das jeweilige Element und seine Verbindungen als Anhalt für die zu

treffenden Schutzmaßnahmen zugrunde zu legen, auch wenn analytisch nicht sicher feststeht, ob krebserzeugende Verbindungen dieser Elemente im Arbeitsbereich vorliegen.“

Tabellentyp 2 **„Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung“**

Schichtmittelwerte:

Darstellung der statistischen Parameter des gesamten Datenkollektivs (Schichtmittelwerte) zum jeweiligen Stoff.

Betriebsgröße:

Da sich die Expositionssituation in vielen Fällen nicht nur nach der Art der Arbeitsbereiche, sondern auch nach der Betriebsgröße unterscheidet, werden die stoffspezifischen Datenkollektive für jeweils drei Betriebsgrößen differenziert. Hierdurch können sich gezielte Hinweise für eine Prioritätensetzung bei Präventionsmaßnahmen ergeben. Folgende Betriebsgrößen werden unterschieden:

Kleinbetriebe: 1 bis 50 Mitarbeiter
Mittelbetriebe: 51 bis 1000 Mitarbeiter
Großbetriebe: > 1000 Mitarbeiter

Räumliche Verhältnisse:

Weil auch die räumlichen Verhältnisse wesentlichen Einfluß auf die Exposition haben, werden die Datenkollektive dar-

aufhin ausgewertet, ob die Messung im Freien, in einem Raum oder in einigen Fällen, z.B. beim Schweißen, in einem Behälter durchgeführt wurden.

Kleinster Meßwert im Datenkollektiv:

Hier wird der kleinste Meßwert im ausgewerteten Datenbestand für diesen Gefahrstoff angegeben. Dieser Wert ist die Bestimmungsgrenze unter den gegebenen Probenahme- und Analysebedingungen und für die Beurteilung der statistischen Kenngrößen hilfreich.

Tabellentyp 3 **„Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche“**

Bei einer branchenübergreifenden Auswertung werden die Meßdaten eines Arbeitsbereiches aus allen Branchen zusammengefaßt ausgewertet. So werden z.B. für den Arbeitsbereich „Schleifen“ die Meßdaten aus den Branchen „Metallerzeugung“, „Metallbearbeitung/Maschinenbau“ und „Elektronik/Feinmechanik“ zusammengefaßt.

Tabellentyp 4 **„Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche“**

Branchenspezifisch bedeutet, daß die Meßergebnisse der jeweiligen Arbeits-

3 Differenzierung der Datenkollektive und die Darstellung ihrer statistischen Parameter

bereiche für jede Branche, z.B. Keramikindustrie, getrennt ausgewertet werden. So differenziert sich z.B. die Keramikindustrie nach verschiedenen Bereichen wie Sanitärkeramik, Fliesenherstellung, Feuerfestwaren-Herstellung. In der Zeile „Alle Arbeitsbereiche“ werden pro Branche alle in dieser Branche gemessenen Arbeitsbereiche für die Auswertung zusammengefaßt, da sich in vielen Fällen aufgrund der datenschutzspezifischen Einschränkungen keine Einzelarbeitsbereiche auswerten ließen. Bei diesem

Tabellentyp 4 und Tabelle 5.1 (siehe Seite 66) wurden zusätzlich die 90%-Werte, die den Grenzwert überschreiten, **dunkelgrau** bzw. unter 1/10 des Grenzwertes liegen hellgrau zur besseren Differenzierung hervorgehoben.

Hinweis: Im Tabellentyp 4 sind z.T. Arbeitsbereiche branchenspezifisch wiedergegeben, die jedoch in vergleichbarer Weise auch in anderen Branchen mit vergleichbaren Expositionen vorkommen. Das betrifft z.B. Arbeitsbereiche der Metallbearbeitung wie „Schweißen“, „Schleifen“ etc.

4 Stoffspezifische Übersichten

4.1 Acrylnitril

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Herstellung und Verwendung

Acrylnitril ist eine farblose, brennbare, stechend riechende Flüssigkeit mit einem Schmelzpunkt von -82 °C und einem Siedepunkt von 77 °C . Die Herstellung erfolgt hauptsächlich aus Ammoniak und einem Propan/Propylen-Gemisch oder aus Acetaldehyd und Blausäure.

Die Herstellung bzw. Verwendung läßt sich in fünf Bereiche differenzieren:

- Monomerherstellung
- Polyacrylnitrilherstellung
- Herstellung von Mischpolymerisaten (incl. Kautschuk)
- Herstellung von Lackrohstoffen, Textilhilfsmitteln und Dispersionen
- Herstellung von Zwischenprodukten

Einordnungen und Grenzwerte

Im ausgewerteten Datenzeitraum gilt der in der Tabelle 4.1.1 (siehe Seite 18) genannte Grenzwert bzw. die Einordnung.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Bei den vorliegenden Meßwerten handelt es sich überwiegend um Werte

bei der thermischen Verarbeitung von Kunststoffen (Pyrolyseprodukte). Sie sind nicht als repräsentativ für weite Bereiche der Gültigkeit des TRK-Wertes wie Herstellung und Verwendung anzusehen.

Für den untersuchten Datenzeitraum liegen 183 Schichtmittelwerte aus 86 Betrieben vor. Der Schwerpunkt der Messungen (40 %) liegt im Arbeitsbereich „Extruder für Kunststoffe“. Die Daten wurden in der „Kunststoffindustrie“ und in der „Elektronik/Feinmechanik“ erhoben.

Die Messungen wurden fast ausnahmslos in Räumen durchgeführt. Bei der Gegenüberstellung von stationären Messungen und Messungen, die an der Person durchgeführt wurden, zeigen die 50%- und 90%-Werte der Konzentrationsverteilung keine unterschiedlichen Expositionshöhen.

Arbeitsbereiche mit erhöhten Expositionswerten können im vorliegenden Datenmaterial nicht ermittelt werden. Überschreitungen des Grenzwertes von 7 mg/m^3 liegen nicht vor. Die für die einzelnen Datenkollektive ermittelten 90%-Werte unterschreiten alle 1/10 des Grenzwertes. Eine Ausnahme sind einige Betriebe aus den neuen Bundesländern. Hier liegen Einzelmeßwerte in der Höhe des halben Grenzwertes.

4 Stoffspezifische Übersichten

Tabelle 4.1.1:
Einordnung und Grenzwert (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [15]	Grenzwert in mg/m ³
Acrylnitril	K-2	7,0

Tabelle 4.1.2:
Acrylnitril: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	183	86	< a.B.	0,16	100,0 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	20	15	< a.B.	< a.B.	100,0 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	130	56	< a.B.	0,12	100,0 %
> 1 000 Mitarbeiter	19	8	< a.B.	3,72	100,0 %
Messung im:					
Freien	2		—	—	—
Raum	181	86	< a.B.	0,14	100,0 %

Kleinsten Meßwert im Datenkollektiv: 0,05 mg/m³

Tabelle 4.1.3:
Acrylnitril: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Meßdaten ≥ GW	Anzahl Betriebe insgesamt	Anzahl Betriebe ≥ GW	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³
Extruder für Kunststoffe	73	0	35	0	< a.B.	0,10
Heiß-Pressen	13	0	7	0	0,11	0,19

Tabelle 4.1.4:

Acrylnitril: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Kunststoff- industrie mg/m ³	Chemische Industrie mg/m ³	Elektronik/ Feinmechanik mg/m ³	Baugewerbe mg/m ³
Alle Arbeitsbereiche	0,15	0,55	0,23	< a.B.
Extruder für Kunststoffe	0,1		0,35	

4.2 Arsenverbindungen (außer Arsenwasserstoff)

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Vorkommen, Herstellung und Verwendung

Arsen ist als Begleitelement in NE-Metallerzen und in geringem Maße in NE-metallhaltigen Recyclingstoffen enthalten. In der Bundesrepublik Deutschland werden bei der Herstellung von z.B. Kupfer, Blei, Zink und Zinn die Arsenbestandteile durch geeignete Verfahrensschritte (z.B. Rösten, Raffinieren) dem weiteren Verhüttungsprozeß gezielt entzogen. Es werden ca. 360 t/a Arsenoxid (1984) produziert. Der Bedarf von Arsen ist aufgrund der geltenden Verwendungsbeschränkungen stark rückläufig und beträgt z.Z. ca. 400 t/a.

Die Hauptanwendungsgebiete sind:

- Laugenreinigung in Zinkelektrolysen
- Herstellung und Verarbeitung von Glas (Glasmacher-Arsentrioxid)

- Zusatz zu NE-Metallegierungen auf Blei- und Kupferbasis (u.a. Halbleiter, Filter für Bleiakkumulatoren, Kabelmantel- und Lagerlegierungen)
- chemische Produkte (z.B. für Land- und Forstwirtschaft)

Einordnungen und Grenzwerte

Im ausgewerteten Datenzeitraum gilt der in der Tabelle 4.2.1 (siehe Seite 20) genannte Grenzwert bzw. die Einordnung.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Im Zeitraum 1989 bis 1992 liegen 260 Schichtmittelwerte aus 62 Betrieben vor. Der Schwerpunkt der Messungen lag in der „Metallbearbeitung/Maschinenbau“ (Bereich Galvanik) und in der „Keramikindustrie“ (Bereich Rohstoffaufbereitung). 93 % der Messungen wurden in Räumen durchgeführt, dabei

4 Stoffspezifische Übersichten

wurde zu 73 % die Probenahme stationär vorgenommen.

Der 90%-Wert der Konzentrationsverteilung ist kleiner als 1/10 des Grenzwertes. 2 % der Konzentrationsmeßwerte überschreiten den Grenzwert von 0,1 mg/m³.

Die Tabelle „Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenübergreifende Arbeitsbereiche“ entfällt, da für eine statistische Auswertung keine ausreichenden Datenzahlen vorhanden sind.

Überschreitungen treten in der „Glasindustrie“ (Zerkleinern und Mischen) und

Tabelle 4.2.1:
Einordnung und Grenzwert (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [11] und [15]	Grenzwert in mg/m ³
Arsensäure und Salze, Arsenige Säure, Diarsentrioxid, Diarsenpentaoxid	K-1	0,1
Salze der arsenigen Säure		0,1
sonstige Arsenverbindungen, Arsen		Bemerkung 2 TRGS 900 [4]

Tabelle 4.2.2:
Arsenverbindungen: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	260	62	< a.B.	0,007	97,7 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	27	12	< a.B.	0,001	100,0 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	158	30	< a.B.	0,006	98,1 %
> 1 000 Mitarbeiter	40	11	< a.B.	0,002	100,0 %
Messung im:					
Freien Raum	15	5	< a.B.	< a.B.	100,0 %
Behälter	242	55	< a.B.	0,0068	97,5 %
	6	3	—	—	—

Kleinster Meßwert im Datenkollektiv: 0,00002 mg/m³

bei der Innendemontage kontaminierter Anlagen auf.

In den Arbeitsbereichen „Fördern, mechanisch“, „Presserei“ (bei der

Reibbelagherstellung), „Galvanik“ und „Absprengerei (naß)“ (Hohlglasherstellung) unterschreiten alle Meßdaten 1/10 des Grenzwertes.

Tabelle 4.2.3:

Arsenverbindungen: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Keramikindustrie mg/m ³	Metallbearbeitung/Maschinenbau mg/m ³
Alle Arbeitsbereiche	< a.B.	0,001

4.3 Benzo[a]pyren

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Herstellung und Verwendung

Benzo[a]pyren tritt grundsätzlich vergesellschaftet mit anderen z.T. ebenfalls krebserzeugenden Stoffen in Pyrolyseprodukten aus organischem Material auf. Pyrolyseprodukte aus organischem Material sind u.a.: Steinkohlen- und Braunkohlenteer, Pyrolyseöle aus der Pyrolyse von Erdölfraktionen, Methan, Altreifen und Kunststoffabfällen, Kokeröle. Die größte technische Bedeutung hat Steinkohlenteer aus der Verkokung von Steinkohle (in der Bundesrepublik Deutschland 1987 ca. 800 000 t/a).

Pyrolyseprodukte aus organischem Material können auch unter besonderen

Bedingungen bei der Verarbeitung anderer Stoffe unbeabsichtigt erzeugt werden. Hierzu zählen u.a.:

- Gießen von Eisen und Stahl bei Anwesenheit organischer Materialien
- Verbrennungsprozesse in Heizungsanlagen mit unvollständiger Verbrennung

Einige technisch hergestellte Pyrolyseprodukte werden destillativ in Destillate und Destillationsrückstände aufgetrennt und in der Regel nach physikalischer und/oder chemischer Nachbehandlung technisch verwendet:

- Herstellung reiner Verbindungen in der chemischen Industrie (z.B. Benzol, Xylole, Naphthalin, Anthracen, Phenanthren, Pyren, Carbazol)

4 Stoffspezifische Übersichten

Herstellung von technischen Rußen für die Automobilreifen- und Druckfarbenherstellung

Herstellung von Holzschutz-, Extraktions- und Lösemitteln

Die Destillationsrückstände (Peche) finden fast ausschließlich Verwendung in der metallurgischen Industrie, z.B. zur Herstellung von Kohlenstoffelektroden für die Aluminium- und Stahlerzeugung sowie von Kohlenstoff-Werkstoffen.

Teere und Peche werden u.a. in der Feuerfestindustrie zum Herstellen hitzebeständiger Steine, in der Eisen-Hüttenindustrie bei Verwendung besonderer Feuerfestprodukte sowie in der optischen Industrie als Kittmittel bei der Linsenherstellung eingesetzt.

Einordnungen und Grenzwerte

Im ausgewerteten Datenzeitraum gelten die in Tabelle 4.3.1 genannten Grenzwerte und Einordnungen.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Für den Gefahrstoff Benzo[a]pyren liegen im untersuchten Zeitraum 1989 bis 1992 723 Schichtmittelwerte aus

274 Betrieben vor. Die Messungen wurden schwerpunktmäßig in der „Metallerzeugung“, der „Metallbearbeitung/Maschinenbau“ und in der „Elektronik/Feinmechanik“ durchgeführt.

93 % der Messungen wurden in Räumen ermittelt. In 77 % der Fälle erfolgte eine stationäre Probenahme. In mehr als 50 % der Fälle wurden Messungen in Betrieben mit 51 bis 1000 Mitarbeitern durchgeführt (23 % in Betrieben mit mehr als 1000 Mitarbeitern).

In 5 % der Betriebe (6 % der Meßdaten) wurden Überschreitungen des Grenzwertes von $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Der Grenzwert von $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde nicht angewendet, da die dafür geltenden Arbeitsverfahren nicht im Datenbestand vorlagen.

Grenzwertüberschreitungen der 90%-Werte der Konzentrationsverteilung traten schwerpunktmäßig in den Betriebsarten „Herstellung feuerfester Waren“, „Kohleelektrodenherstellung“ und „Aluminiumhütten“ in den Arbeitsbereichen „Mischen, Verdichten“ und „Pressen“ auf. Hierbei wurden meist teer- bzw. pechhaltige Materialien eingesetzt.

Geringe Expositionshöhen mit 90%-Werten unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden in den Arbeitsbereichen „Drehen/Hobeln“, „Schwei-

Ben (verschiedene Verfahren)“ und „Funkenerodieren“ ermittelt. Auf die Gesamtzahl der Schichtmittelwerte bezo-

gen, lagen 94 % der Meßdaten unterhalb des Grenzwertes, 69 % unterhalb 1/10 des Grenzwertes.

Tabelle 4.3.1:
Einordnung und Grenzwert (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [15]	Grenzwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzo[a]pyren	K-2	
– Strangpechherstellung und -verladung, Ofenbereich von Kokereien		5,0
– im übrigen		2,0

Tabelle 4.3.2:
Benzo[a]pyren: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	723	274	< a.B.	0,83	94,1 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	84	39	< a.B.	0,48	96,4 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	389	149	< a.B.	0,65	93,6 %
> 1 000 Mitarbeiter	169	60	< a.B.	1,05	96,4 %
Messung im:					
Freien Raum	39	16	< a.B.	0,48	97,4 %
Raum	657	257	< a.B.	0,88	93,8 %

Kleinster Meßwert im Datenkollektiv: 0,0044 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

4 Stoffspezifische Übersichten

Tabelle 4.3.3:
Benzo[a]pyren: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Meßdaten \geq GW	Anzahl Betriebe insgesamt	Anzahl Betriebe \geq GW	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mischen, Verdichten	34	7	6	4	0,48	2,27
Pressen	31	2	11	2	0,52	1,52
Heiß-Pressen	15	0	9	0	< a.B.	< a.B.
Härteöfen	31	0	15	0	< a.B.	0,13
Drehen, Schleifen mit nicht-wasservermischbaren Kühlschmierstoffen (nwKSS)	18	0	10	0	< a.B.	< a.B.
Funkenerodieren	47	0	35	0	< a.B.	< a.B.
Schweißen, verschiedene Verfahren, ölbehaftete Bleche	18	0	11	0	< a.B.	< a.B.
Oberflächenbeschichtung, verschiedene Verfahren	34	1	17	1	< a.B.	0,71

Tabelle 4.3.4:
Benzo[a]pyren: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Kunststoff-industrie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gummi-waren-herstellung $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Feuer-festwaren $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Metall-erzeugung $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Metallbe-arbeitung/Maschinen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kohle-elektroden-herstellung $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bauwesen $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alle Arbeitsbereiche	< a.B.	< a.B.	7,77	0,48	< a.B.	4,92	1,08
Pressen						2,01	
Härteöfen					0,10		
Drehen, Schleifen mit nwKSS					< a.B.		
Funkenerodieren					< a.B.	< a.B.	
Schweißen, verschiedene Verfahren, ölbehaftete Bleche					< a.B.		

4.4 Benzol

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Herstellung und Verwendung

Benzol wird überwiegend (ca. 80 %) aus Pyrolysebenzin mittels Extraktion isoliert. Kleinere Mengen fallen bei der Verkokung von Steinkohle an. Daneben kann es zur ungewollten Entstehung von Benzol bei der Verbrennung von organischen Verbindungen und Polymeren kommen. Beispiele hierfür sind das Abgießen von Formen in Gießereien, das Laserschneiden und Verbrennungsvorgänge in Motoren und Auspuffsystemen [12].

Bedingt durch die Verwendungsbeschränkungen nach § 15 in Verbindung mit Anhang IV, Nr. 4 Gefahrstoffverordnung kommt Benzol vorwiegend als Ausgangsprodukt für die Synthese von chemischen Produkten (z.B. Ethylbenzol, Cumol, Nitrobenzol) und in Treibstoffen (z.B. Ottomotorkraftstoffe) zum Einsatz [12].

Die nachstehende Auswertung gibt keinen vollständigen Überblick über alle Arbeitsbereiche, in denen Benzol eine Rolle spielt. 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 können im BIA-Report 3/93 „Arbeitsumweltdossier Benzol“ nachgelesen werden [12].

Einordnungen und Grenzwerte

Während des hier ausgewerteten Zeitraumes (1989 bis 1992) galt für Benzol ein TRK-Wert von 16 mg/m³. Die in der Tabelle 4.4.1 (siehe Seite 26) angegebenen gesplitteten Grenzwerte bestehen seit Anfang 1993.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Im Datenzeitraum 1989 bis 1992 liegen aus 286 Betrieben 645 Meßdaten vor. Meßschwerpunkte sind die „Metallbearbeitung/Maschinenbau“ (speziell Reparaturwerkstatt) und die „Metallerzeugung“ (Gießereien). 8 % der Messungen wurden im Freien, 90 % in Räumen durchgeführt. 2/3 der Meßdaten bezogen sich auf stationäre Probenahme, 1/3 wurden an der Person gemessen.

Erhöhte Expositionswerte werden in den Arbeitsbereichen „Reparatur/Wartung“, „Prüfstand“ und „Gießen kunstharzgebundener Formsande“ ermittelt. Dabei ist erkennbar, daß der 90%-Wert der

4 Stoffspezifische Übersichten

Konzentrationsverteilung bei Messungen an der Person deutlich höher liegt als bei stationären Messungen.

90%-Werte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze wurden in den Arbeitsbereichen „Extruder für Kunst-

stoffe“, „Härteöfen“, „Heiß-Pressen“ und „Funkenerodieren“ ermittelt.

In Anpassung an den 1992 geänderten Grenzwert wurde die Bestimmungsgrenze des Analysenverfahrens von $1,0 \text{ mg/m}^3$ auf $0,1 \text{ mg/m}^3$ gesenkt.

Tabelle 4.4.1:
Einordnung und Grenzwerte (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [15]	Grenzwert in mg/m^3
Benzol	K-1	
– Kokereien (Dickteerscheider, Kondensation, Gassaugerhaus)		8,0
– Tankfeld in der Mineralölindustrie		8,0
– Reparatur und Wartung von benzolführenden Teilen in der chemischen Industrie und der Mineralölindustrie		8,0
– Ottokraftstoffversorgungsräume für Prüfstände		8,0
– im übrigen		3,2

Tabelle 4.4.2:
Benzol: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m^3	90%-Wert mg/m^3	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	645	286	< a.B.	2,00	95,0 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	98	49	< a.B.	3,00	94,0 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	348	164	< a.B.	1,52	95,4 %
> 1 000 Mitarbeiter	133	52	< a.B.	4,00	94,0 %
Messung im:					
Freien Raum	49	16	< a.B.	< a.B.	99,5 %
Raum	576	270	< a.B.	2,00	95,1 %

Kleinster Meßwert im Datenkollektiv: $0,1 \text{ mg/m}^3$

Tabelle 4.4.3:
Benzol: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Betriebe insgesamt	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³
Extruder für Kunststoffe	18	13	< a.B.	< a.B.
Heiß-Pressen	12	5	< a.B.	1,00
Härteöfen	19	6	< a.B.	< a.B.
Ein-, Um-, Abfüllen	13	6	< a.B.	0,50
Funkenerodieren	58	41	< a.B.	< a.B.
Reparatur und Wartung	60	22	1,60	8,00
Kontrolle, Revision	16	5	< a.B.	2,00
Prüfstand	34	7	< a.B.	15,60
Gießen: tongebundene Formsande	14	10	< a.B.	2,00
Gießen: kunstharzgebundene Formsande	20	14	2,00	6,00

Tabelle 4.4.4:
Benzol: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche zur Repräsentativität siehe Seite 25, Absatz 3

Arbeitsbereich	Kunststoffindustrie mg/m ³	Chemische Industrie mg/m ³	Metallerzeugung mg/m ³	Metallbearbeitung mg/m ³	Elektronikindustrie mg/m ³	Keramikindustrie mg/m ³	Bauwesen mg/m ³
Alle Arbeitsbereiche	< a.B.	< a.B.	2,65	4,0	< a.B.	< a.B.	< a.B.
Härteöfen				< a.B.			
Funkenerodieren				< a.B.	< a.B.		
Reparatur und Wartung				9,0			
Kontrolle, Revision				2,0			
Prüfstand				8,6			
Gießen: tongebundene Formsande			2,0				
Gießen: kunstharzgeb. Formsande			6,0				

4.5 Beryllium und seine Verbindungen

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Vorkommen, Herstellung und Verwendung

Beryllium ist ein leicht oxidierbares, hartes Metall, das infolge hoher Sprödigkeit bei Umgebungstemperatur nur schwer verarbeitbar ist. Beryllium kommt in der Natur nur in Form von Verbindungen vor.

Die Härte, Festigkeit, Temperaturunempfindlichkeit und Korrosionsbeständigkeit von Kupfer, Aluminium, Nickel und Eisen wird durch Zulegieren von Beryllium außerordentlich gesteigert. Ebenso wird die elektrische und thermische Leitfähigkeit erhöht.

Beryllium-Legierungen werden verwendet

- bei der Herstellung von Uhrfedern, Ventilfedern u.a. Werkzeugen, chirurgischen Instrumenten
- in Präzisionsgeräten in der Optik, Optoelektronik im Flugzeug und in der Raumfahrt
- in der Röntgentechnik und im Reaktorbau
- im Flugzeug, Raketen- und Satellitenbau (Lockalloy)

für Verbundstoffe aus Beryllium und Titan

in der Oxidkeramik

Einordnungen und Grenzwerte

Im ausgewerteten Datenzeitraum galten die in Tabelle 4.5.1 genannten Grenzwerte und Einordnungen.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Im Datenzeitraum 1989 bis 1992 lagen 119 Schichtwerte aus 37 Betrieben vor. Die Messungen wurden zum größten Teil in den Bereichen „Metallerzeugung“ (unterschiedliche Gießereien) und „Metallbearbeitung/Maschinenbau“ durchgeführt. 2/3 der Messungen wurden stationär vorgenommen, wobei in 94 % der Fälle die Probenahme in Räumen erfolgte.

Unter Berücksichtigung des arbeitsbereichs- und produktspezifischen Grenzwertes von 2,0 bzw. 5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten 11 % der Meßdaten den Grenzwert (19 % der Betriebe).

Der 90%-Wert der Konzentrationsverteilung bei Messungen an der Person überschreitet, im Gegensatz zu Messungen

mit stationärer Probenahme, deutlich den Grenzwert.

Auf der Basis des Datenmaterials ist zu erkennen, daß die erhöhten Expositions-

werte besonders in Kleinbetrieben (1 bis 50 Mitarbeiter) ermittelt wurden. Die Überschreitungen traten schwerpunktmäßig in „Gießereien“ (Ofenanlage, Putzerei) auf.

Tabelle 4.5.1:
Einordnung und Grenzwerte (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [15]	Grenzwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Beryllium und seine Verbindungen	K-2	
– Schleifen von Berylliummetall und -legierungen		5,0
– im übrigen		2,0

Tabelle 4.5.2:
Beryllium: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	119	37	< a.B.	3,20	89,1 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	26	10	< a.B.	7,60	76,9 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	74	18	< a.B.	0,49	94,6 %
> 1 000 Mitarbeiter	8	4	–	–	–
Messung im:					
Freien	5	2	–	–	
Raum	112	35	< a.B.	4,60	88,4 %

Kleinster Meßwert im Datenkollektiv: $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$

4 Stoffspezifische Übersichten

Tabelle 4.5.3:
Beryllium: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Betriebe insgesamt	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Schleifen	19	10	0,22	1,60

Tabelle 4.5.4:
Beryllium: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Metallerzeugung $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Metallbearbeitung/ Maschinenbau $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Elektronik/ Feinmechanik $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alle Arbeitsbereiche	4,20	0,70	0,65
Trenn-/Bearbeitungsverfahren		0,46	

4.6 1,3-Butadien

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Herstellung und Verwendung

1,3-Butadien fällt in Crack-Anlagen bei der Produktion von Ethylen als Nebenprodukt an. Die Isolierung der Verbindung aus dem Kohlenwasserstoffgemisch erfolgt durch Extraktion.

1,3-Butadien wird in der Regel zur Herstellung verschiedener Synthetikgummiarten verwendet, die dann beispielsweise zu Gummiartikeln (u.a. Autoreifen) weiterverarbeitet werden. Der Restmonomeregehalt in den Poly-

merisaten ist in den meisten Fällen sehr gering. Weiterhin ist 1,3-Butadien ein Bestandteil des Thermoplasts ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol-Terpolymer). Kleine Mengen Butadien werden zur Herstellung von organischen Zwischenprodukten wie z.B. Hexandiamin (Ausgangsmaterial für Polyamide), 1,4-Hexadien, Cycloolefinen, Chloropren und Tetramethylensulfon eingesetzt.

Einordnungen und Grenzwerte

Im ausgewerteten Datenzeitraum gelten die in Tabelle 4.6.1 genannten Grenzwerte und Einordnungen.

**Beschreibung des
ausgewerteten Datenkollektivs**

Bei den vorliegenden Meßwerten handelt es sich überwiegend um Werte bei der thermischen Verarbeitung von Kunststoffen (Pyrolyseprodukte). Sie sind nicht als repräsentativ für weite Bereiche der Gültigkeit des TRK-Wertes wie Herstellung und Verwendung anzusehen.

Für den Gefahrstoff 1,3-Butadien liegen im untersuchten Datenzeitraum 93 Schichtmittelwerte aus 51 Betrieben vor. Meßschwerpunkte liegen in der

„Chemischen Industrie“, der „Kunststoffindustrie“ und in der „Elektronik/Feinmechanik“. Mehr als ein Drittel der Messungen beziehen sich dabei auf den Arbeitsbereich „Extruder für Kunststoffe“.

Die Messungen werden ausschließlich in Räumen durchgeführt. In 2/3 der Fälle kommt es zum Einsatz einer stationären Meßmethode.

Im vorliegenden Datenmaterial können keine Bereiche mit erhöhten Expositionswerten ermittelt werden. Alle Meßergebnisse liegen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

Tabelle 4.6.1:
Einordnung und Grenzwerte (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [15]	Grenzwert in mg/m ³
1,3-Butadien	K-2	34,0
— Aufarbeitung nach Polymerisation, Verladung		
— im übrigen		

4 Stoffspezifische Übersichten

Tabelle 4.6.2:
1,3-Butadien: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	93	51	< a.B.	< a.B.	100,0 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	13	7	< a.B.	< a.B.	100,0 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	56	34	< a.B.	< a.B.	100,0 %
> 1 000 Mitarbeiter	12	7	< a.B.	< a.B.	100,0 %
Messung im: Raum	92	50	< a.B.	< a.B.	100,0 %

Kleinsten Meßwert im Datenkollektiv: 1,0 mg/m³

Tabelle 4.6.3:
1,3-Butadien: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Meßdaten \geq GW	Anzahl Betriebe insgesamt	Anzahl Betriebe \geq GW	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³
Extruder für Kunststoffe	33	0	23	0	< a.B.	< a.B.

Tabelle 4.6.4:
1,3-Butadien: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Gummiwarenherstellung mg/m ³	Kunststoffindustrie mg/m ³	Elektronik/Feinmechanik mg/m ³
Alle Arbeitsbereiche	< a.B.	< a.B.	< a.B.
Extruder für Kunststoffe		< a.B.	< a.B.

4.7 Cadmium und seine Verbindungen

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Vorkommen, Herstellung und Verwendung

Cadmium kommt in der Natur nicht in elementarer Form vor, sondern im allgemeinen als zweiwertige Verbindung mit Zink oder in Phosphaten vergesellschaftet. Die Cadmiumerzeugung in Hütten der Bundesrepublik Deutschland betrug 1989 noch 1146 t und 1992 insgesamt 941 t. Daneben werden 568 t Cadmiummetall und 927 t Cadmium in Produkten importiert.

Cadmium ist als Begleitmetall in vielen Erzen und somit in NE-Metallkonzentraten (z.B. Blei- und Zinkkonzentrate) und NE-metallhaltigen Recyclingstoffen enthalten. Cadmium wird bei der Herstellung von Zink, Blei und Kupfer dem Verhüttungsprozeß entzogen und zu metallischem Cadmium weiterverarbeitet bzw. auf einer Deponie endgelagert.

Für Cadmium und seine Verbindungen bestehen Herstellungs- und Verwendungsverbote nach § 15 in Verbindung mit Anhang IV Nr. 17 GefStoffV. Für Cadmiumchlorid gilt ein Expositionsverbot nach §15a GefStoffV.

Nachfolgend werden einige Einsatzgebiete von Cadmium und Cadmiumverbindungen aufgeführt:

in der Metallurgie zur Herstellung von Legierungen und Loten

in der chemischen Industrie zur Herstellung von Pigmenten, Stabilisatoren, Kunststoffhalbzeugen und -fertigzeugnissen

zur Herstellung von Nickel-Cadmiumakkumulatoren, Kontakten, Schmuck und Turbinen

in der Keramik- und Glas-Industrie bei der Herstellung von Fliesen, Kabeln, Hohl- und Buntglas sowie Spezialgläsern

in der Galvanotechnik

Weiterhin können Cadmiumexpositionen auftreten

beim Schweißen von cadmiumhaltigen Legierungen bzw. bei der Verwendung von entsprechenden cadmiumhaltigen Hilfsmitteln

beim Verarbeiten und Verbrennen von cadmiumhaltigen Abfall- und Altmaterialien (z.B. Stahlindustrie)

bei der mechanischen bzw. thermischen Bearbeitung von cadmiumhaltigen Legierungen

beim Entfernen cadmiumhaltiger Anstriche

4 Stoffspezifische Übersichten

Einordnungen und Grenzwerte

Für Cadmium gelten seit Juli 1995 die in der Tabelle 4.7.1 genannten Grenzwerte. Im ausgewerteten Zeitraum existieren keine Grenzwerte.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Für den Gefahrstoff Cadmium und seine Verbindungen liegen im Datenzeitraum 1989 bis 1992 850 Schichtmittelwerte aus 241 Betrieben vor. Meßschwerpunkte liegen in der „Metallbearbeitung/Maschinenbau“, „Elektronik/Feinmechanik“, „Bleiakkumulatorenherstellung“ und der „Keramikindustrie“.

92 % der Messungen wurden in Räumen durchgeführt, wobei die Probenahme zu 56 % stationär erfolgte.

Der 50%-Wert der Konzentrationsverteilung aller Meßwerte liegt bei $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der 90%-Wert bei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Arbeitsbereiche, an denen Grenzwertüberschreitungen festgestellt werden:

- Mischen, Verdichten
- geschlossener Trockenmischer
- Pressen
- Abwiegen von Hand
- Hartlöten (verschiedene Verfahren)

Diese Werte wurden überwiegend in den Branchen „Elektronik/Feinmechanik“ und „Metallbearbeitung/Maschinenbau“ ermittelt.

Tabelle 4.7.1:
Einordnung und Grenzwerte (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach TRGS 905	Grenzwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cadmium und seine Verbindungen (bioverfügbar, in Form atembare Stäube/Aerosole)	K-2	
— Batterieherstellung, thermische Zink-, Blei- und Kupfergewinnung, Schweißen cadmiumhaltiger Legierungen		30,0
— im übrigen		15,0

Tabelle 4.7.2:
Cadmium: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	850	241	0,50	50,0	84,4 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	126	52	0,50	10,0	90,5 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	471	134	0,50	60,0	84,5 %
> 1 000 Mitarbeiter	154	31	0,50	40,0	82,5 %
Messung im:					
Freien	56	13	0,50	1,0	98,2 %
Raum	786	226	0,50	60,0	88,2 %
Behälter	11	6	1,00	9,9	100,0 %

Kleinster Meßwert im Datenkollektiv: $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabelle 4.7.3:
Cadmium: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Meßdaten \geq GW	Anzahl Betriebe insgesamt	Anzahl Betriebe \geq GW	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mischen, Verdichten	15	3	9	2	1,00	25,0
Geschlossene Trocken- mischer	50	8	17	3	1,00	90,0
Pressen	29	28*	5	4*	75,00	350,0
Extruder für Kunststoffe	24	0	10	0	0,50	1,8
Schleifen	30	0	15	0	0,40	4,0
Tauchen, verschiedene Verfahren	26	0	6	0	0,08	0,5
Abwiegen von Hand	23	10	10	5	1,00	277,0
Harzlöten, verschiedene Verfahren	67	28	35	12	8,00	133,0
Weichlöten, verschiedene Verfahren	22	1	12	1	0,50	5,4
Spritzen (Farbe/Glasur)	34	0	17	0	0,12	0,5
Handmalen, Hand- glasieren	10	0	5	0	0,08	1,0
Hohlglas: Dekorationsab- teilung: Siebdruck	12	0	7	0	0,20	0,8

* der Grenzwert wurde branchenspezifisch berücksichtigt

4 Stoffspezifische Übersichten

Tabelle 4.7.4:
Cadmium: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Chemische Industrie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kunststoffindustrie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Keramikindustrie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Glasindustrie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bleihütten/Bleiakkumulatoren $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Metallbearb./Maschinenbau $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Elektronik/Feinmechanik $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bauwesen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Handel $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alle Arbeitsbereiche	285,0	7,8	0,5	3,0	222,0	70,0	308,0	7,4	3,4
Geschlossener Trockenmischer		9,0							
Pressen							284,0		
Extruder für Kunststoffe		1,4							
Schleifen						3,6			
Tauchen, verschiedene Verfahren						0,5			
Harzlöten, verschiedene Verfahren						128,0			
Spritzen (Farbe/Glasur)			0,5						
Handmalen, Handglasieren			1,0						
Hohlglas: Dekorationsabteilung: Siebdruck				0,8					

4.8 1-Chlor-2,3-epoxypropan

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Herstellung und Verwendung

1-Chlor-2,3-epoxypropan (Epichlorhydrin) ist eine farblose, stechend riechende Flüssigkeit mit einem Schmelzpunkt von $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$ und einem Siedepunkt von $117\text{ }^{\circ}\text{C}$. Es wird hergestellt durch HOCl-Addition an Allylchlorid mit anschließender Dehydrochlorierung oder Epoxidation von Allylchlorid mit Perpropionsäure.

1-Chlor-2,3-epoxypropan hat eine große Bedeutung als Reaktionspartner bei der Herstellung der technisch wichtigen Epoxidharze. Weiterhin ist es Ausgangsstoff einer technischen Glycerin-Synthese.

Einordnungen und Grenzwerte

Im ausgewerteten Datenzeitraum gelten der in Tabelle 4.8.1 genannte Grenzwert und die Einordnung.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Für den Datenzeitraum 1989 bis 1992 liegen 185 Schichtmittelwerte aus 105 Betrieben vor. Die Mehrzahl der Messungen wurde in den Branchen „Kunststoffindustrie“ und „Holz-/Papiergewerbe“ durchgeführt. Die Messungen wurden nur in Räumen durchgeführt. Die Probenahme erfolgt jeweils zur Hälfte stationär bzw. an der Person. Die Herstellung und Verwendung von 1-Chlor-2,3-epoxypropan erfolgt in großtechnischen Anlagen. Die Meßergebnisse sind als nicht repräsentativ für weite Bereiche der Gültigkeit des TRK-Wertes anzusehen.

Im vorliegenden Datenmaterial können keine Bereiche mit erhöhten Expositionswerten ermittelt werden. Eine Überschreitung des Grenzwertes wird in keinem Fall festgestellt. 99 % aller Meßwerte liegen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze

Tabelle 4.8.1:
Einordnung und Grenzwert (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [15]	Grenzwert in mg/m^3
1-Chlor-2,3-epoxypropan	K-2	12,0

4 Stoffspezifische Übersichten

Tabelle 4.8.2:

1-Chlor-2,3-epoxypropan: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	185	105	< a.B.	< a.B.	100,0 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	59	42	< a.B.	< a.B.	100,0 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	102	52	< a.B.	< a.B.	100,0 %
> 1 000 Mitarbeiter	14	6	< a.B.	< a.B.	100,0 %
Messung im: Raum	184	104	< a.B.	< a.B.	100,0 %

Kleinsten Meßwert im Datenkollektiv: 1,0 mg/m³

Tabelle 4.8.3:

1-Chlor-2,3-epoxypropan: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Meßdaten ≥ GW	Anzahl Betriebe insgesamt	Anzahl Betriebe ≥ GW	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³
Formkörper laminieren	37	0	20	0	< a.B.	< a.B.
Oberflächenbeschichtung, Pinseln, Rollen	10	0	7	0	< a.B.	< a.B.

Tabelle 4.8.4:

1-Chlor-2,3-epoxypropan: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Kunststoff- industrie mg/m ³	Metallbearb./ Maschinenbau mg/m ³	Elektronik/ Feinmechanik mg/m ³	Holz-/ Papiergewerbe mg/m ³	Baugewerbe mg/m ³
Alle Arbeitsbereiche	< a.B.	< a.B.	< a.B.	< a.B.	< a.B.
Formkörper laminieren	< a.B.			< a.B.	

4.9 Chrom(VI)-Verbindungen

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Vorkommen, Herstellung und Verwendung

Chrom(VI)-Verbindungen werden in vielen Bereichen der Technik z.B. als Oxidationsmittel eingesetzt. Bei einigen thermischen Prozessen entstehen Chrom(VI)-Verbindungen als unerwünschte Reaktionsprodukte.

Verwendung von Chrom(VI)-Verbindungen:

- Lack- und Farbenindustrie
- Spritzen mit chromathaltigen Farbstoffen
- Entfernen chromathaltiger Anstrichstoffe
- Oxidationsmittel in der chemischen Industrie
- Holzimprägnierung
- Lederindustrie
- Galvanik beim Hartverchromen

Entstehung von Chrom(VI)-Verbindungen:

Bei thermischen Prozessen können aus dem metallischen Chrom (z.B. aus Edelstahl) Chrom(VI)-Verbindungen entstehen, die in Form von Rauchen freigesetzt

werden. Je nach Art der Prozesse sind darin unterschiedliche Chrom(VI)-Verbindungen enthalten. Dies trifft insbesondere beim Schweißen mit legierten Elektroden, Schneiden legierter Stähle und thermischen Spritzen zu. Chrom(VI)-Verbindungen treten auch als Begleitstoffe in Zementen auf.

Einordnungen und Grenzwerte

Für Chrom(VI)-Verbindungen gelten seit Juli 1995 die in Tabelle 4.9.1 (siehe Seite 40) aufgelisteten Grenzwerte und Einordnungen. Im ausgewerteten Datenzeitraum gelten die Grenzwerte $0,1 \text{ mg/m}^3$ (im übrigen) bzw. $0,2 \text{ mg/m}^3$ (Lichtbogenhandschweißen).

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Für Chrom(VI)-Verbindungen liegen im Datenzeitraum 1989 bis 1992 1828 Schichtmittelwerte aus 709 Betrieben vor.

Der Meßschwerpunkt liegt mit 95 % der Daten im Bereich „Metallbearbeitung/Maschinenbau“.

Die Probenahme erfolgte jeweils etwa zur Hälfte stationär bzw. an der Person.

4 Stoffspezifische Übersichten

Tabelle 4.9.1:
Einordnungen und Grenzwerte (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [15]	Grenzwert in mg/m ³
Chrom(VI)-Verbindungen einschließlich Bleichromat (in Form von Stäuben/Aerosolen), ausgenommen die in Wasser unlöslichen wie z.B. Bariumchromat	—	
— Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten Stabelektroden	—	0,1
— Herstellung von löslichen Cr(VI)-Verbindungen	—	0,1
— im übrigen	—	0,05
Chrom(VI)-Verbindungen (in Form von Stäuben/Aerosolen), ausgenommen die in Wasser praktisch unlöslichen wie z.B. Bleichromat, Bariumchromat sowie die namentlich genannten	K-2	Bei Vorliegen von Bleichromat sind die Grenzwerte für Blei und Chrom(VI)-Verbindungen (berechnet als CrO ₃) einzuhalten
— Bleichromat	K-3	
— Strontiumchromat	K-2	
— Zinkchromate, einschl. Zinkkaliumchromat	K-1	
— Calciumchromat	K-2	
— Chromtrioxid	K-1	
— Chrom(III)chromat	K-2	
— Ammoniumdichromat	K-2	
— Natriumdichromat	K-2	
— Kaliumdichromat	K-2	
— Kaliumchromat	K-2	
— Chromoxychlorid	K-2	

98,5 % der Messungen werden in Räumen durchgeführt.

Die 90%-Werte der Konzentrationsverteilung überschreiten den jeweiligen Grenzwert in den Arbeitsbereichen „Lichtbogenhandschweißen“ und „Spritzen“ (insbesondere chromathaltige Farben und Grundierungen).

Bei der arbeitsbereichsspezifischen Berücksichtigung der Grenzwerte über-

schreiten 8,4 % der Meßdaten den jeweiligen Grenzwert.

In den Arbeitsbereichen „Unterpulverschweißen“, „Flammspritzen“ und „Schleifen“ werden keine Grenzwertüberschreitungen ermittelt. Dabei ist zu beachten, daß beim „Schleifen“ keine Chrom(VI)-Verbindungen auftreten, ausgenommen beim Schleifen von chromathaltigen Beschichtungen.

Tabelle 4.9.2:
Chrom(VI): Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	1 828	709	0,0005	0,04	91,6 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	356	155	0,0006	0,04	92,4 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	951	395	0,0005	0,04	92,2 %
> 1 000 Mitarbeiter	331	100	0,0005	0,03	95,2 %
Messung im:					
Freien Raum	25	8	0,003	0,35	76,0 %
	1 795	703	0,0005	0,04	92,8 %

Kleinsten Meßwert im Datenkollektiv: 0,00001 mg/m³

Tabelle 4.9.3:
Chrom(VI): Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Meßdaten ≥ GW	Anzahl Betriebe insgesamt	Anzahl Betriebe ≥ GW	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³
Schleifen (von chromat- haltigen Beschichtungen)	117	—	66	—	< a.B.	0,006
Schweißen, allgemein	76	9	29	3	0,0005	0,05
Lichtbogenhandschweißen	215	43 *	108	32 *	0,014	0,235
Unterpulverschweißen	12	—	5	—	0,002	0,005
Schutzgasschweißen	20	1	10	1	0,0005	0,007
Wolfram-Inertgasschweißen	130	1	86	1	0,0005	0,009
Metall-Inertgasschweißen	68	7	37	6	0,0005	0,034
Metall-Aktivgasschweißen	128	12	58	9	0,002	0,045
Beschichtung, Farb- spritzen	38	13	25	11	0,001	0,43
Beschichtung, galvanisch	523	27	197	15	0,0005	0,026
Plasmaschneiden	63	2	32	2	0,003	0,03
Flamspritzen	32	—	14	—	0,0005	0,008

* für LBH-Schweißen gilt ein TRK-Wert von 0,1 mg/m³

4 Stoffspezifische Übersichten

Tabelle 4.9.4:
Chrom(VI): Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Chemische Industrie mg/m ³	Glas- und Keramik-industrie mg/m ³	Metall-erzeugung mg/m ³	Metall-bearb./ Maschinenbau mg/m ³	Elektronik/ Fein-mechanik mg/m ³	Holz-/ Papier-gewerbe mg/m ³	Bau-gewerbe mg/m ³
Alle Arbeitsbereiche	0,06	0,007	0,037	0,04	0,03	0,016	0,011
Schleifen				0,005			
Oberflächen-behandlung				0,048			
Schweißen, allgemein				0,037			
Lichtbogenhand-schweißen				0,218			
Schutzgasschweißen				0,003			
Wolfram-Inert-gasschweißen				0,008			
Metall-Inert-gasschweißen				0,042			
Metall-Aktiv-gasschweißen				0,05			0,012
Beschichtung, Farbspritzen				0,39			
Beschichtung, galvanisch				0,027	0,03		
Plasmaschneiden				0,03			
Flammspritzen				0,008			

4.10 Cobalt und seine Verbindungen

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Vorkommen, Herstellung und Verwendung

In der Natur wird Cobalt fast immer von Nickel begleitet. Es ist härter als Stahl, legierbar und kann in Form von Cobaltsalzen und Erzen vorkommen. Cobalt kann darüber hinaus in vielen organischen Verbindungen vorkommen.

Cobalt wird in der Bundesrepublik Deutschland nicht in nennenswerten Mengen erzeugt.

Industrielle Verwendung findet Cobalt in Legierungen für Maschinenbauteile, bei der Herstellung von Magneten und als Hart- oder Schneidmetall. Als Bindemittel ist Cobalt in Hartmetallen zwischen 6 % und 10 % enthalten. Cobaltpulver werden auch als Bindemittel für die Herstellung von Diamantwerkzeugen verwendet, ebenso bei der Herstellung von Katalysatoren und Ton- und Bildträgerkassetten sowie als Farbstoff in der Porzellanmalerei, in der Keramik- und Glasindustrie.

Ein wichtiger Einsatz stellt der Zusatz von Cobalt in hochwärmfesten Legierungen dar. Diese hochtemperaturbeständigen Werkstoffe (Superalloys) finden vor allem im Flugzeug- und Turbinenbau Verwendung.

Abriebfeste Legierungen auf Cobaltbasis sind sogenannte Stellite, die hauptsächlich für Schneidwerkzeuge und als Oberflächenvergütungsmaterial auf Stahl benutzt werden.

Einordnungen und Grenzwerte

Im ausgewerteten Datenzeitraum gelten die in Tabelle 4.10.1 (siehe Seite 44) genannten Grenzwerte und Einordnungen.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Für den o.g. Gefahrstoff liegen im Datenzeitraum 1989 bis 1992 insgesamt 1678 Schichtmittelwerte aus 458 Betrieben vor. Die Mehrzahl der Messungen wurde im Bereich „Metallbearbeitung/Maschinenbau“ vorgenommen.

98 % der Messungen wurden in Räumen durchgeführt, die Probenahme erfolgte jeweils zur Hälfte stationär bzw. an der Person.

Unter den Arbeitsbereichen bildete der Arbeitsbereich „Schleifen“ mit 65 % aller Meßdaten einen eindeutigen Schwerpunkt.

Der Arbeitsbereich „Abfüllen, Wiegen, Verpacken“ zeigt beim 90%-Wert der

4 Stoffspezifische Übersichten

Konzentrationsverteilung deutlich erhöhte Expositionswerte. Dabei wurde in der Mehrzahl der Fälle Cobaltpulver (Sinterpulver) abgewogen bzw. umgefüllt.

Berücksichtigt man die spezifischen Grenzwerte für Arbeitsbereiche und Einsatzprodukte, überschritten 10,7 % der Meßdaten den Grenzwert.

Tabelle 4.10.1:
Einordnungen und Grenzwerte (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [11] und [15]	Grenzwert in mg/m ³
Cobalt als Cobaltmetall, Cobaltoxid, Cobaltsulfid – Herstellung von Cobaltpulver und Katalysatoren, Hartmetall- und Magnetherstellung (Pulveraufbereitung, Pressen und mechanische Bearbeitung nicht gesinterter Werkstücke) – im übrigen	K-3	0,5 0,1
sonstige Cobaltverbindungen	K-3	Bemerkung 2, 3 TRGS 900 [4]

Tabelle 4.10.2:
Cobalt: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	1 678	458	0,009	0,11	89,3 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	397	125	0,02	0,10	90,7 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	832	230	0,008	0,12	88,6 %
> 1 000 Mitarbeiter	268	81	0,004	0,13	91,4 %
Messung im:					
Freien Raum	22	9	0,002	0,003	100,0 %
	1 647	449	0,009	0,11	89,1 %

Kleinster Meßwert im Datenkollektiv: 0,0001 mg/m³

Tabelle 4.10.3:

Cobalt: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Betriebe insgesamt	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³
Pressen	38	12	0,03	0,31
Kalt-Pressen	17	6	0,035	0,18
Sägen	16	6	0,01	0,09
Drehen, Hobeln	13	8	0,02	0,26
Schleifen	1 087	315	0,01	0,11
Abfüllen, Wiegen, Verpacken	25	7	0,06	0,95
Lichtbogenhandschweißen	24	13	0,006	0,03
Metall-Aktivgasschweißen	13	5	< a.B.	0,03
Spritzen (Farbe/Glasur)	25	13	< a.B.	< a.B.
Handmalen, Handglasieren	12	5	< a.B.	< a.B.

Tabelle 4.10.4:

Cobalt: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Chemische Industrie mg/m ³	Keramik- industrie mg/m ³	Glas- industrie mg/m ³	Metall- erzeugung mg/m ³	Metallb./ Maschinen- bau mg/m ³	Elektronik/ Fein- mechanik mg/m ³	Holz-/ Papier- gewerbe mg/m ³	Bauwesen mg/m ³
Alle Arbeits- bereiche	0,26	0,03	0,003	0,06	0,13	0,30	0,09	0,01
Pressen					0,29			
Kalt-Pressen					0,18			
Sägen					0,09			
Drehen, Hobeln					0,26			
Schleifen					0,11	0,22	0,09	
Lichtbogen- handschweißen					0,04			
Metall-Aktiv- gasschweißen					0,04			
Spritzen (Farbe/Glasur)		< a.B.						
Handmalen, Handglasieren		< a.B.						

4 Stoffspezifische Übersichten

4.11 Diantimontrioxid

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Vorkommen, Herstellung und Verwendung

Diantimontrioxid wird in technischem Maßstab durch Rösten von Diantimontrisulfid im Luft- oder Sauerstoffstrom hergestellt. In der Bundesrepublik Deutschland gibt es gegenwärtig nur einen Herstellerbetrieb. Ein Teil des Diantimontrioxidpulvers wird in einem anderen Betrieb weiteren Reinigungsschritten unterzogen.

Diantimontrioxid wird zur Herstellung von Antimonverbindungen, in der Glas-, Keramik- und Farbenindustrie sowie besonders zum Feuerfestmachen von Geweben, Kunststoffen und Gummi verwendet. Der Gesamtverbrauch von Diantimontrioxid in der Bundesrepublik wird auf jährlich 2500 Tonnen geschätzt.

Tabelle 4.11.1:
Einordnungen und Grenzwerte (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [15]	Grenzwert in mg/m ³
Diantimontrioxid (berechnet als Antimon) — Herstellung von Diantimontrioxid, Herstellung von Diantimontrioxid- Masterbatches und -Pasten (Wiegen und Mischen von Diantimontrioxid-Pulver) — im übrigen	K-3	0,3 0,1

Einordnungen und Grenzwerte

Im ausgewerteten Datenzeitraum galten die in Tabelle 4.11.1 genannten Grenzwerte und Einordnungen.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Für den Zeitraum 1989 bis 1992 liegen 132 Schichtmittelwerte aus 50 Betrieben vor. Meßschwerpunkte sind die „Chemische Industrie“ und die „Kunststoffindustrie“. 64 % der Messungen wurden in Betrieben mit 51 bis 1000 Mitarbeitern durchgeführt. Die Probenahme wird ausschließlich in Räumen vorgenommen.

Die Probenahme erfolgt jeweils zur Hälfte stationär bzw. an der Person. Der 90%-Wert der Konzentrationsverteilung für die Messungen an der Person liegt um den Faktor 3,8 über dem 90%-Wert der stationären Messungen.

Tabelle 4.11.2:

Diantimontrioxid: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	132	50	< a.B.	0,21	94,7 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	10	5	0,01	0,18	100,0 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	84	31	0,004	0,23	94,0 %
> 1 000 Mitarbeiter	31	10	< a.B.	0,04	100,0 %

Kleinsten Meßwert im Datenkollektiv: 0,0002 mg/m³

Tabelle 4.11.3:

Diantimontrioxid: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Betriebe insgesamt	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³
Extruder für Kunststoffe	17	8	< a.B.	0,24
Geschlossener Trockenmischer	19	8	0,03	0,33

Tabelle 4.11.4:

Diantimontrioxid: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Kunststoff- industrie mg/m ³	Glasindustrie mg/m ³	Gummiwaren- Herstellung mg/m ³
Alle Arbeitsbereiche	0,25	< a.B.	0,08
Extruder für Kunststoffe	0,27		

4 Stoffspezifische Übersichten

4.12 Dieselmotor-Emissionen

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Herstellung und Verwendung

Beim Einsatz von mobilen dieselmotorbetriebenen Fahrzeugen und Geräten wie z.B. Flurförderzeugen, Nutzfahrzeugen oder Baumaschinen in Arbeitsbereichen gelangen die Abgase der Motoren in der Regel in die Arbeitsplatzluft und können zu einer Belastung von Personen führen; betroffene Arbeitsplätze finden sich in praktisch allen Wirtschaftszweigen [14].

Im Abgas von Dieselmotoren läßt sich eine sehr große Anzahl unterschiedlicher Substanzen in sehr unterschiedlichen Konzentrationen nachweisen; diese Substanzen treten gasförmig, dampfförmig oder auch partikelförmig auf. Das krebs-

erzeugende Potential von Dieselmotor-Emissionen wird den Partikeln zugeschrieben; insofern beziehen sich die festgesetzte Technische Richtkonzentration und das zugehörige anerkannte Meßverfahren auf die Partikelphase (Feinstaubfraktion).

Einordnungen und Grenzwerte

Seit 1997 gelten die in Tabelle 4.12.1 genannten Grenzwerte und Einordnungen. Bis zum April 1997 galten die Grenzwerte 0,6 bzw. 0,2 mg/m³. Die neuen Grenzwerte beziehen sich nicht mehr auf den Gesamtkohlenstoff. Die neue Bezugsgröße ist der elementare Kohlenstoff (Rußkern). Zur Anwendung der Grenzwerte siehe TRGS 901, Nr. 27 [16].

Tabelle 4.12.1:
Grenzwerte und Einordnung (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach TRGS 905	Grenzwert in mg/m ³
Dieselmotor-Emissionen, ermittelt durch coulometrische Bestimmung des elementaren Kohlenstoffes im Feinstaub	K-2	
– Nichtkohlebergbau unter Tage und Bauarbeiten unter Tage		0,3
– im übrigen		0,1

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Für Dieselmotor-Emissionen (DME) liegen im Datenzeitraum 1989 bis 1992 114 Schichtmittelwerte aus 38 Betrieben vor. Meßschwerpunkt war in der „Metallbearbeitung/Maschinenbau“ (Reparaturwerkstatt). Die Messungen erfolgten ausschließlich in Räumen, wobei in

86 % der Fälle eine stationäre Probenahme durchgeführt wurde.

Für die vorhandenen Meßdaten wird der TRK-Wert von 0,1 mg/m³ zugrunde gelegt. Dabei überschreiten 30,7 % der Meßdaten diesen Wert. Diese Überschreitungen treten bei der Reparatur und Wartung von Omnibussen und dem Transport mit Gabelstaplern auf.

Tabelle 4.12.2:

Dieselmotor-Emissionen: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	114	38	0,05	0,19	69,3 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	21	7	0,05	0,13	76,2 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	79	24	0,06	0,22	67,1 %
> 1 000 Mitarbeiter	10	4	—	—	—
Messung im: Raum	111	38	0,05	0,20	69,4 %

Kleinsten Meßwert im Datenkollektiv: 0,01 mg/m³

Tabelle 4.12.3:

Dieselmotor-Emissionen: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche (weitere Expositionsangaben aus anderen Arbeitsbereichen finden sich in der TRGS 554 „Dieselmotoremissionen“ [18])

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Meßdaten \geq GW	Anzahl Betriebe insgesamt	Anzahl Betriebe \geq GW	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³
Reparatur und Wartung	29	6	10	4	0,05	0,12
Flurförderfahrzeuge	23	14	9	8	0,11	0,22

4 Stoffspezifische Übersichten

Tabelle 4.12.4:

Dieselmotor-Emissionen: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Keramikindustrie mg/m ³	Metallbearbeitung/Maschinenbau mg/m ³
Alle Arbeitsbereiche	0,22	0,16
Reparatur und Wartung		0,12

4.13 Ethylenoxid

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Herstellung und Verwendung

Ethylenoxid wird für eine Reihe spezieller Anwendungsfälle hergestellt. Neben dem Einsatz für chemische Synthesen wie z.B. die Herstellung von Glykolen oder Glykolethern ist die auf der Fähigkeit zur Abtötung von Sporen und vegetativen Zellen beruhende Anwendung für Sterilisationszwecke zu nennen. Die Sterilisation mittels Ethylenoxid ist zulässig für medizinische Instrumente und Artikel,

die aufgrund ihrer Hitzeempfindlichkeit thermisch nicht sterilisiert werden können. Der Einsatz von Ethylenoxid ist nicht mehr zulässig zur Entkeimung von Gewürzen, Tee, Trocken Gemüse, Futtermitteln, Drogen und Quellmitteln.

Einordnungen und Grenzwerte

Im ausgewerteten Datenzeitraum galten der in Tabelle 4.13.1 genannte Grenzwert und die Einordnung.

Tabelle 4.13.1:

Einordnung und Grenzwert (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [15]	Grenzwert in mg/m ³
Ethylenoxid	K-2	2,0

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Für den Gefahrstoff Ethylenoxid lagen im Datenzeitraum 1989 bis 1992 65 Schichtmittelwerte aus 20 Betrieben vor.

Die Messungen wurden ausschließlich in Räumen durchgeführt, bei 2/3 der Fälle erfolgte die Probenahme stationär.

Der 90%-Wert der Konzentrationsverteilung liegt beim Zehnfachen des Grenzwertes. 29 % der Einzelmeßdaten aus rund der Hälfte der Betriebe überschreiten den Grenzwert.

Grenzwertüberschreitungen traten in folgenden Bereichen auf:

- Lagern von pharmazeutischen Erzeugnissen
- Sterilisation/Desinfektion (Begasungskammer) in der chemischen Industrie und in der Nahrungs- und Genußmittelherstellung

Die arbeitsbereichsspezifischen Tabellen konnten nicht erstellt werden, da die zu geringe Anzahl der Meßwerte aus statistischen Gründen und wegen des Datenschutzes keine entsprechende Auswertung und Darstellung zuließ.

Tabelle 4.13.2:
Ethylenoxid: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	65	20	0,50	27,5	70,8 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	16	4	—	—	—
51 - 1 000 Mitarbeiter	41	13	0,50	35,3	73,2 %
> 1 000 Mitarbeiter	2	1	—	—	—
Messung im: Raum	62	20	0,50	28,4	69,4 %

Kleinsten Meßwert im Datenkollektiv: 0,2 mg/m³

4 Stoffspezifische Übersichten

4.14 Nickel und Verbindungen (außer Nickeltetracarbonyl)

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Vorkommen, Herstellung und Verwendung

Die Darstellung von Nickel erfolgt durch die Raffination von Nickelerzen (z.B. Nickelsulfiderze). Man erhält ein oxidisches Erz, das je nach Anwendungsbereich weiteren pyro- oder hydrometallurgischen Prozessen unterzogen werden muß. Da Nickel jedoch in erster Linie zur Herstellung von Legierungen verwendet wird, ist eine Reindarstellung von Nickel nicht unbedingt erforderlich, weshalb vielfach sogenanntes Ferronickel produziert wird.

Die Haupteinsatzgebiete von Nickel sind die Veredlung von Stählen und die Herstellung von Nickelbasislegierungen. Nickel wird z.B. mit Chrom, Eisen, Cobalt, Molybdän, Kupfer und Aluminium legiert. Die Weiterverarbeitung von Edelstahl erfolgt u.a. zu Kochgeschirr, chirurgischen Instrumenten, Nahrungsmittel- und Getränkebehältern.

Weiterhin findet Nickel Verwendung bei der Herstellung von

- Katalysatoren für die chemische Industrie
- Magneten (Nickeleisen)

Batterien

Antriebsaggregaten (Luft- und Raumfahrt, Kraftfahrzeuge, Schiffsantriebe, Schienenfahrzeuge)

Nickelverbindungen in der chemischen Industrie

Nickel und seine Verbindungen werden zur Vernickelung von Oberflächen (Galvanotechnik), als Pigmente für Keramik, Glas und Email und zur Herstellung von Bauteilen für die Elektronikindustrie eingesetzt. Bei verschiedenen Arbeitsverfahren wie z.B. thermisches Spritzen und Schweißarbeiten kommen nickelhaltige Materialien zum Einsatz.

Einordnungen und Grenzwerte

Im ausgewerteten Datenzeitraum gelten die in Tabelle 4.14.1 genannten Grenzwerte und Einordnungen.

Anmerkung: Die zur Bestimmung von Nickel und Nickelverbindungen gebräuchlichen Analysenverfahren lassen keine Differenzierungen zwischen verschiedenen Nickelverbindungen zu. Für die betriebliche Praxis ist jedoch wichtig zu wissen, ob der Versicherte Kontakt zu krebserzeugenden Stoffen hatte, d.h., ob der fünfte (MAK-Werte) oder sechste Abschnitt (TRK-Werte) der GefStoffV anzuwenden ist.

Speziell im Bereich Metallindustrie gibt es eine Reihe von Tätigkeiten/Verfahren, für die diese Frage von entscheidender Bedeutung ist:

Schleifen, Polieren, Warmwalzen, Schmelzen und Gießen

Schweißen, thermisches Schneiden von Nickel und Nickelwerkstoffen

Metallspritzen von Ni-Pulver oder Ni-Draht

Vom Ausschuß für Gefahrstoffe ist daher eine Konvention verabschiedet worden, die die Anwendung der Grenzwerte für Nickelmetall und Nickellegierungen regelt:

Arbeitsverfahren, für die die MAK von $0,5 \text{ mg/m}^3$ heranzuziehen ist:

Schleifen und Polieren von Legierungen mit Ni-Gehalt $\cong 80 \%$

Walzen von Legierungen mit Ni-Gehalt $\cong 80 \%$

Schmelzen und Gießen von Legierungen mit Ni-Gehalt $\cong 80 \%$

Arbeiten mit Legierungen mit einem Ni-Gehalt $\cong 5 \%$

Arbeitsverfahren, für die die TRK von $0,5 \text{ mg/m}^3$ heranzuziehen ist:

Schweißen (Elektroden oder Draht), thermisches Schneiden von/mit Legierungen mit Ni-Gehalt $\cong 5 \%$

Metallspritzen von Legierungen mit Ni-Gehalt $\cong 5 \%$

Arbeiten mit Legierungen mit Ni-Gehalt $\cong 80 \%$

Arbeiten mit nickelmetallhaltigen Überzügen und Beschichtungen

Der ausführliche Text zur Grenzwertanwendung für Nickelmetall und Nickellegierungen ist im Anhang der TRGS 901 zu finden.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Für Nickel und Verbindungen liegen im untersuchten Datenzeitraum 2671 Schichtmittelwerte aus 881 Betrieben vor. Der Schwerpunkt der Messungen liegt in den Branchen „Elektronik/Feinmechanik“ und „Metallbearbeitung/Maschinenbau“.

Die Probenahme erfolgt jeweils zur Hälfte stationär bzw. an der Person, dabei werden 97 % der Messungen in Räumen durchgeführt.

Bei der betriebsarten- und arbeitsbereichsspezifischen Berücksichtigung der

4 Stoffspezifische Übersichten

Grenzwerte werden Grenzwertüberschreitungen in 4,3 % der Fälle ermittelt.

Überschreitungen treten an folgenden Arbeitsbereichen auf:

- Schleifen, Polieren, galvanische Oberflächenbeschichtung, MAG-Schweißen, LBH-Schweißen und Plasmaschneiden
- Siebraum, Mischen, Verdichten und Fördern, manuell (z.B. Schippen), bei

der Herstellung und Verarbeitung von Metallegierungen.

- Formenreparatur in der Glasindustrie

Als Bereiche mit Expositionshöhen kleiner 1/10 des Grenzwertes, bezogen auf das 90-Perzentil, werden die Arbeitsbereiche „Fräsen, Drehen, Hobeln“, „Kontrolle/Revision“, „WIG-Schweißen“, „Tiegelofen“ und „Spritzen (Farbe/Glasur)“ ermittelt.

Tabelle 4.14.1:
Einordnungen und Grenzwerte (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [15]	Grenzwert in mg/m ³
– Nickel als Nickelmetall	K-3	0,5
Nickelcarbonat	K-3	0,5
Nickeloxid	K-1	0,5
Nickelsulfid	K-1	0,5
sulfidische Erze	–	0,5
Nickeldioxid	K-1	
Nickelsulfat	K-3	
Nickeldihydroxid	K-3	
Trinickeldisulfid	K-1	
Dinickeltrioxid	K-1	
– Nickelverbindungen in Form atembarer Tröpfchen	–	0,05
– Nickel und Verbindungen (ausgenommen Nickeltetracarbonyl)		Bemerkung 2, 3 TRGS 900 [4]

Tabelle 4.14.2:

Nickel: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	2 671	881	0,007	0,18	95,7 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	402	186	0,003	0,08	97,5 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	1 410	485	0,009	0,21	95,7 %
> 1 000 Mitarbeiter	543	135	0,009	0,19	95,4 %
Messung im:					
Freien	53	13	0,004	0,20	90,6 %
Raum	2 593	869	0,007	0,18	96,1 %
Behälter	12	7	0,004	0,21	91,7 %

Kleinster Meßwert im Datenkollektiv: 0,0003 mg/m³

Tabelle 4.14.3:

Nickel: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche
(bitte beachten: Anmerkung Seite 52)

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Meßdaten ≥ GW	Anzahl Betriebe insgesamt	Anzahl Betriebe ≥ GW	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³
Siebraum	11	4	5	1	0,065	1,80
Mischen, Verdichten	18	4	8	2	0,08	1,27
Pressen	37	—	10	—	0,04	0,13
Schmelzöfen	23	—	7	—	0,015	0,14
Tiegelöfen	11	—	6	—	0,001	0,003
Spritzen (Farbe/Glasur)	16	—	8	—	< a.B.	0,005
Kontrolle/Revision	14	—	8	—	0,004	0,05
Mechanische Bearbeitungsverfahren						
Fräsen, Drehen, Hobeln	25	—	17	—	0,003	0,03
Schleifen	535	36	241	26	0,006	0,31
Polieren	31	8	15	4	0,03	1,92
Stanzen, Schneiden	12	—	9	—	0,02	0,08
Werkstattarbeiten	15	1	8	1	0,04	0,20

4 Stoffspezifische Übersichten

Tabelle 4.14.3:
(Fortsetzung)

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Meßdaten \geq GW	Anzahl Betriebe insgesamt	Anzahl Betriebe \geq GW	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³
Schweißen, thermisches Schneiden						
Plasmaschneiden	62	5	32	3	0,03	0,33
Flamspritzen	62	—	24	—	0,04	0,34
Formenreparatur	126	9	20	7	0,04	0,40
Schweißen, allgemein	66	5	17	2	0,04	0,35
LBH-Schweißen	145	3	75	3	0,02	0,15
Schutzgasschweißen	25	—	11	—	0,004	0,12
WIG-Schweißen	141	—	87	—	0,005	0,04
MIG-Schweißen	70	—	37	—	0,02	0,11
MAG-Schweißen	140	2	50	2	0,02	0,22
Galvanische Oberflächenbeschichtung						
Beschichtung, galvanisch	340	9 *	152	7 *	0,002	0,01

* es wurde der Grenzwert von 0,05 mg/m³ berücksichtigt

Tabelle 4.14.4:
Nickel: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche
(bitte beachten: Anmerkung Seite 52)

Arbeitsbereich	Chemische Industrie mg/m ³	Kunststoff-industrie mg/m ³	Keramik-industrie mg/m ³	Glas-industrie mg/m ³	Metall-erzeugung mg/m ³	Metall-bearb./Masch. mg/m ³	Elektro-industrie/Feinmech. mg/m ³	Holz-/Papier-gewerbe mg/m ³	Bau-gewerbe mg/m ³
Alle Arbeits-bereiche	0,92	0,03	0,02	0,35	0,28	0,17	0,13	0,008	0,02
Mischen, Verdichten						2,32			
Pressen							0,13		
Fräsen, Drehen, Hobeln						0,03			

Tabelle 4.14.4:
(Fortsetzung)

Arbeitsbereich	Chemische Industrie mg/m ³	Kunststoff-industrie mg/m ³	Keramik-industrie mg/m ³	Glas-industrie mg/m ³	Metall-erzeugung mg/m ³	Metall-bearb./ Masch. mg/m ³	Elektro-industrie/ Feinmech. mg/m ³	Holz-/ Papier-gewerbe mg/m ³	Bau-gewerbe mg/m ³
Schleifen						0,37	0,06	0,009	
Polieren						1,98			
Plasmaschneiden						0,36			
Flammspritzen						0,34			
Formen-reparatur				0,40					
Schweißen, allgemein						0,11			
LBH-Schweißen						0,14			
Schutzgas-schweißen						0,09			
WIG-Schweißen						0,04			
MIG-Schweißen						0,11	0,13		
MAG-Schweißen						0,23			0,07
Beschichtung, galvanisch						0,01	0,02		

Hinweis: Zur Anwendung der TRK- bzw. MAK-Werte beim Schweißen, thermischen Schneiden, Metallspritzen, Schleifen, Polieren, Walzen, Schmelzen und Gießen von Ni-Legierungen siehe TRGS 901, Nr. 78 [16].

4 Stoffspezifische Übersichten

4.15 N-Nitrosamine

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Herstellung und Verwendung

N-Nitrosamine werden weder hergestellt noch verwendet. Sie sind in der Regel nicht oder nur in sehr kleinen Mengen in den Ausgangsmaterialien enthalten und entstehen erst während technischer Vorgänge.

N-Nitrosamine entstehen durch die Nitrosierung von sekundären Aminen mit nitrosierenden Reagenzien wie z.B. Nitriten oder NO_x . Daneben gibt es eine Reihe weiterer Bildungsreaktionen von N-Nitrosaminen, die aber von untergeordneter Bedeutung sind.

N-Nitrosamine können u.a. in folgenden Industriebereichen auftreten:

- Gummiindustrie: sämtliche Arbeitsbereiche
- Metallbearbeitung mit wassergemischten Kühlschmierstoffen
- Eisen- und Stahlindustrie: Gießereien
- Chemische Industrie: Aminherstellung, -verarbeitung und -verwendung, Herstellung von Polyacrylnitril, Verwendung von Aminderivaten
- Lederindustrie: Wasserwerkstatt
- Abnehmer von Gummiprodukten, z.B. Reifenhändler

Mit der TRGS 611 [17] konnte eine deutliche Absenkung der N-Nitrosamine in wassermischbaren Kühlschmierstoffen erreicht werden.

Einordnungen und Grenzwerte

Die TRK-Werte galten für die Summe der Konzentrationen der in der Gefahrstoffverordnung eingestuft namentlich genannten N-Nitrosamine mit Ausnahme von N-Nitrosomethylphenylamin und N-Nitrosoethylphenylamin. Seit 1997 sind die beiden bisher ausgenommenen Stoffe in den Geltungsbereich integriert.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Für die Gefahrstoffgruppe Nitrosamine liegen im Datenzeitraum 1989 bis 1992 4188 Schichtmittelwerte der Summe der Einzelnitrosamine aus insgesamt 947 Betrieben vor. Meßschwerpunkte liegen in den Branchen „Gummiwarenindustrie“ (Herstellung und Lagerung), „Metallbearbeitung/Maschinenbau“ und „Elektronik/Feinmechanik“. 32 % aller Meßdaten beziehen sich auf die Arbeitsbereiche der „Gummiwarenindustrie“ (Vulkanisation, Gießen, Pressen, Extrudieren).

Die Messungen wurden zu 99 % in Räumen durchgeführt, die Probenahme erfolgte in 64 % der Fälle stationär.

Unter der Berücksichtigung der betriebsarten-, arbeitsbereichs- und produkt-spezifischen Grenzwerte überschreiten 10,4 % den Grenzwert.

Erhöhte Expositionen treten insbesondere in folgenden Arbeitsbereichen und Branchen auf:

□ Lagerarbeiten und Vulkanisation in der „Gummiwarenindustrie“

□ Bearbeitungsverfahren (Fräsen, Drehen, Hobeln, Schleifen, Stanzen, Schneiden) in den Branchen „Metallbearbeitung/Maschinenbau“ und „Elektronik/Feinmechanik“

Tabelle 4.15.1:
Einordnung und Grenzwerte (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [11] und [15]	Grenzwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
N-Nitrosamine	K-2	
– Vulkanisation und nachfolgende Arbeitsverfahren einschließlich Lagerung für technische Gummiartikel, Altlager für Reifen, genutzt vor 1992		2,5
– Herstellung von Polyacrylnitril nach dem Trockenspinnverfahren unter Einsatz von Dimethylformamid		2,5
– Befüllen von Kesseln und Reaktoren mit Aminen		2,5
– im übrigen		1,0

Tabelle 4.15.2:
N-Nitrosamine: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	4 188	947	0,12	2,01	89,6 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	792	346	0,31	3,66	84,9 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	1 519	413	0,13	1,50	92,4 %
> 1 000 Mitarbeiter	1 435	159	0,09	1,20	91,7 %
Messung im:					
freien Raum	19	6	0,05	0,88	100,0 %
	4 147	942	0,13	1,50	91,9 %

Kleinster Meßwert im Datenkollektiv: 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

4 Stoffspezifische Übersichten

Tabelle 4.15.3:
N-Nitrosamine: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Betriebe insgesamt	50%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Lagern	279	150	0,46	4,10
Halbfertig-/Fertigwarenlager	225	112	0,08	8,53
Sägen	20	13	0,10	0,34
Fräsen	130	72	0,10	0,28
Bohren	64	48	0,06	0,24
Drehen, Hobeln	395	160	0,09	0,52
Schleifen	656	236	0,15	2,52
Stanzen, Schneiden	50	26	0,05	3,59
Montage	23	17	0,10	1,08
Kontrolle, Revision	56	30	0,27	1,47
Reparatur und Wartung	22	21	0,08	0,86
Kneten, Kalander, Walzen	95	32	0,18	2,10
Extruder für Kunststoffe	62	19	0,15	4,54
Walzwerke	31	20	0,26	1,49
Rohlingherstellung	23	14	0,45	5,92
Autoklav	28	19	0,46	1,66
Pressen	13	6	0,15	0,41
Heiß-Pressen	654	50	0,10	0,77
Kompressionspresse	144	71	0,20	1,59
Spritzpresse	27	9	0,39	1,53
Spritzgießpresse	74	35	0,29	2,22
Reifenpresse	16	11	0,05	0,30
Vulkanisation	95	38	0,19	1,43
Salzbadvulkanisation	19	7	2,54	9,81
Heißluftvulkanisation	13	7	0,39	0,52
Heißluftvulkanisation mit UHF-Vorwärmung	26	6	1,00	7,20
Nachbearbeitung	84	40	0,13	1,79
Entgraten, manuell	32	20	0,54	2,77

Tabelle 4.15.4:

N-Nitrosamine: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Kunststoff- industrie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gummiwaren- herstellung und -lagerung $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Metall- erzeugung $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Metallbearb./ Maschinen- bau $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Elektronik/ Feinmechanik $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Keramik- industrie $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alle Arbeitsbereiche	2,96	3,13	0,54	1,08	2,80	0,55
Lagerarbeiten, allgemein		4,40		1,43		
Halbfertig-/Fertigwarenlager		9,59				
Fräsen				0,22	0,48	
Drehen, Habeln				0,43	0,39	
Schleifen		0,69	0,61	2,39	5,36	
Stanzen, Schneiden		2,00				
Kontrolle, Revision		1,76				
Kneten, Kalander, Walzen		0,85				
Extruder für Kunststoffe		4,82				
Walzwerke		1,49				
Autoklav		1,69				
Vulkanisation		1,43				
Heiß-Pressen		1,85				
Kompressionspresse		1,59				
Spritzpresse		1,53				
Reifenpresse		0,30				
Salzbadvulkanisation		9,81				
Heißluftvulkanisation		0,52				
Heißluftvulkanisation mit UHF-Vorwärmung		7,20				
Nachbearbeitung		1,79				
Entgraten, manuell		2,77				

4 Stoffspezifische Übersichten

4.16 Vinylchlorid

Allgemeines zu Stoff, Auftreten, Herstellung und Verwendung

Vinylchlorid kann durch die Umsetzung von Acetylen mit Chlorwasserstoff oder die thermische Spaltung von 1,2-Dichlor-ethan synthetisiert werden.

Vinylchlorid wird fast vollständig zur Herstellung von Polyvinylchlorid (PVC) und Mischpolymerisaten eingesetzt. Von untergeordneter Bedeutung ist die Verwendung als Ausgangsprodukt für die Synthese von 1,1,2-Trichlorethan.

Vinylchlorid kann durch thermische Behandlung von chlorhaltigen Verbindungen (z.B. Chlorbenzol, PVC) ungewollt entstehen. Der in einigen Fällen noch im PVC enthaltene VC-Restmonomeren-gehalt wird bei der Weiterverarbeitung durch Emission von Vinylchlorid abgesenkt [13].

Einordnungen und Grenzwerte

Im ausgewerteten Datenzeitraum gelten die in Tabelle 4.16.1 genannten Grenzwerte und Einordnungen.

Beschreibung des ausgewerteten Datenkollektivs

Bei den vorliegenden Meßwerten handelt es sich überwiegend um Werte bei der thermischen Verarbeitung von Kunststoffen (Pyrolyseprodukte). Sie sind nicht als repräsentativ für weite Bereiche der Gültigkeit des TRK-Wertes wie Herstellung und Verwendung anzusehen.

Für den Gefahrstoff Vinylchlorid liegen im Datenzeitraum 1989 bis 1992 98 Schichtmittelwerte aus 45 Betrieben vor. Der Schwerpunkt der Meßtätigkeit liegt in der „Kunststoffindustrie“ in den

Tabelle 4.16.1:
Einordnung und Grenzwerte (Stand 1997)

Gefahrstoff	Krebserzeugend nach [15]	Grenzwert in mg/m ³
Vinylchlorid	K-1	
— bestehende Anlagen VC- und PVC-Herstellung		8,0
— im übrigen		5,0

Arbeitsbereichen „Extruder für Kunststoffe“ und „Kunststoffschweißen“. Die Probenahme erfolgt zu 58 % stationär, die Messungen werden fast ausschließlich in Räumen durchgeführt.

Bei der betriebsartenspezifischen Berücksichtigung der beiden Grenzwerte werden keine Überschreitungen festgestellt. 97 % der Meßergebnisse liegen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

Tabelle 4.16.2:
Vinylchlorid: Statistische Parameter der stoffspezifischen Auswertung

	Anzahl Meßdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³	Meßdaten < GW
Schichtmittelwerte	98	45	< a.B.	< a.B.	100,0 %
Betriebsgröße:					
1 - 50 Mitarbeiter	24	14	< a.B.	< a.B.	100,0 %
51 - 1 000 Mitarbeiter	61	21	< a.B.	< a.B.	100,0 %
> 1 000 Mitarbeiter	8	6	—	—	—
Messung im:					
Freien Raum	2	2	—	—	—
Raum	96	43	< a.B.	< a.B.	100,0 %

Kleinsten Meßwert im Datenkollektiv: 0,01 mg/m³

Tabelle 4.16.3:
Vinylchlorid: Meßergebnisse für branchenübergreifende Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Anzahl Meßdaten insgesamt	Anzahl Meßdaten \geq GW	Anzahl Betriebe insgesamt	Anzahl Betriebe \geq GW	50%-Wert mg/m ³	90%-Wert mg/m ³
Extruder für Kunststoffe	33	0	17	0	< a.B.	< a.B.

Tabelle 4.16.4:
Vinylchlorid: Meßergebnisse (90%-Werte) für branchenspezifische Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	Kunststoffindustrie mg/m ³
Alle Arbeitsbereiche	< a.B.
Extruder für Kunststoffe	< a.B.

5 Arbeitsbereichskataster

Neben der auf den Einzelstoff bezogenen Auswertung und Darstellung in einer Branchen/Arbeitsbereichs-Matrix, wie sie in Kapitel 4 dieses Reports vorgelegt wird, ist es für den praktischen Arbeitsschutz sinnvoll, arbeitsbereichsbezogen die Exposition aller jeweils relevanten bzw. gemessenen Stoffe auszuwerten und darzustellen. Auf diese Weise läßt sich das oft vielfältige Expositionsmuster von Arbeitsplätzen erkennen, und es lassen sich entsprechende Schlußfolgerungen für Überwachungen und zielgerichtete Maßnahmen, aber auch mögliche „Freischreibungen“ ziehen.

Am Beispiel von 21 Arbeitsbereichen der metallbearbeitenden Industrie ist in Tabelle 5.1 (siehe Seite 66) das Expositionsmuster für die dort gemessenen neun krebserzeugenden Stoffe bzw. Stoffe mit Verdacht auf krebserzeugende Wirkung synoptisch dargestellt. Die Zahlenangaben in dieser Matrix sind 90%-Werte, jedoch ausgedrückt in Prozent, bezogen auf ihren jeweiligen Grenzwert. 90%-Werte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze werden mit 0,0 angegeben.

Es ist zu erkennen, daß für Benzol, Chrom(VI)-Verbindungen, Cobalt und

seine Verbindungen, Cadmium und seine Verbindungen, Dieselmotor-Emissionen und N-Nitrosamine ein vergleichsweise höherer Index resultiert. Mit den Arbeitsbereichen „Drehen, Hobeln“, „Schleifen“, „LBH-Schweißen“, „Hartlöten“, „Reparatur, Wartung“, „Prüfstand“ und „Oberflächenbeschichtung, Farbspritzen“ lassen sich die betrieblichen Bereiche ausmachen, in denen mindestens ein Stoff mit seinem 90%-Wert über dem Grenzwert liegt.

Überwachungsbedürftig sind für einen oder mehrere Stoffe fast alle aufgeführten Arbeitsbereiche, lediglich bei Benzo[a]pyren (alle Arbeitsbereiche), Cadmium und seine Verbindungen (Tauchverfahren), Chrom(VI)-Verbindungen (Schutzgasschweißen) und Nickel und Verbindungen (WIG-Schweißen und Drehen, Hobeln) liegen die 90%-Werte unter 1/10 des jeweiligen Grenzwertes bzw. unterhalb der jeweiligen analytischen Bestimmungsgrenze.

Es zeigt sich aber auch, daß bei einer ganzen Reihe von Arbeitsbereichen in Erwägung gezogen werden könnte, zumindest für jeweils einen Stoff (Benzo[a]pyren, Chrom(VI)-Verbindungen, Nickel und Verbindungen) die meßtechnische Überwachung zu reduzieren.

5 Arbeitsbereichskataster

Tabelle 5.1:
Metallbearbeitung/Maschinenbau (90%-Werte, bezogen auf den jeweiligen Grenzwert in %)

Gefahrstoffe/ Arbeitsbereiche	Benzo[a]pyren	Benzol	Beryllium und seine Verbind.	Cadmium und seine Verbind.	Chrom(VI)- Verbind.	Cobalt und seine Verbind.	Nickel und seine Verbind.	Diesel- motor- Emissionen	N-Nitros- amine
Alle Arbeitsbereiche	7,5	125,0	35,0	466,0	80,0	78,0	34,0	160,0	108,0
Pressen						58,0			
Härteöfen	5,0	0,0							
Drehen, Hobeln	0,0					156,0	6,0		43,0
Schleifen				24,0	10,0	66,0	74,0		239,0
Plasmaschneiden					60,0		72,0		
Flammspritzen					16,0		68,0		
Funkenerodieren	0,0	0,0							
Schweißen, allgemein	0,0				74,0		22,0		
LB-Handschweißen					218,0	40,0	28,0		
Schutzgasschweißen					6,0		18,0		
WIG-Schweißen					16,0		8,0		
MIG-Schweißen					84,0		22,0		
MAG-Schweißen					100,0	40,0	46,0		
Hardlöten				853,0					
Reparatur, Wartung		131,0						120,0	
Kontrolle, Revision		25,0							
Prüfstand		108,0							
Oberflächenbehandlung					96,0				
Tauchen, versch. Verfahren				3,3					
Oberflächenbeschichtung, Farbspritzen					780,0				
Oberflächenbeschichtung, galvanisch					54,0		20,0		

6 Vergleich der Expositionssituation zwischen den Zeiträumen 1981/1984 und 1989/1992

1986 veröffentlichte Coenen [4] eine Auswertung zu krebserzeugenden Gefahrstoffen für den Zeitraum 1981 bis 1984. Bei zehn Stoffen ist ein branchenübergreifender Vergleich der Zeiträume 1981/1984 mit 1989/1992 möglich (siehe Tabelle 6.1).

Bei fast allen Stoffen ging der Anteil der Grenzwertüberschreitungen zurück. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß zwischen den beiden Beobachtungszeiträumen

auch Grenzwertabsenkungen vorgenommen worden sind. Dies führte im Falle Benzol und Arsen dazu, daß der Anteil der Grenzwertüberschreitungen zunahm bei gleichzeitiger Abnahme des Expositionslevels.

Die 90%-Werte zeigen eine erhebliche Verbesserung der Situation. Sie liegen für den Zeitraum 1989/1992 außer bei Beryllium zwischen 30 % und 95 % unter denen von 1981/1984.

Tabelle 6.1:
Vergleich der Auswertungen 1981/1984 und 1989/1992

Gefahrstoff	1981/1984			1989/1992		
	Grenzwert (1985) (mg/m ³)	% > GW	90%-Wert (mg/m ³)	Grenzwert (1997) (mg/m ³)	% > GW	90%-Wert (mg/m ³)
Acrylnitril	7,0	9,5	3,435	7,0	0,0	0,16
Arsen und Verbindungen (außer Arsenwasserstoff)	0,2	0,0	0,020	0,1	2,3	0,007
Benzo[a]pyren	—	—	0,0029	0,002 0,005	5,9	0,0008
Benzol	16,0	1,4	3,08	3,2 8,0	5,0	2,0
Beryllium und seine Verbindungen	0,002	19,0	0,0031	0,002 0,005	10,9	0,003
Chrom(VI)-Verbindungen	0,1	8,0	0,0644	0,05 0,1	8,4	0,04
Cobalt und seine Verbindungen	0,1 0,5	16,8	0,167	0,1 0,5	10,7	0,11
Nickel und seine Verbindungen (ausgenommen Nickeltetraacarbonyl)	0,05 0,5	4,4	0,196	0,05 0,5	4,3	0,18
N-Nitrosamine	—	—	0,0054 *	0,001 0,0025	10,4	0,002
Vinylchlorid	5,0	3,0	1,0	5,0 8,0	0,0	< a.B.

* Da bei Coenen (1986) nur Einzelnitrosamine aufgeführt sind, wurde nachträglich der Summenwert ermittelt, um den Vergleich mit den Ergebnissen von 1989/1992 zu ermöglichen.

Literaturverzeichnis

[1] Coenen, W.: Meßtechnisches Überwachungsprogramm der gewerblichen Berufsgenossenschaften zum Schutze vor Stäuben und Gasen am Arbeitsplatz. Staub — Reinhalt. Luft 42 (1982) Nr. 3, S. 85 - 88

[2] Berufsgenossenschaftliches Meßsystem Gefahrstoffe der gewerblichen Berufsgenossenschaften (BGMG). Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit — BIA des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin, 2. Auflage, 1993

[3] Stamm, R.: Die BIA-Dokumentation von Meßdaten zur Gefahrstoffexposition am Arbeitsplatz. Staub — Reinhalt. Luft 55 (1995) Nr. 5, S. 193 - 194

[4] Coenen, W.: Konzentration krebserzeugender Stoffe am Arbeitsplatz. Die BG (1986) Nr. 1, S. 1 - 6

[5] Schlüsselverzeichnisse für die Dokumentation von Meß- und Betriebsdaten. Kennzahlen 4050 - 4291. In: BIA-Arbeitsmappe — Messung von Gefahrstoffen. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit — BIA des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften, 10. Lfg. (IV/93), Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1993

[6] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermittlung und Beurteilung der Konzentration gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen (TRGS 402). Carl Heymanns Verlag, Köln

[7] Von den Berufsgenossenschaften anerkannte Analysenverfahren zur Feststellung der Konzentration krebserzeugender Arbeitsstoffe in der Luft in Arbeitsbereichen (ZH 1/120). Carl Heymanns Verlag, Köln

[8] Stoffe und BIA-Probenahmeverfahren. Kennzahl 3200, S. 3 - 74. Meßverfahren für Gefahrstoffe. Kennzahl 6010 ff. In: BIA-Arbeitsmappe — Messung von Gefahrstoffen. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit — BIA des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften, 10. Lfg., Erich Schmidt Verlag, Bielefeld 1993

[9] Lambert, J., Hahn, J.U., Pfeiffer, W., Siekmann, H.: Allgemeine Anforderungen an Meßverfahren zur Feststellung der Gefahrstoffkonzentration am Arbeitsplatz. arbeitsmedizin aktuell, Lieferung 25, 11/89, S. 145 - 158, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

[10] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz (TRGS 900). Carl Heymanns Verlag, Köln, April 1995

[11] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe (TRGS 905). Carl Heymanns Verlag, Köln, Juni 1997

[12] Pflaumbaum, W., Bock, W., Willert, G., Stückrath, M., Blome, H.: Arbeitsumweltossier Benzol. BIA-Report 3/93. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 1993

[13] Vinylchlorid. BUA-Stoffbericht Nr. 35. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1989

[14] Bauer, H.-D., Dahmann, D., Stoyke, G., Stuhmann, D.: Dieselmotoremissionsbelastungen in Arbeitsbereichen von Verkehrsbetrieben der neuen Bundesländer. Die BG (1985) Nr. 2, S. 81 - 86

[15] Bekanntmachung der Liste der gefährlichen Stoffe und Zubereitungen nach § 4a der Gefahrstoffverordnung in der Fassung vom 7. März 1997

[16] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz (TRGS 901). BArbBl. (1997) Nr. 4, S. 42

[17] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Verwendungsbeschränkungen für wassergemischte bzw. wassermischbare Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können (TRGS 611). Carl Heymanns Verlag, Köln

[18] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Dieselmotoremissionen (TRGS 554). BArbBl. (im Druck), 1998